

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

030805

容器與濃度梯度的關係

學校名稱：臺北縣立江翠國民中學

作者： 國二 李俊廷 國二 李宥融 國二 簡奕晨 國二 楊翔宇	指導老師： 薛俊鈞
---	--------------

關鍵詞：濃度 梯度

## 壹、摘要：

本實驗利用鹽及糖，溶於水中，以觀察（1）容器的高度差，上下溶液溶質間分部的差距。（2）加熱至不同的溫度冷卻後，上下溶液中的溶質的分布有何改變。（3）經過冷凍之後，再恢復至常溫，觀察上下溶液中的溶質分布的變化。（4）利用容器的不同形狀與擺放方式，觀察經冷凍過後再溶化的溶質的分布情形。（5）在市場上經冷凍過後，再恢復常溫下食用的食品，經過如何的改變才能使上下的甜度，添加物分布均勻。

## 貳、研究動機：

之前在吃布丁時，發現布丁的甜味不一樣，通常是下層較甜，我們覺得很奇怪！再看看市售的果凍產品，也都有此現象，我們決定研究為什麼出現這個現象，並試著改良現有市面上的產品！

## 參、研究目的：

- （1）容器的高度差，上下溶液溶質間分部的差距。
- （2）加熱至不同的溫度冷卻後，上下溶液中的溶質的分布有何改變。
- （3）經過冷凍之後，再恢復至常溫，觀察上下溶液中的溶質分布的變化。
- （4）利用容器的不同形狀與擺放方式，觀察經冷凍過後再溶化的溶質的分布情形。
- （5）在市場上經冷凍過後，再恢復常溫下食用的食品，經過如何的改變才能使上下的甜度，添加物分布均勻。

說明：1.測量濃度梯度的差（%/cm），濃度差越少，則溶質分佈越平均。

2.容器形狀利用後紙板做成，分別為三角錐，四角錐，及圓柱體。

## 肆、研究設備及器材：

1.藥品種類：		2.實驗器材：		3.實驗設備：
龜苓膏粉	$NaCl$	燒杯	鋁箔包	冰箱
寒天粉	$C_6H_{12}O_6$	試管	寶特瓶	電子秤
布丁果凍粉	$CuSO_4$	量筒	紙板	鋸子
草莓果凍粉		滴管		
洋菜粉		溫度計		
		玻璃棒		

## 伍、研究過程與方法：

【實驗一】：容器的高度差，上下溶液溶質間分部的差距。

### 1.說明：

此實驗利用糖水、氯化鈉、以及硫酸銅（便於觀察顏色差），且測量溶液的濃度並不好測量，所以利用量筒及電子秤來測量溶液的比重。

### 2.方法

一、配置體積為共 100ml，溫度為 25°C，放入藥品各為 5g、10g 以及讓此溶液達

到飽和的克數的糖水溶液，等待一段時間後（不再搖晃溶液），利用滴管，抽取最上層溶液以及最下層溶液，各為 1 立方公分，並測量其液體重量。

二、利用同樣的方法，測量另外兩種（鹽水溶液，硫酸銅水溶液）。

三、利用不同的高度長形容器盛裝，再放置到恆溫箱中冷凍結冰。

【實驗二】：加熱至不同的溫度冷卻後，上下溶液中的溶質的分布有何改變。

#### 1.方法

一、配置體積為共 100ml，此時的溫度為 25°C，放入藥品各為 5g、10g 以及讓此溶液達到飽和的克數的糖水溶液，等待一段時間後（不再搖晃溶液），利用滴管，抽取最上層溶液以及最下層溶液，抽出體積各為 1 立方公分，並測量其液體重量。

二、利用同樣的方法，測量（鹽水溶液，硫酸銅水溶液）。

三、利用酒精燈把溶液加熱至 40°C，放置至常溫，分別測量加熱後讓水溶液溶質分佈的改變與差。

【實驗三】：經過冷凍之後，再恢復至常溫，觀察上下溶液中的溶質分布的變化。

#### 1.方法：

一、先將溶液調配成飽和（糖水及鹽水），接著將此溶液分別放置長方體容器之中。

二、接此長方體橫放及直放，並且在其邊上三等分之後，放入冰箱中冷凍。

三、把此固體取出之後，利用鋸子將此長方體割開成三等分，等待溶化之後分別測量其體積以及重量。

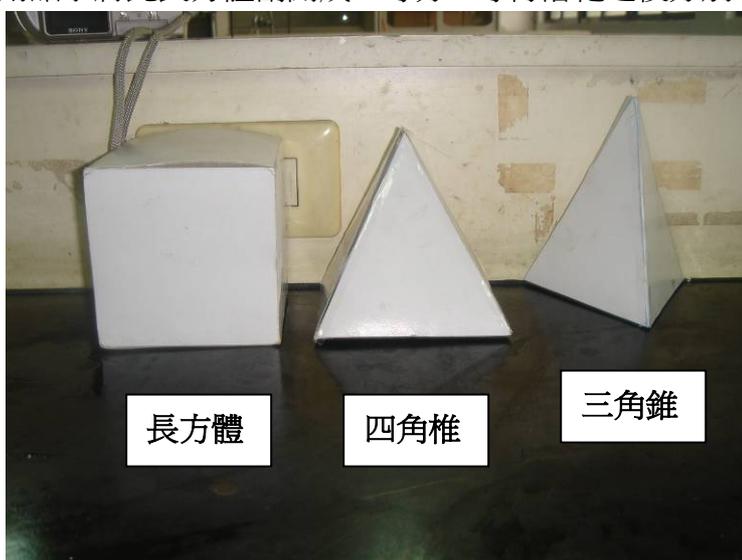
【實驗四】：利用容器的不同形狀與擺放方式，觀察經冷凍過後再溶化的溶質的分布情形。

#### 1.方法：

一、配置飽和（糖水及鹽水），接著將此溶液分別放置三角體容器（一個底部為正方形，令一個底部為三角形）之中。

二、接此三角體橫放及直放，並且在其邊上三等分之後，放入冰箱中冷凍成固體，此時的溫度分別為 0°C 和 -2°C。

三、把此固體取出之後，利用鋸子將此長方體割開成三等分，等待溶化之後分別測量其體積以及重量。



容器圖的集合

【實驗五】：在市場上經冷凍過後，再恢復常溫下食用的食品，經過如何的改變才能使上下的甜度，添加物分布均勻。

1.說明：

利用實驗一、二、三的結果來實驗果凍及布丁及其他食品，與傳統的方法來冰凍有甚麼差別。

2.方法：

1.配置果凍及布丁的溶液，利用實驗一、二、三的結果來對照和傳統的冰法，在比重上的差別。

陸、研究結果：

1.實驗對照組

$NaCl$  溶液

【100 公克 水】

溫度為 25°C

數值 \ 溶質重(g)	5	10	飽和濃度時所含的 量(約 32g)
比重 ( $g/cm^3$ )	1.045	1.050	1.190
重量百分濃度 (%)	4.78%	9.52%	26.89%

$C_6H_{12}O_6$  溶液

【100 公克 水】

溫度為 25°C

數值 \ 溶質重(g)	5	10	飽和濃度時所含的 量(約 37g)
比重 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.105	1.150
重量百分濃度 (%)	4.55%	9.05%	32.17%

$CuSO_4$  溶液

【100 公克 水】

溫度為 25°C

數值 \ 溶質重(g)	5	10	飽和濃度時所含的 量(g)(約 31.5g)
比重 ( $g/cm^3$ )	1.210	1.24	1.32
重量百分濃度 (%)	4.13%	8.06%	23.86%

【實驗一】：容器的高度差，上下溶液溶質間分部的差距。

1.實驗結果：(圖表)

$NaCl$  溶液 【100 公克 水】

$C_6H_{12}O_6$  溶液【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g) 10 (g)		飽和濃度 時所含的 量 (g)
		5 (g)	10 (g)	
20cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.035	1.048	1.185
	濃度 (%)	4.739	9.506	26.778
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.043	1.052	1.191
	濃度 (%)	4.776	9.542	26.913
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.046	1.059	1.195
	濃度 (%)	4.789	9.605	27.004
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.011	0.011	0.010
	濃度差 (%)	0.050	0.100	0.226
	濃度梯度 (%/cm)	0.003	0.005	0.011
50cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.019	1.030	1.175
	濃度 (%)	4.666	9.342	26.552
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.045	1.051	1.192
	濃度 (%)	4.785	9.533	26.936
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.063	1.076	1.206
	濃度 (%)	4.867	9.760	27.252
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.044	0.046	0.031
	濃度差 (%)	0.201	0.417	0.701
	濃度梯度 (%/cm)	0.004	0.008	0.014

