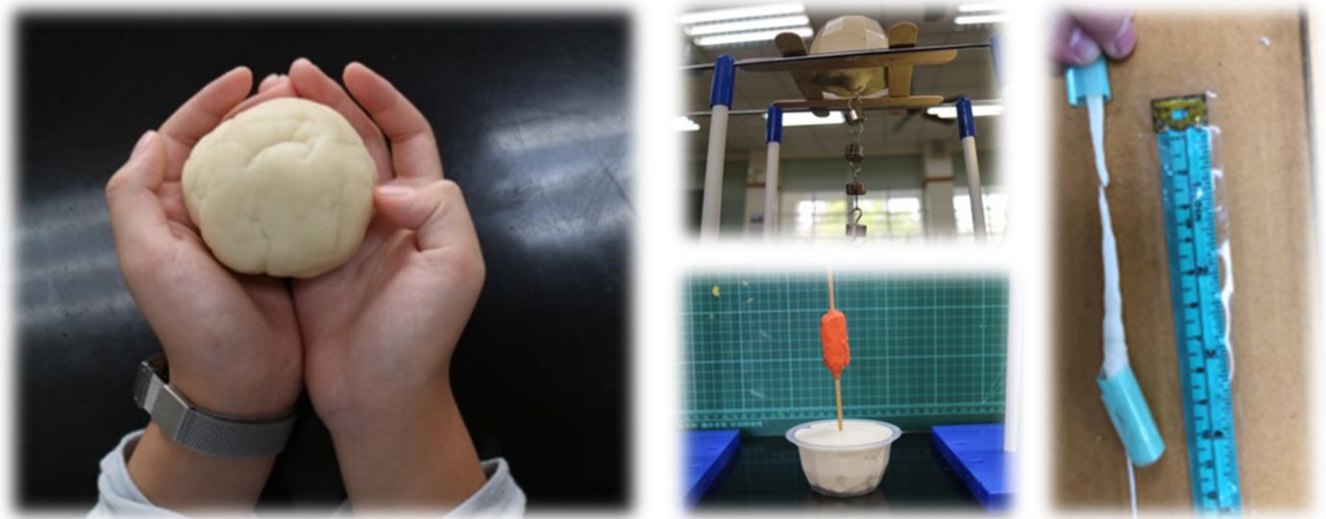


# 嘉義市第三十八屆中小學科學展覽會

## 作品說明書



科 別： 生活與應用科學科(二)

組 別： 國小組

作品名稱：無毒環保麵團黏土

關 鍵 詞：黏土、無毒黏土、環保黏土 (最多 3 個)

編 號：

# 無毒環保麵團黏土

## 摘要

為了做出無毒又環保的麵團黏土，我們蒐集網路上的黏土配方進行比較，並探討材料的性質與比例不同對黏土製作的影響，希望能找出可塑性最佳且易於保存的黏土配方。在製作方法上，我們發現塔塔粉雖然能讓黏土變得蓬鬆，卻會讓表面出現裂痕並降低柔軟性，因此我們不建議添加。而加入適量的水與油則能幫助黏土成團，我們發現 100 公克的麵團搭配 50 公克的水和 5 公克的油比例最合適，水量與油量太少麵粉黏性不夠無法成團，水量與油量太多則會讓黏土過於黏稠油膩。我們認為麵粉的筋性是影響黏土可塑性得主要關鍵，透過實驗結果得到筋性高的麵粉黏土結構較硬，支持力會較好；而筋性低的麵粉黏土結構較軟，延展性與柔軟性較好，因此為了兼顧支持力、延展性與柔軟性三項影響可塑性的關鍵，我們選擇使用中筋麵粉。接著，透過黏土鹽量實驗發現，100 公克的麵團搭配 30 公克的鹽就能達到不錯的防霉效果，但是添加的鹽量越多會讓黏土變得越硬，導致延展性與柔軟性下降。綜合上述的實驗結果，我們發現使用 100 公克的中筋麵團與 50 公克的水、5 公克的油與 30 公克的鹽進行調配，是能做出有良好可塑性且易於保存黏土的最佳配方。

## 壹、研究動機

不管是在家還是學校，我們都有玩黏土的經驗，市面上有各式各樣的黏土種類，例如：輕黏土、紙黏土和彩色黏土等等，每種黏土的軟硬度、黏度及顏色都不太相同，經過上網搜尋資料後，我們發現每種黏土的成分都不一樣，所以應用的方式也會不同，而且有些黏土不環保，不但可能會破壞環境，甚至有許多體質敏感的人玩了以後，會產生過敏的狀況。為了解決這一些問題，我們決定嘗試使用不同的材料來製作黏土，並分析出效果最好的配方，開發出安全又環保的無毒黏土，除了能讓我們更了解自己所愛的黏土外，也能讓大家玩黏土時更安心！

## 貳、研究目的

- 一、探討加入不同比例的塔塔粉、水量與油量對黏土製作過程產生的影響。
- 二、探討低筋、中筋和高筋不同性質麵粉製作的黏土支持力、延展性及柔軟性差異。
- 三、探討黏土鹽量的多寡對支持力、延展性、柔軟性與保存狀況產生的影響。

## 參、研究器材與設備

黏土成分：低筋麵粉、中筋麵粉、高筋麵粉、熱水、油、鹽、塔塔粉。

器材：砝碼、玩具車、尺、支架、冰棒棍、竹籤、保鮮膜、湯勺、量匙、油土、螺帽、鉛筆、  
培養皿、大鋼杯、小鋼杯、熱水壺、電鍋、吸油面紙、布丁杯。

設備：電子秤、微量天平、相機、碼錶、手機。

低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉	沙拉油	塔塔粉	支架組
					
量匙	培養皿	大小鋼杯	布丁杯	熱水壺	電鍋
					
砝碼(10g)	重物組(油土+螺帽+竹籤)	玩具車裝置	電子秤	微量天平	碼錶
					

## 肆、研究過程、結果與討論

### 網路自製黏土配方表

作法代號	A	B	C	D	E	F	G
麵粉	中筋麵粉 (150g)	中筋麵粉 (3 杯)	中筋麵粉 (2 杯)	中筋麵粉 (200g)	中筋麵粉 (240g)	高筋麵粉 (250g)	低筋麵粉 (2 杯)
食鹽	75g	半杯	1/2 杯	100g	80g	100g	2/3 杯
油	1 大匙	1/4 杯	2 大匙	2 茶匙	1 大匙	60g	2 大匙
水	250c.c.	1 杯	2 杯	300c.c.	300c.c.	200g	2 杯
塔塔粉	2.5 小匙	不需要	4 大匙	2 茶匙	2 茶匙	8 大匙	2 大匙
加熱	需要	不需要	需要	需要	需要	需要	需要

(出處：參考資料一~七)

從上表，我們發現：

這些配方的材料計算方式都不太一樣，有的是用重量，有的是用容量，會造成兩種誤差的可能性，首先，量杯的容量大小並沒有統一的標準尺寸；以及如果麵粉、食鹽和塔塔粉等固態材料用容量來量的話，可能會因顆粒間的空隙大小不一，造成計算上的誤差，所以我們認為用重量計量能更準確的掌握配方的比例，以此進行相關的自製黏土實驗。

### 研究一：使用塔塔粉與否所製作之黏土特性？

想法：網路上自製黏土的配方大部分都有加入塔塔粉且會加熱，但是也有不需要加入塔塔粉的配方，所以我們想要先知道有沒有加入塔塔粉是否會影響黏土的特性，以及會造成什麼差異，因此我們決定以是否加入塔塔粉為第一項操作變因製作黏土，並進行比較與觀察。

自製黏土步驟：

1. 分別取 15 公克的鹽加入 50 公克的熱水攪拌，調配成兩杯鹽水。
2. 分別取兩個鋼杯放入 5 公克的油和 100 公克的中筋麵粉攪拌，並在其中一個鋼杯加入 3.5 公克的塔塔粉。