比重 \ 溶質重		5 (g) 10 (g)		飽和濃度 時所含的 量 (g)
		5 (g)	10 (g)	
20cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.090	1.095	1.145
	濃度 (%)	4.504	8.968	31.484
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.103	1.106	1.161
	濃度 (%)	4.558	9.058	31.924
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.119	1.111	1.172
	濃度 (%)	4.624	9.099	32.227
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.029	0.016	0.027
	濃度差 (%)	0.120	0.131	0.742
	濃度梯度 (%/cm)	0.006	0.007	0.037
50cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.085	1.092	1.135
	濃度 (%)	4.483	8.943	31.209
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.102	1.105	1.161
	濃度 (%)	4.554	9.050	31.924
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.112	1.118	1.175
	濃度 (%)	4.595	9.156	32.309
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.027	0.026	0.040
	濃度差 (%)	0.112	0.213	1.100
	濃度梯度 (%/cm)	0.002	0.004	0.022

$CuSO_4$  溶液 【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度 時所含的 量 (g)
20cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.195	1.230	1.312
	濃度 (%)	4.081	7.999	23.719
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.211	1.239	1.325
	濃度 (%)	4.136	8.058	23.954
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.224	1.243	1.339
	濃度 (%)	4.180	8.084	24.207
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.029	0.013	0.027
	濃度差 (%)	0.099	0.085	0.488
	濃度梯度(%/cm)	0.005	0.004	0.024
	50cm (容 器高 度)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.192	1.225
濃度 (%)		4.071	7.967	23.592
中層 ( $g/cm^3$ )		1.214	1.241	1.324
濃度 (%)		4.146	8.071	23.936
下層 ( $g/cm^3$ )		1.225	1.267	1.335
濃度 (%)		4.183	8.240	24.135
比重差 ( $g/cm^3$ )		0.033	0.042	0.030
濃度差 (%)		0.113	0.273	0.542
濃度梯度(%/cm)		0.006	0.014	0.027

2.由實驗一可得知：

- 1.容器的高度越高上下濃度分布越不均勻。
- 2.利用滴定管是爲了讓液體的體積更準確爲 100ml

【實驗二】：加熱至不同的溫度冷卻後，上下溶液中的溶質的分布有何改變。  
*NaCl* 溶液 【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
20°C	上層 ( $g/cm^3$ )	1.035	1.048	1.185
	濃度 (%)	4.739	9.506	26.778
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.043	1.052	1.191
	濃度 (%)	4.776	9.542	26.913
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.046	1.059	1.195
	濃度 (%)	4.789	9.605	27.004
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.011	0.011	0.010
	濃度差 (%)	0.050	0.100	0.226
	濃度梯度 (%/cm)	0.003	0.005	0.011
40°C	上層 ( $g/cm^3$ )	1.028	1.041	1.122
	濃度 (%)	4.707	9.442	25.354
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.044	1.056	1.132
	濃度 (%)	4.780	9.578	25.580
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.058	1.058	1.144
	濃度 (%)	4.844	9.596	25.851
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.030	0.017	0.022
	濃度差 (%)	0.137	0.154	0.497
	濃度梯度 (%/cm)	0.007	0.008	0.025

$C_6H_{12}O_6$  溶液【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
20°C	上層 ( $g/cm^3$ )	1.090	1.095	1.145
	濃度 (%)	4.504	8.968	31.484
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.103	1.106	1.151
	濃度 (%)	4.558	9.058	31.649
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.119	1.111	1.172
	濃度 (%)	4.624	9.099	32.227
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.029	0.016	0.027
	濃度差 (%)	0.120	0.131	0.742
	濃度梯度 (%/cm)	0.006	0.007	0.037
40°C	上層 ( $g/cm^3$ )	1.089	1.098	1.158
	濃度 (%)	4.500	8.992	31.842
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.103	1.108	1.167
	濃度 (%)	4.558	9.074	32.089
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.110	1.112	1.182
	濃度 (%)	4.587	9.107	32.501
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.021	0.014	0.024
	濃度差 (%)	0.087	0.115	0.660
	濃度梯度 (%/cm)	0.004	0.006	0.033



用滴定管將溶液加入各個容器

$CuSO_4$  溶液

【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
		20°C		
	上層 ( $g/cm^3$ )	1.195	1.230	1.312
	濃度 (%)	4.081	7.999	23.719
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.211	1.239	1.325
	濃度 (%)	4.136	8.058	23.954
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.224	1.243	1.339
	濃度 (%)	4.180	8.084	24.207
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.029	0.013	0.027
	濃度差 (%)	0.099	0.085	0.488
	濃度梯度 (%/cm)	0.005	0.004	0.024
40°C				
	上層 ( $g/cm^3$ )	1.198	1.235	1.312
	濃度 (%)	4.091	8.032	23.719
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.219	1.243	1.324
	濃度 (%)	4.163	8.084	23.936
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.223	1.251	1.334
	濃度 (%)	4.177	8.136	24.117
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.025	0.016	0.022
	濃度差 (%)	0.085	0.104	0.398
	濃度梯度 (%/cm)	0.004	0.005	0.020

2.由實驗二可知：

- 一、溫度加熱後對原本的溶液梯度會對濃度梯度產生些許改變
- 二、越下層的溶液濃度越大。

【實驗三】：經過冷凍之後，再恢復至常溫，觀察上下溶液中的溶質分布的變化。

1.實驗結果：(圖表)

液體溫度為 0°C

*NaCl* 溶液 【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
橫放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.035	1.048	1.185
	濃度 (%)	4.739	9.506	26.778
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.043	1.052	1.191
	濃度 (%)	4.776	9.542	26.913
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.046	1.059	1.195
	濃度 (%)	4.789	9.605	27.004
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.011	0.011	0.010
	濃度差 (%)	0.050	0.100	0.226
	濃度梯度(%/cm)	0.003	0.005	0.011
直放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.038	1.049	1.186
	濃度 (%)	4.753	9.515	26.800
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.045	1.051	1.192
	濃度 (%)	4.785	9.533	26.936
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.052	1.057	1.195
	濃度 (%)	4.817	9.587	27.004
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.014	0.008	0.009
	濃度差 (%)	0.064	0.073	0.203
	濃度梯度(%/cm)	0.001	0.001	0.004
斜放 45 度	上層 ( $g/cm^3$ )	1.039	1.048	1.185
	濃度 (%)	4.757	9.506	26.778
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.045	1.052	1.192
	濃度 (%)	4.785	9.542	26.936
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.049	1.058	1.193
	濃度 (%)	4.803	9.596	26.959
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.010	0.010	0.008
	濃度差 (%)	0.046	0.091	0.181
	濃度梯度(%/cm)	0.001	0.002	0.004



$C_6H_{12}O_6$  溶液【100 公克 水】

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度 時所含的 量 (g)
橫放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.090	1.095	1.145
	濃度 (%)	4.504	8.968	31.484
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.103	1.106	1.161
	濃度 (%)	4.558	9.058	31.924
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.119	1.111	1.172
	濃度 (%)	4.624	9.099	32.227
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.029	0.016	0.027
	濃度差 (%)	0.120	0.131	0.742
	濃度梯度 (%/cm)	0.006	0.007	0.037
直放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.095	1.096	1.147
	濃度 (%)	4.525	8.976	31.539
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.102	1.105	1.161
	濃度 (%)	4.554	9.050	31.924
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.118	1.108	1.169
	濃度 (%)	4.620	9.074	32.144
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.023	0.012	0.022
	濃度差 (%)	0.095	0.098	0.605
	濃度梯度 (%/cm)	0.002	0.002	0.012
斜放 45 度	上層 ( $g/cm^3$ )	1.093	1.095	1.146
	濃度 (%)	4.517	8.968	31.512
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.102	1.106	1.162
	濃度 (%)	4.554	9.058	31.952
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.119	1.110	1.168
	濃度 (%)	4.624	9.091	32.117
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.026	0.015	0.022
	濃度差 (%)	0.107	0.123	0.605
	濃度梯度 (%/cm)	0.002	0.002	0.012



溫度為-4°C

**NaCl 溶液 【100 公克 水】**

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度 時所含的 量 (g)
橫放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.032	1.047	1.182
	濃度 (%)	4.725	9.497	26.710
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.044	1.051	1.191
	濃度 (%)	4.780	9.533	26.913
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.047	1.060	1.197
	濃度 (%)	4.794	9.615	27.049
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.015	0.013	0.015
	濃度差 (%)	0.069	0.118	0.339
	濃度梯度 (%/cm)	0.003	0.006	0.017
直放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.036	1.048	1.184
	濃度 (%)	4.743	9.506	26.755
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.046	1.051	1.193
	濃度 (%)	4.789	9.533	26.959
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.053	1.057	1.201
	濃度 (%)	4.821	9.587	27.139
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.017	0.009	0.017
	濃度差 (%)	0.078	0.082	0.384
	濃度梯度 (%/cm)	0.002	0.002	0.008
斜放 45 度	上層 ( $g/cm^3$ )	1.035	1.048	1.183
	濃度 (%)	4.739	9.506	26.733
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.044	1.052	1.192
	濃度 (%)	4.780	9.542	26.936
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.050	1.058	1.201
	濃度 (%)	4.808	9.596	27.139
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.015	0.010	0.018
	濃度差 (%)	0.069	0.091	0.407
	濃度梯度 (%/cm)	0.001	0.002	0.008