3. 將鹽水分別倒入鋼杯中攪拌均勻。
4. 將有放塔塔粉的配方放入電鍋加熱；沒有放塔塔粉的配方則繼續攪拌。
5. 分別將完成的配方放涼取出後，用手反覆搓揉成黏土。



圖 1-1：用微量天平量取材料重量



圖 1-2：將鹽溶於水中製作鹽水



圖 1-3：將材料混合拌勻



圖 1-4：放入電鍋加熱



圖 1-5：放涼後取出揉捏



圖 1-6：搓揉成團

實驗結果：



圖 1-7：塔塔粉有無所自製成黏土的成品

結果發現：

黏土種類	塑形程度	柔軟性	裂痕	體積
有加塔塔粉	較差	較差	較多	較大
沒加塔塔粉	較優	較優	較少	較小

1. 加入塔塔粉的黏土較蓬鬆，體積較大但是表面裂痕多，但是手感佳，觸摸起來很 Q 彈，所以使用起來不夠柔軟，且不容易塑形。
2. 沒有加塔塔粉的黏土較扎實，體積較小且表面裂痕少，使用起來柔軟性佳且容易塑形。

### 研究二：不同水量所製作之黏土特性有何不同？

想法：依據網路上許多不同自製黏土的配方，我們發現水量的多寡也都不同，所以我們決定透過比例換算後，以不同水量比例（30 公克、40 公克、50 公克、60 公克、70 公克）出發，製作五種黏土，分別觀察比較實驗結果，來決定使用哪一種比例的水量來接續後面的研究。

自製黏土步驟：

1. 取 15 公克的鹽分別加入 30 公克、40 公克、50 公克、60 公克、70 公克的熱水攪拌，製作成五種溶液。
2. 取 5 公克的油加入 100 公克的中筋麵粉中攪拌。
3. 將五種溶液分別加入麵糰攪拌均勻。
4. 放涼後用手搓揉成黏土。



圖 2-1：用微量天平量取材料重量



圖 2-2：將鹽溶於水中製作溶液



圖 2-3：將油、麵粉與溶液混合



圖 2-4：揉捏製成黏土

實驗結果：



圖 2-5：不同水量自製成黏土的實驗成品

結果發現：

1. 加入 50 公克、60 公克和 70 公克的水製做而成的黏土可以成團；加入 30 公克和 40 公克的水所製做的黏土則很難成團。
2. 水量 60 公克和 70 公克所製作出的黏土表面比較軟，且摸起來十分黏手。
3. 在製作溶液的過程中（步驟一）我們發現只用 30 公克和 40 公克的熱水，無法很快將 15 公克的鹽完全溶解，所以製作成麵糰時，還有鹽顆粒的存在。
4. 從上述實驗，我們建議麵粉與水的比例為 2：1 所製作出來的麵糰最佳。

### 研究三：不同性質的麵粉所製作之黏土特性有何不同？

想法：我們發現網路上自製黏土的配方眾說紛紜，每一個網站介紹的麵粉類型都不同，因此我們分別使用了市面上常見的低筋、中筋和高筋麵粉做為此實驗的操作變因，想知道不同的麵粉製做出來的黏土有何差異。

自製黏土步驟：

1. 取 15 公克的鹽加入 50 公克的熱水，製作成鹽水。
2. 取 5 公克的油分別加入 100 公克的低筋、中筋和高筋麵粉當中攪拌。
3. 將鹽水分別加入不同類型的麵糰當中攪拌均勻。
4. 冷卻後用手揉捏製成低筋、中筋和高筋三團黏土。

#### 實驗 3-1 支持力試驗

操作變因：不同筋性的麵粉。

保持不變的變因：自製支架、黏土的重、砝碼重量。

應變變因：吊掛的砝碼重量。

實驗步驟：

1. 分別取三團不同筋性的黏土 150g 裝入布丁盒中，並在黏土團中間插入一個砝碼。
2. 在自製的支架組上將黏土團顛倒架起來。
3. 每十秒增加一個砝碼，直到砝碼脫落掉下來為止。
4. 每個砝碼 10 公克重，記錄黏土最後能支撐的砝碼重量作為實驗結果。