## $C_6H_{12}O_6$ 溶液【100 公克 水】

溶質重		比重		飽和濃度 時所含的 量 (g)
		5 (g)	10 (g)	
橫放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.089	1.094	1.142
	濃度 (%)	4.500	8.960	31.402
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.102	1.105	1.162
	濃度 (%)	4.554	9.050	31.952
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.120	1.113	1.173
	濃度 (%)	4.628	9.115	32.254
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.031	0.019	0.031
	濃度差 (%)	0.128	0.156	0.852
	濃度梯度 (%/cm)	0.006	0.008	0.043
直放	上層 ( $g/cm^3$ )	1.099	1.098	1.146
	濃度 (%)	4.541	8.992	31.512
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.101	1.105	1.161
	濃度 (%)	4.550	9.050	31.924
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.105	1.106	1.168
	濃度 (%)	4.566	9.058	32.117
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.006	0.008	0.022
	濃度差 (%)	0.025	0.066	0.605
	濃度梯度 (%/cm)	0.000	0.001	0.012
斜放 45 度	上層 ( $g/cm^3$ )	1.095	1.097	1.144
	濃度 (%)	4.525	8.984	31.457
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.102	1.104	1.164
	濃度 (%)	4.554	9.042	32.007
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.113	1.105	1.172
	濃度 (%)	4.599	9.050	32.227
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.018	0.008	0.028
	濃度差 (%)	0.074	0.066	0.770
	濃度梯度 (%/cm)	0.001	0.001	0.015



2.由實驗三得知：

- 一、當距離差的越多的時候，濃度差就會越明顯
- 二、在溫度越低（低於  $0^{\circ}C$ ）的情況下，濃度差也會越明顯
- 三、鹽水需要在更低溫的情況之下，才會結冰

【實驗四】：利用容器的不同形狀與擺放方式，觀察經冷凍過後再溶化的溶質的分布情形。

1.實驗結果：(圖表)

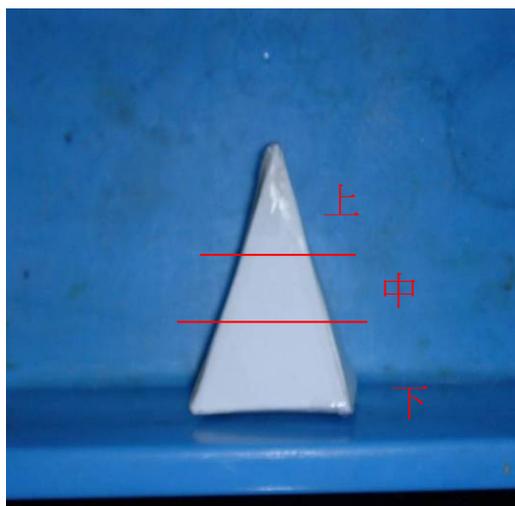
溫度為 0°C

*NaCl* 溶液 【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時所含的量(g)
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.000	1.020	1.100
	濃度 (%)	4.579	9.252	24.857
	中層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.003	1.030	1.120
	濃度 (%)	4.592	9.342	25.309
	下層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.007	1.050	1.130
	濃度 (%)	4.611	9.524	25.535
	比重差 ( $\text{g/cm}^3$ )	0.007	0.030	0.030
	濃度差 (%)	0.032	0.272	0.678
	濃度梯度(%/cm)	0.002	0.014	0.034
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.000	1.030	1.100
	濃度 (%)	4.579	9.342	24.857
	中層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.002	1.040	1.120
	濃度 (%)	4.588	9.433	25.309
	下層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.006	1.055	1.140
	濃度 (%)	4.606	9.569	25.761
	比重差 ( $\text{g/cm}^3$ )	0.006	0.025	0.040
	濃度差 (%)	0.027	0.227	0.904
	濃度梯度(%/cm)	0.001	0.005	0.018

$C_6H_{12}O_6$  溶液【100 公克 水】

比重 \ 溶質重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量(g)
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.050	1.100
	濃度 (%)	4.545	8.599	30.247
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.100	1.125
	濃度 (%)	4.545	9.009	30.934
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.110	1.140
	濃度 (%)	4.545	9.091	31.347
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.000	0.060	0.040
	濃度差 (%)	0.000	0.491	1.100
	濃度梯度(%/cm)	0.000	0.025	0.055
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.100	1.120
	濃度 (%)	4.545	9.009	30.797
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.100	1.130
	濃度 (%)	4.545	9.009	31.072
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.130	1.120	1.150
	濃度 (%)	4.669	9.173	31.622
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.030	0.020	0.030
	濃度差 (%)	0.124	0.164	0.825
	濃度梯度(%/cm)	0.002	0.003	0.016



(此為四角錐的容器，可把它切成上、中、下三層) 把長寬高量化

溫度為-4°C

*NaCl* 溶液 【100 公克 水】

比重		溶質重		
		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時所含的量(g)
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.001	1.030	1.100
	濃度 (%)	4.583	9.342	24.857
	中層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.003	1.030	1.130
	濃度 (%)	4.592	9.342	25.535
	下層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.005	1.050	1.140
	濃度 (%)	4.602	9.524	25.761
	比重差 ( $\text{g/cm}^3$ )	0.004	0.020	0.040
	濃度差 (%)	0.018	0.181	0.904
	濃度梯度(%/cm)	0.001	0.009	0.045
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.001	1.020	1.105
	濃度 (%)	4.583	9.252	24.970
	中層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.003	1.040	1.111
	濃度 (%)	4.592	9.433	25.106
	下層 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.006	1.055	1.140
	濃度 (%)	4.606	9.569	25.761
	比重差 ( $\text{g/cm}^3$ )	0.005	0.035	0.035
	濃度差 (%)	0.023	0.317	0.791
	濃度梯度(%/cm)	0.000	0.006	0.016

$C_6H_{12}O_6$  溶液【100 公克 水】

比重		溶質重		飽和濃度時 所含的量(g)
		5 (g)	10 (g)	
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.001	1.075	1.105
	濃度 (%)	4.136	8.804	30.384
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.100	1.130
	濃度 (%)	4.545	9.009	31.072
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.105	1.105	1.150
	濃度 (%)	4.566	9.050	31.622
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.104	0.030	0.045
	濃度差 (%)	0.430	0.246	1.237
	濃度梯度(%/cm)	0.021	0.012	0.062
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.095	1.115
	濃度 (%)	4.545	8.968	30.659
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.105	1.130
	濃度 (%)	4.545	9.050	31.072
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.150	1.120	1.155
	濃度 (%)	4.752	9.173	31.759
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.050	0.025	0.040
	濃度差 (%)	0.207	0.205	1.100
	濃度梯度(%/cm)	0.004	0.004	0.022

3 實驗四得知

- 一、藉由上窄下寬的容器可以降低濃度梯度
- 二、縮短容器長度有助於減少濃度梯度

【實驗五】：在市場上經冷凍過後，再恢復常溫下食用的食品，經過如何的改變才能使上下的甜度，添加物分布均勻。

1.研究結果：

一、洋菜粉

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
		對照組 (長方 體)	上層 ( $g/cm^3$ )	1.040
	濃度 (%)	4.220	8.522	38.495
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.090	1.100	1.220
	濃度 (%)	4.423	8.928	39.465
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.130	1.150	1.300
	濃度 (%)	4.586	9.334	42.053
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.090	0.100	0.110
	濃度差 (%)	0.365	0.812	3.558
	濃度梯度(%/cm)	0.018	0.041	0.178
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.080	1.080	1.230
	濃度 (%)	4.383	8.766	39.789
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.100	1.110	1.260
	濃度 (%)	4.464	9.009	40.759
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.120	1.130	1.290
	濃度 (%)	4.545	9.171	41.730
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.040	0.050	0.060
	濃度差 (%)	0.162	0.406	1.941
	濃度梯度(%/cm)	0.003	0.008	0.039
	底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.070	1.080
濃度 (%)		4.342	8.766	40.112
中層 ( $g/cm^3$ )		1.100	1.100	1.270
濃度 (%)		4.464	8.928	41.083
下層 ( $g/cm^3$ )		1.120	1.130	1.285
濃度 (%)		4.545	9.171	41.568
比重差 ( $g/cm^3$ )		0.050	0.050	0.045
濃度差 (%)		0.203	0.406	1.456
濃度梯度(%/cm)		0.004	0.008	0.029

二、布丁粉

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
對照組 (長方 體)	上層 ( $g/cm^3$ )	0.800	0.900	1.050
	濃度 (%)	3.921	8.823	20.826
	中層 ( $g/cm^3$ )	0.900	0.950	1.100
	濃度 (%)	4.411	9.313	21.818
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.015	1.020	1.190
	濃度 (%)	4.975	9.999	23.603
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.215	0.120	0.140
	濃度差 (%)	1.054	1.176	2.777
	濃度梯度(%/cm)	0.053	0.059	0.139
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	0.900	0.900	1.070
	濃度 (%)	4.411	8.823	21.223
	中層 ( $g/cm^3$ )	0.980	1.000	1.110
	濃度 (%)	4.803	9.803	22.017
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.015	1.015	1.150
	濃度 (%)	4.975	9.950	22.810
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.115	0.115	0.080
	濃度差 (%)	0.564	1.127	1.587
	濃度梯度(%/cm)	0.011	0.023	0.032
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	0.890	0.900	1.060
	濃度 (%)	4.362	8.823	21.025
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.000	1.000	1.115
	濃度 (%)	4.901	9.803	22.116
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.015	1.020	1.145
	濃度 (%)	4.975	9.999	22.711
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.125	0.120	0.085
	濃度差 (%)	0.613	1.176	1.686
	濃度梯度(%/cm)	0.012	0.024	0.034

三、草莓果凍粉

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
對照組 (長方 體)	上層 ( $g/cm^3$ )	0.900	0.950	1.030
	濃度 (%)	4.500	9.313	19.072
	中層 ( $g/cm^3$ )	0.950	1.000	1.070
	濃度 (%)	4.750	9.803	19.813
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.050	1.040	1.110
	濃度 (%)	5.250	10.195	20.554
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.150	0.090	0.080
	濃度差 (%)	0.750	0.882	1.481
	濃度梯度(%/cm)	0.038	0.044	0.074
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	0.960	0.950	1.045
	濃度 (%)	4.800	9.313	19.350
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.000	1.005	1.065
	濃度 (%)	5.000	9.852	19.721
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.120	1.030	1.120
	濃度 (%)	5.600	10.097	20.739
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.160	0.080	0.075
	濃度差 (%)	0.800	0.784	1.389
	濃度梯度(%/cm)	0.016	0.016	0.028
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.000	0.980	1.050
	濃度 (%)	5.000	9.607	19.443
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.010	1.008	1.070
	濃度 (%)	5.050	9.881	19.813
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.125	1.035	1.125
	濃度 (%)	5.625	10.146	20.832
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.125	0.055	0.075
	濃度差 (%)	0.625	0.539	1.389
	濃度梯度(%/cm)	0.013	0.011	0.028

四、寒天粉

溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
對照組 (長方 體)	上層 ( $g/cm^3$ )	0.950	1.010	1.080
	濃度 (%)	4.566	8.989	53.380
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.005	1.035	1.100
	濃度 (%)	4.830	9.211	54.369
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.050	1.080	1.130
	濃度 (%)	5.046	9.612	55.851
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.100	0.070	0.050
	濃度差 (%)	0.481	0.623	2.471
	濃度梯度(%/cm)	0.024	0.031	0.124
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.000	1.040	1.090
	濃度 (%)	4.806	9.256	53.874
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.000	1.070	1.110
	濃度 (%)	4.806	9.523	54.863
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.030	1.080	1.140
	濃度 (%)	4.950	9.612	56.346
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.030	0.040	0.050
	濃度差 (%)	0.144	0.356	2.471
	濃度梯度(%/cm)	0.003	0.007	0.049
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.000	1.030	1.100
	濃度 (%)	4.806	9.167	54.369
	中層 ( $g/cm^3$ )	0.950	1.065	1.100
	濃度 (%)	4.566	9.478	54.369
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.035	1.070	1.050
	濃度 (%)	4.974	9.523	51.897
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.085	0.040	0.050
	濃度差 (%)	0.408	0.356	2.471
	濃度梯度(%/cm)	0.008	0.007	0.049

## 五、龜苓膏

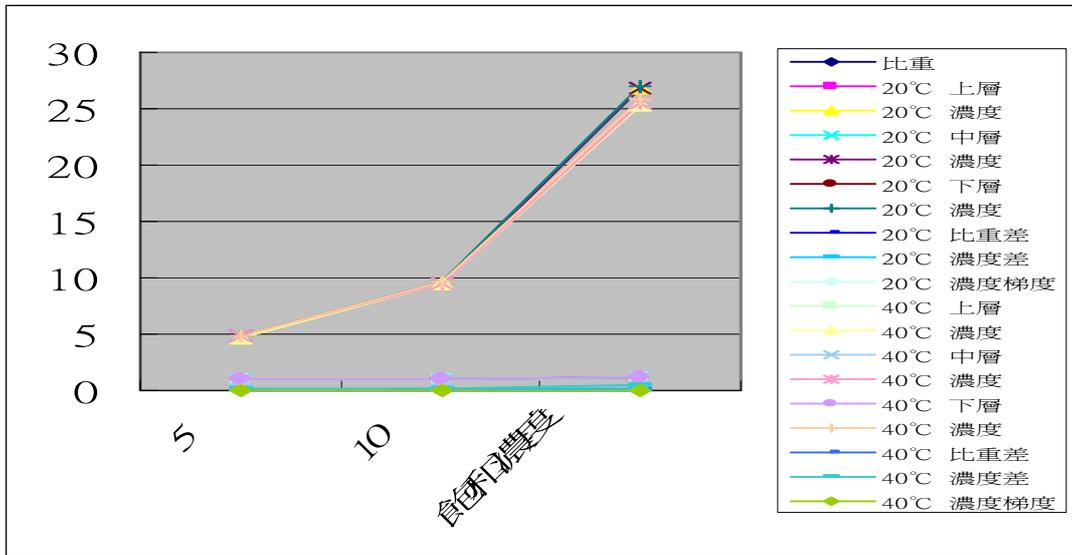
溶質重 比重		5 (g)	10 (g)	飽和濃度時 所含的量 (g)
對照組 (長方 體)	上層 ( $g/cm^3$ )	0.950	1.020	1.150
	濃度 (%)	4.392	8.585	33.775
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.020	1.050	1.190
	濃度 (%)	4.715	8.838	34.950
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.060	1.100	1.220
	濃度 (%)	4.900	9.258	35.831
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.110	0.080	0.070
	濃度差 (%)	0.509	0.673	2.056
	濃度梯度(%/cm)	0.025	0.034	0.103
底面為正 方形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.010	1.040	1.170
	濃度 (%)	4.669	8.753	34.362
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.040	1.060	1.200
	濃度 (%)	4.808	8.922	35.243
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.060	1.110	1.240
	濃度 (%)	4.900	9.343	36.418
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.050	0.070	0.070
	濃度差 (%)	0.231	0.589	2.056
	濃度梯度(%/cm)	0.005	0.012	0.041
底面為三 邊形的三 角錐	上層 ( $g/cm^3$ )	1.020	1.030	1.165
	濃度 (%)	4.715	8.669	34.216
	中層 ( $g/cm^3$ )	1.030	1.050	1.190
	濃度 (%)	4.761	8.838	34.950
	下層 ( $g/cm^3$ )	1.070	1.120	1.235
	濃度 (%)	4.946	9.427	36.271
	比重差 ( $g/cm^3$ )	0.050	0.090	0.070
	濃度差 (%)	0.231	0.758	2.056
	濃度梯度(%/cm)	0.005	0.015	0.041

### 2.實驗五可知

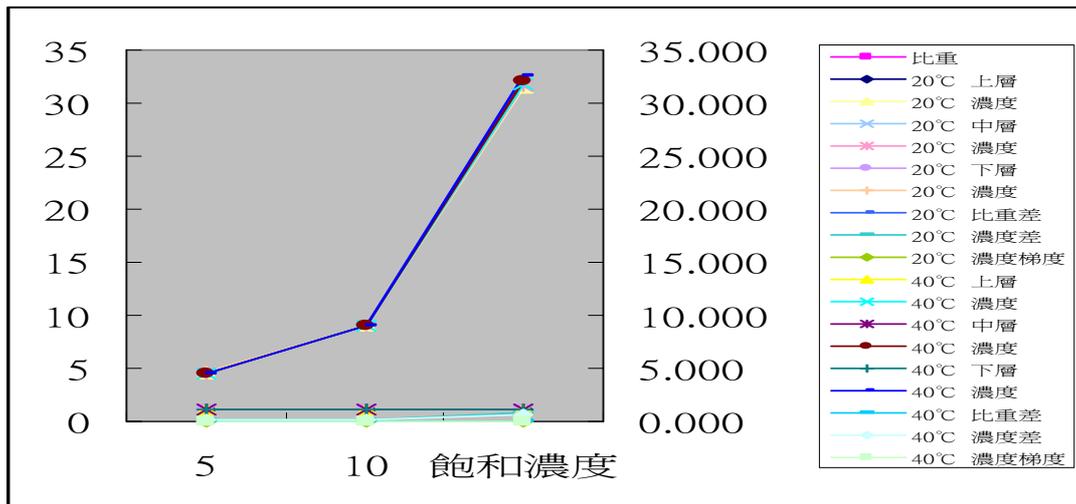
- 一、把實驗結果利用在食品尚可吻合
- 二、傳統的食品包裝盒可改良成三角錐  
理由

三角錐容器可以使濃度梯度降低，也就是溶質分佈平均  
味道就不會忽濃忽淡

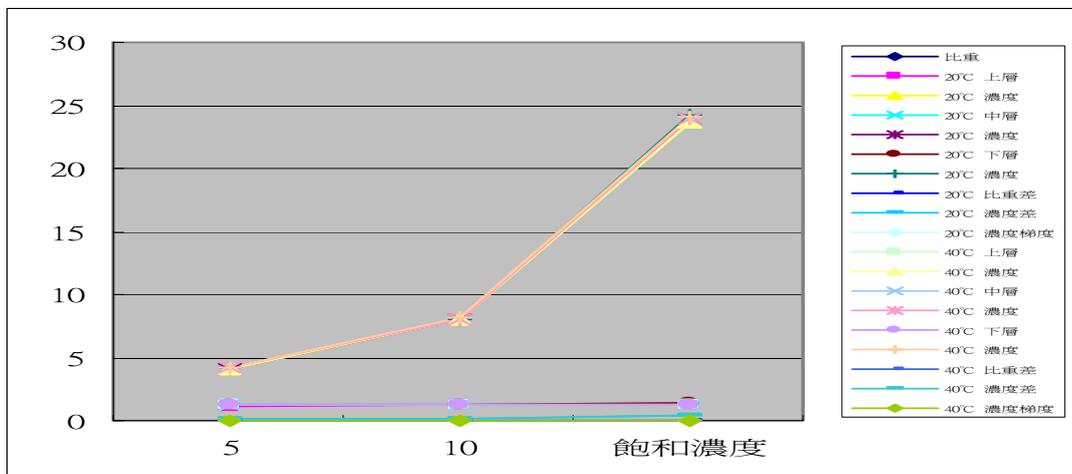
柒、討論：  
糖溫度



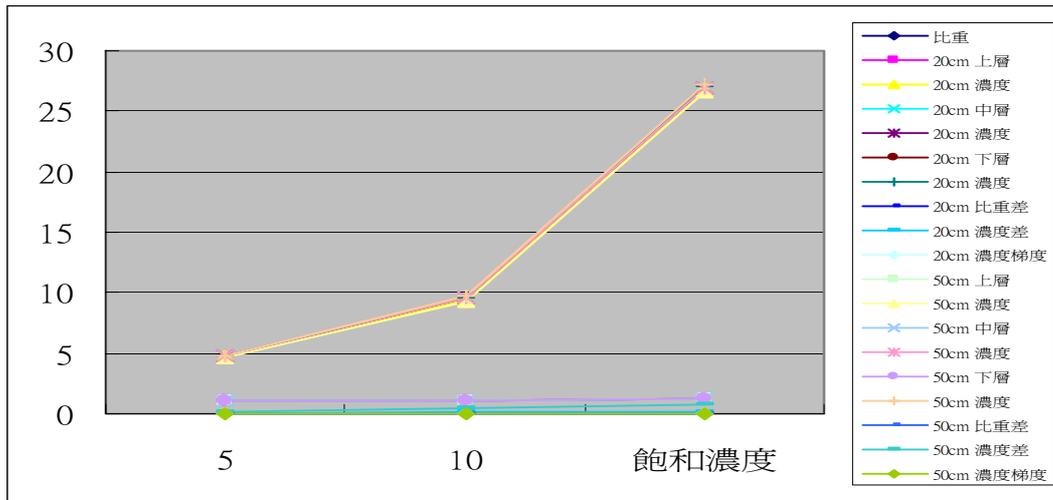
鹽溫度



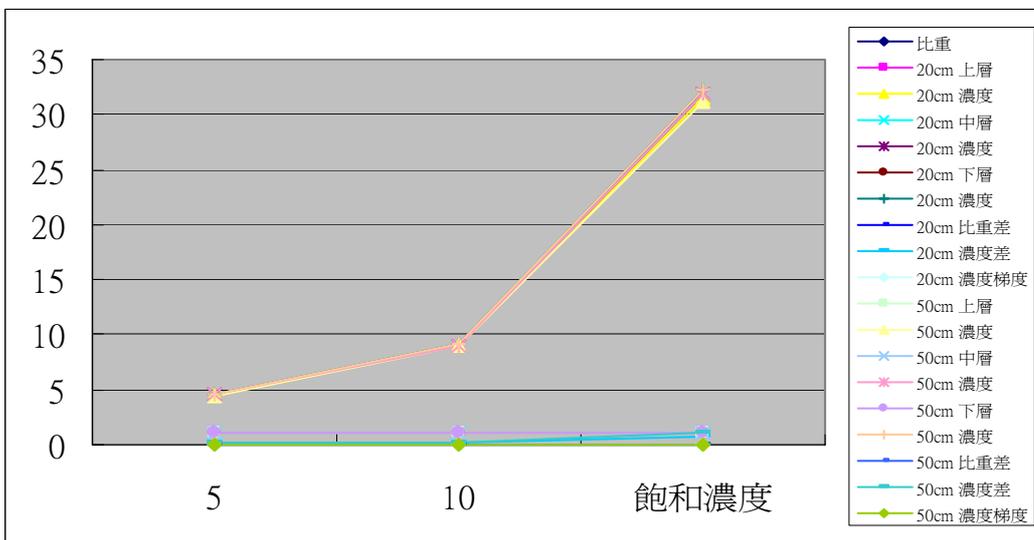
硫酸銅溫度



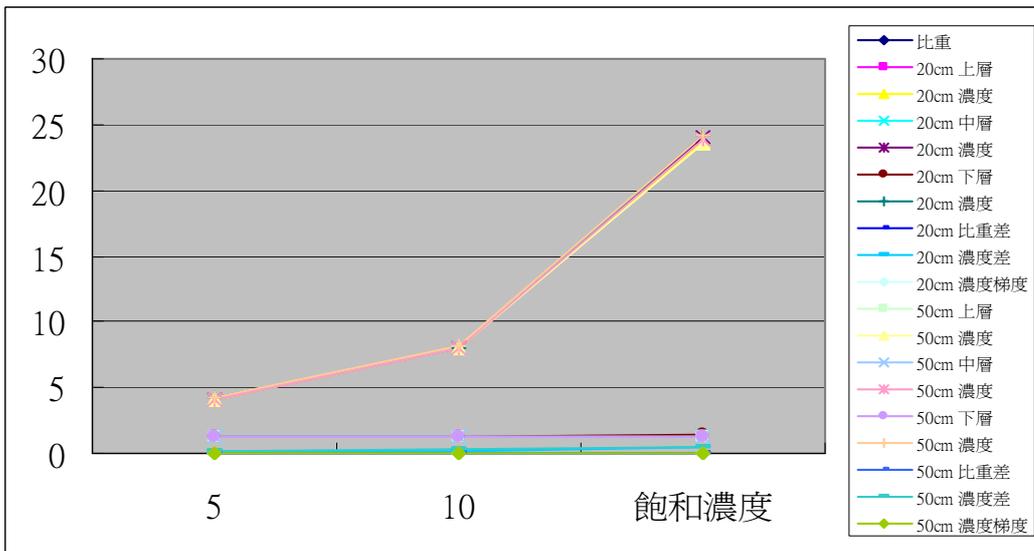
### 鹽高度



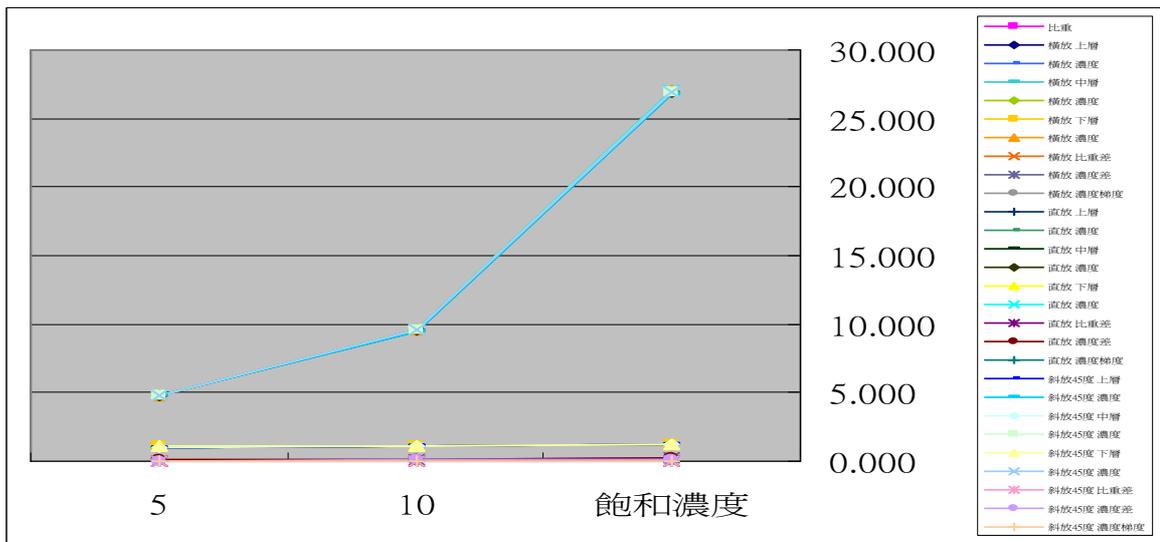
### 糖高度



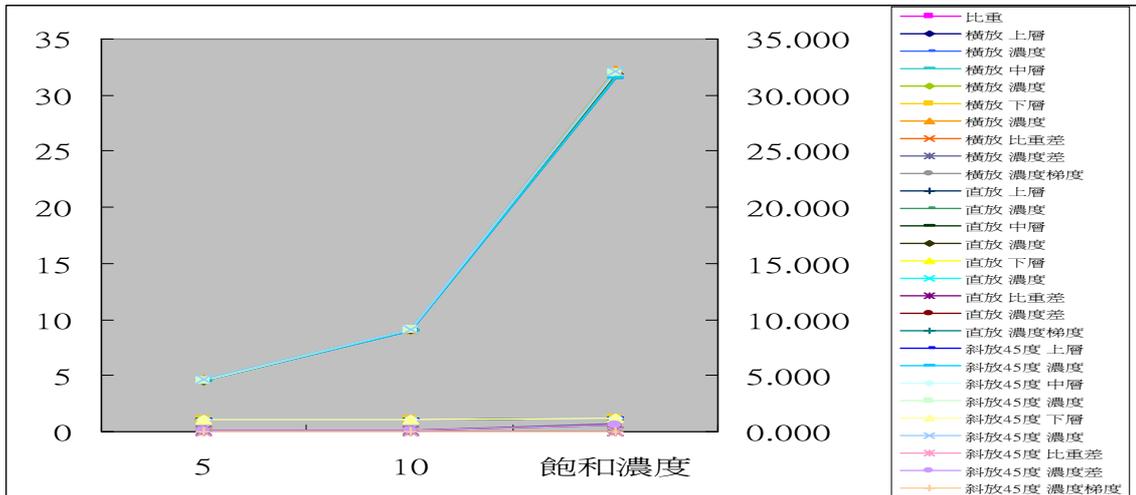
### 硫酸銅高度



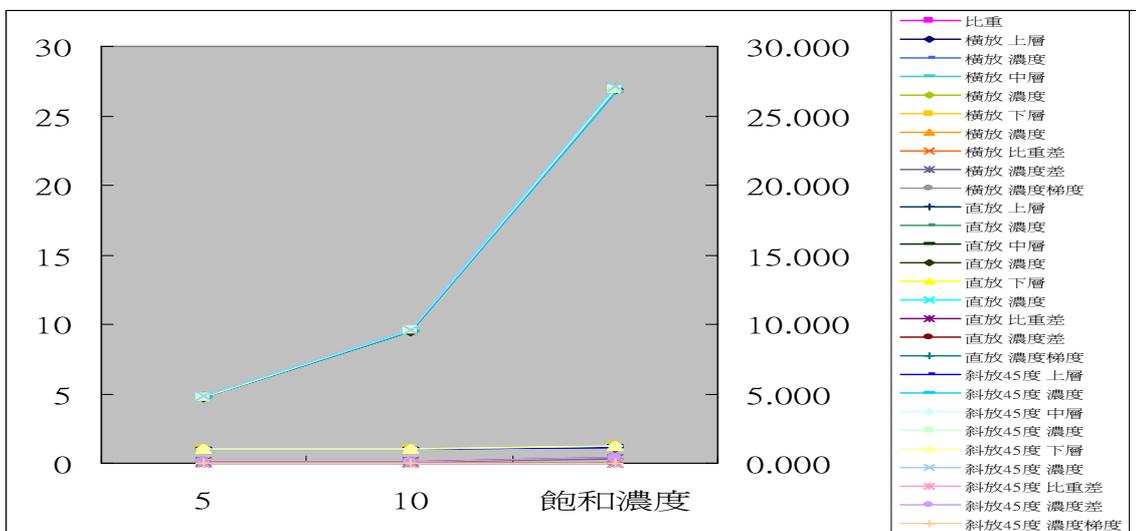
### 0度 鹽 放置



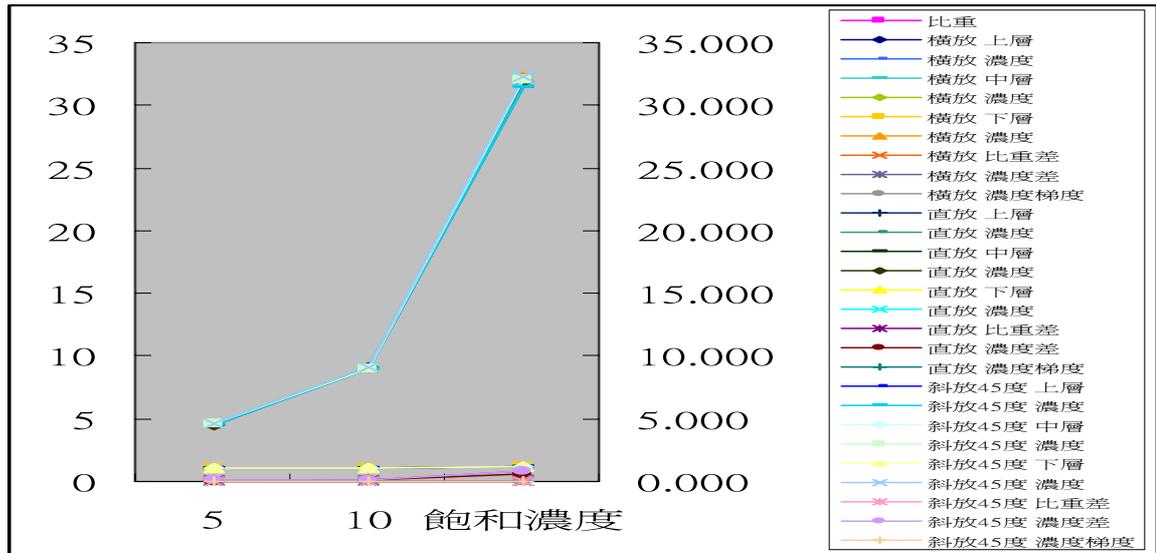
### 0度 糖 放置



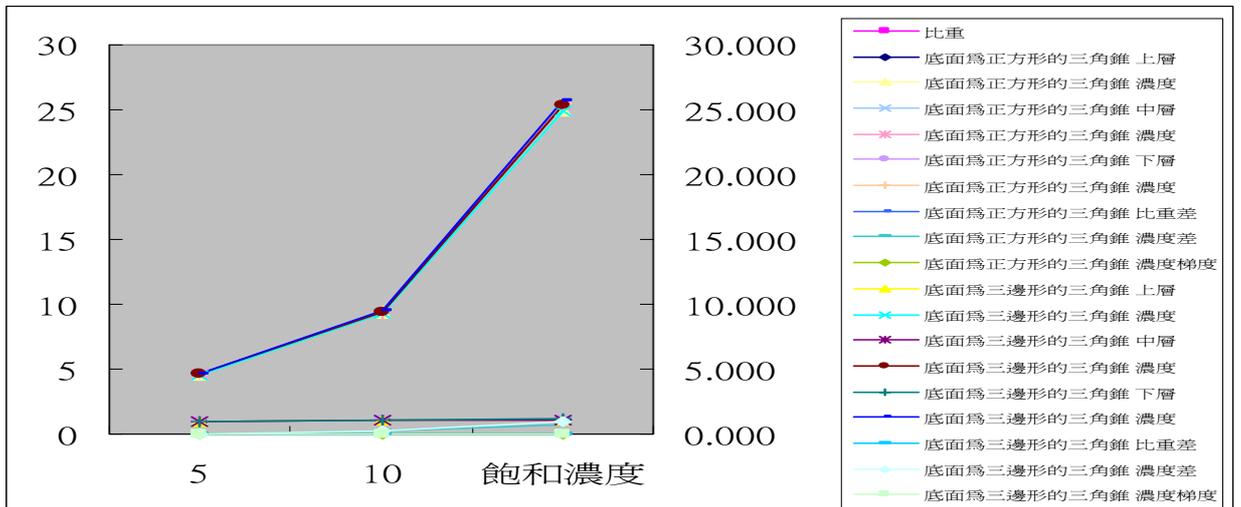
### -4度 鹽 放置



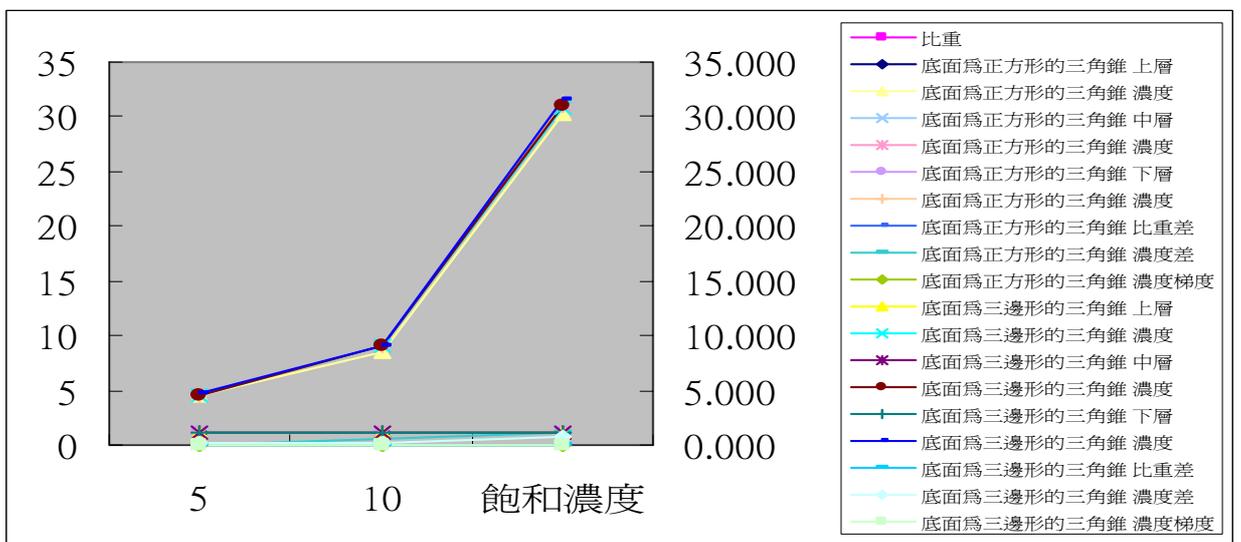
-4度 糖 放置



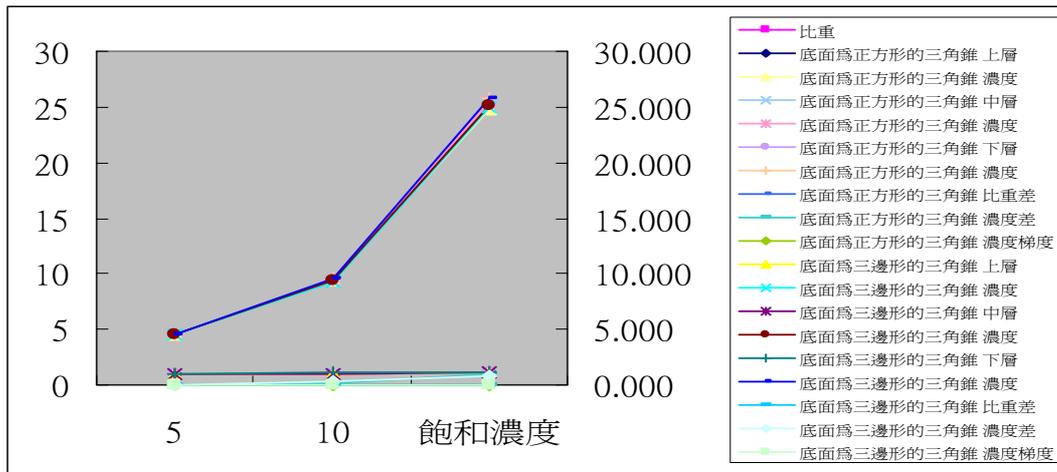
0度 鹽 容器



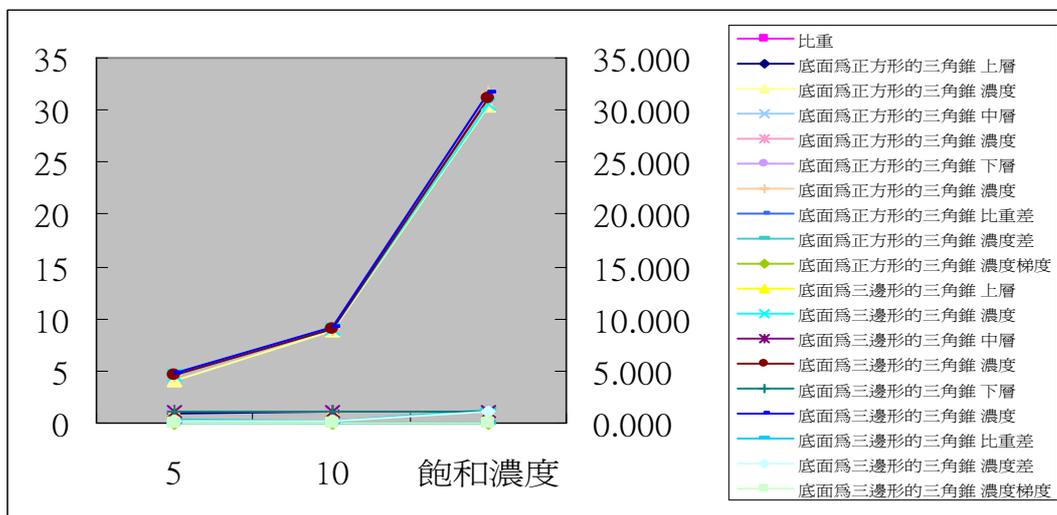
0度 糖 容器



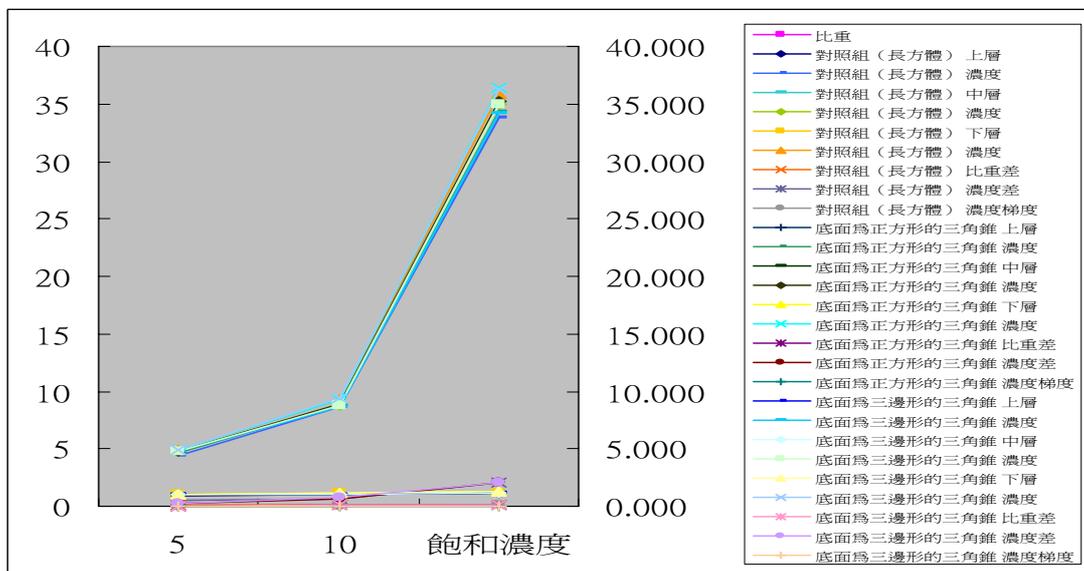
-4度 鹽 容器



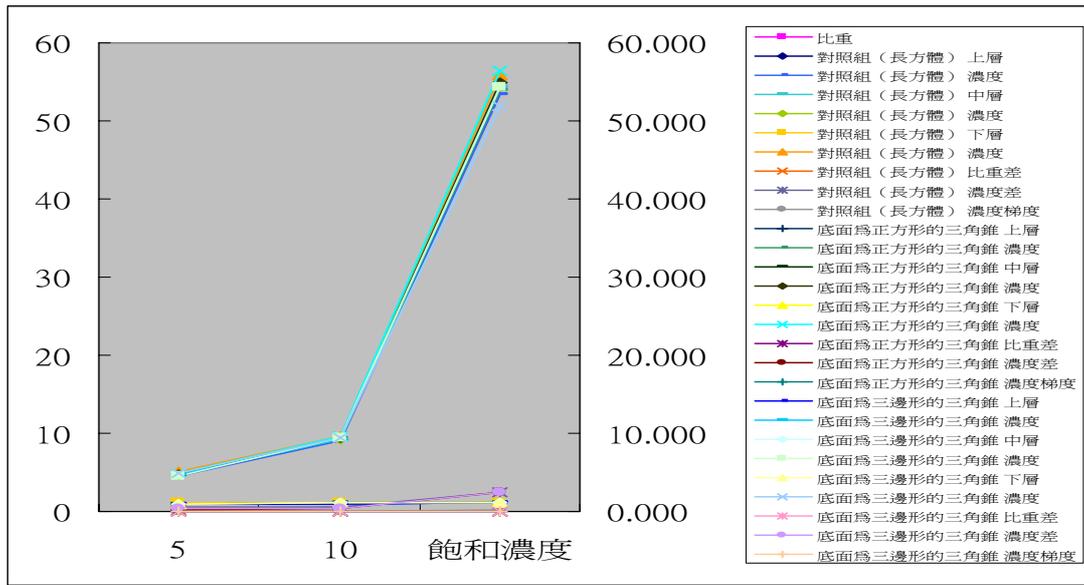
-4度 糖 容器



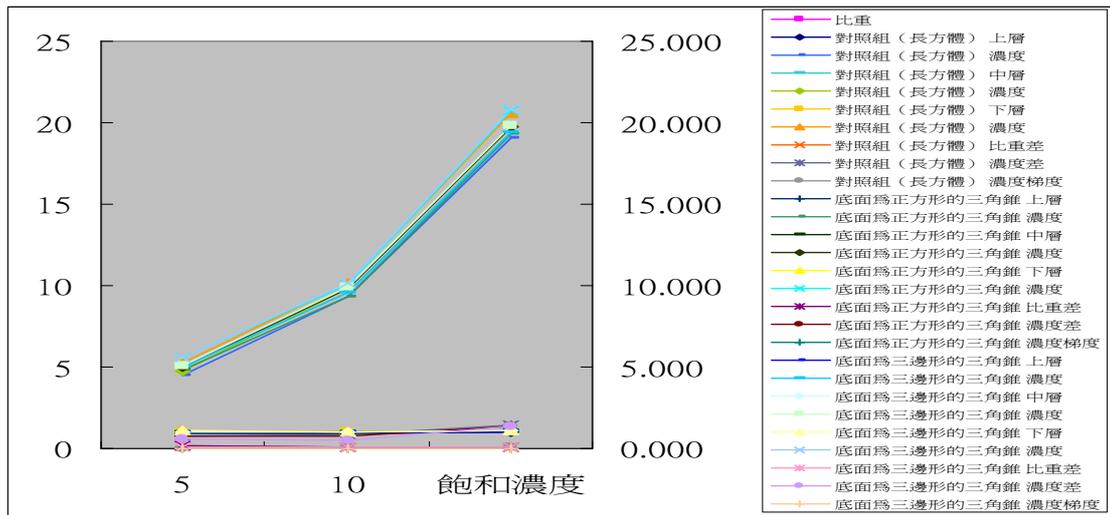
龜苓膏



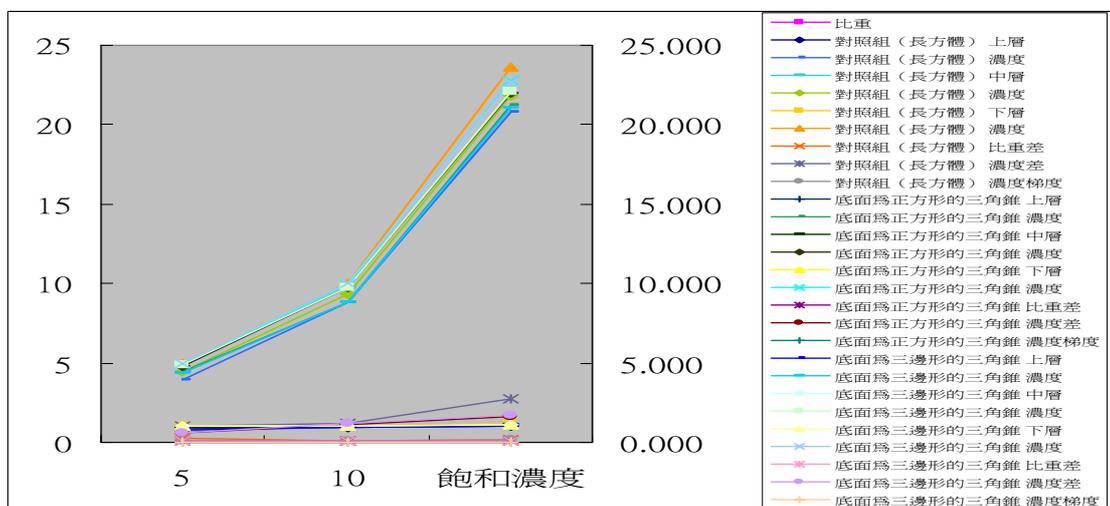
### 寒天粉



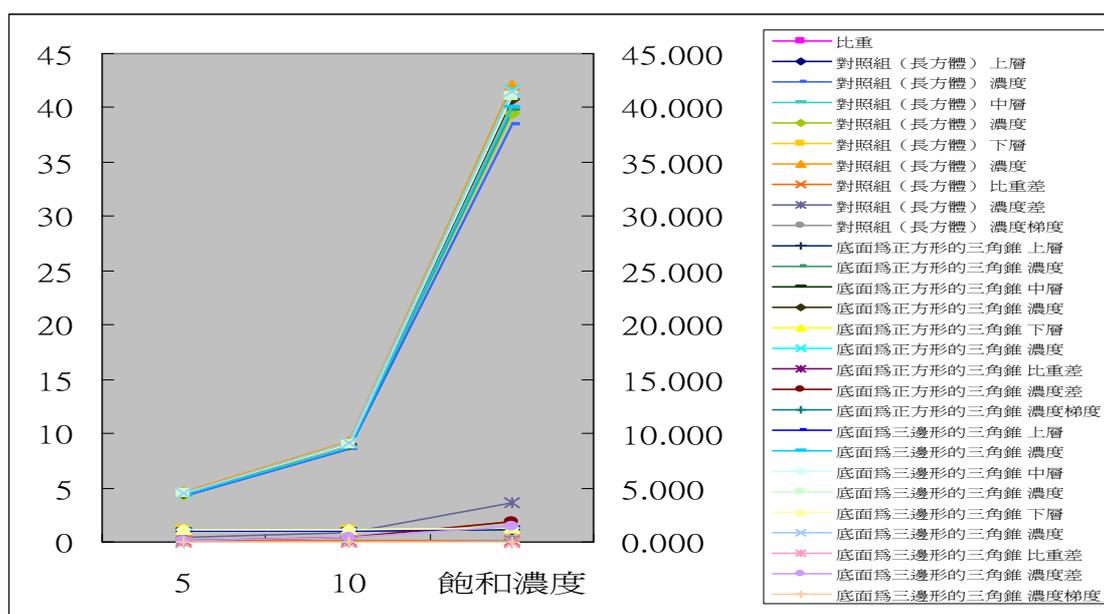
### 草莓果凍粉



### 布丁果凍粉



## 洋菜粉



## 捌、結論

- 1.物體經過冷凍，或是液體經過一段時間之後，溶質會在溶液底部。
- 2.冷凍越低溫，濃度梯度會越明顯。
- 3.物體靜置越久，濃度梯度越明顯。
- 4.放置在上窄下寬的容器中，濃度梯度較不明顯。
- 5.搖晃溶液，濃度梯度會較不明顯。
- 6.容器越高則濃度分布越不均勻

## 未來發展

- 1.可建議各種飲料、果凍採用不同的包裝方式處理(三角錐、四角椎)，讓消費者不會吃到溶質分布不均的食品
- 2.未來使用冰箱冷凍食品時，可採用不同角度擺裝

## 玖、參考資料

- 1.物質濃度梯度-生物

[http://content.edu.tw/junior/bio/tc\\_wc/textbook/ch02/supply2-0-2.htm](http://content.edu.tw/junior/bio/tc_wc/textbook/ch02/supply2-0-2.htm)

【評 語】 030805 容器與濃度梯度的關係

本作品觀察溶液濃度在容器內的差異，發現溶液位置愈低其濃度愈高。而將溶液冷凍後，溶液濃度之差異更加明顯。若能增加有效的數據分析與學理說明，將使本作品更具說服力。