圖 3-1-1：用布丁杯取定量黏土並插入砝碼

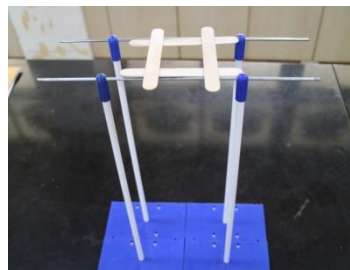


圖 3-1-2：運用冰棒棍自製支架組





圖 3-1-3：把黏土顛倒固定在支架組



圖 3-1-4：每十秒增加一個吊掛的砝碼



圖 3-1-5：黏土支持砝碼示意圖

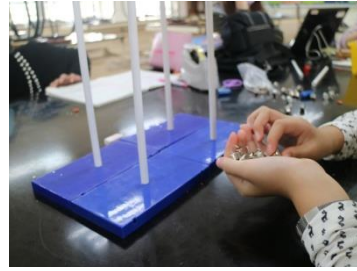


圖 3-1-6：紀錄黏土最後可支持的砝碼重量

實驗結果：

表 3-1：不同麵粉支持力的比較

種類 \ 次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
低筋	40g	50g	70g	60g	60g	60g	50g	50g	40g	40g	52g
中筋	80 g	90g	80g	80g	90g	110g	110g	60g	90g	90g	88g
高筋	130 g	130g	130g	140g	140g	140g	120g	120g	130g	110g	129g

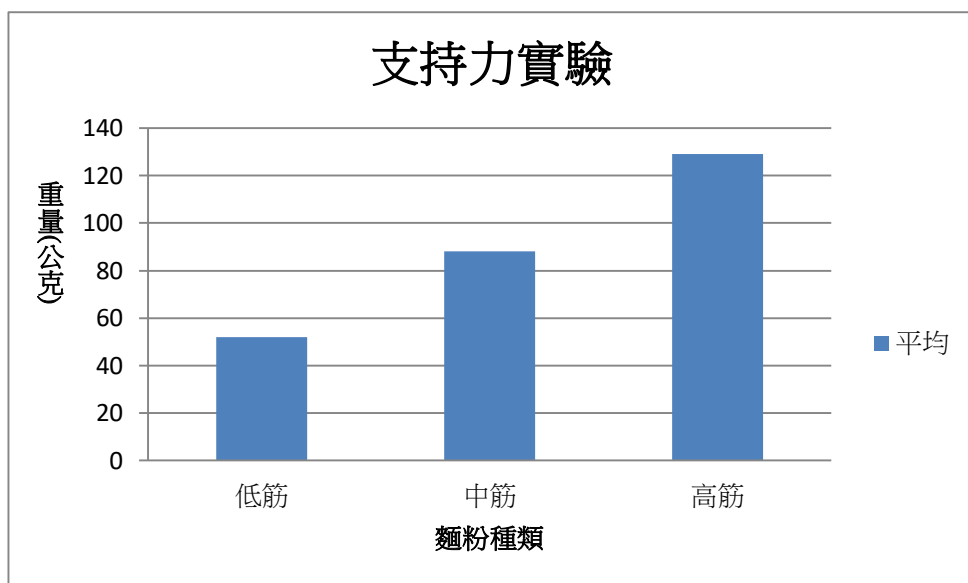


圖 3-1-7：不同麵粉種類對黏土支持力的比較

結果發現：

1. 低筋麵粉黏土平均支持力為 52 公克；中筋麵粉黏土平均支持力為 88 公克；高筋麵粉黏土平均支持力為 129 公克；所以以高筋麵粉製作的麵糰可以支撐最多的砝碼克數。
2. 由支持力實驗我們發現，筋性越高的黏土能支持力的重量也越高，代表用高筋麵粉製作而成的黏土支持力表現最好。

### 實驗 3-2 延展性試驗

操作變因：不同筋性的麵粉。

保持不變的變因：坡度、小車、吸管、線、黏土的量。

應變變因：黏土延展長度。

實驗步驟：

1. 將 10g 黏土塞入兩段吸管内。其中一段吸管固定於 15 度的斜面上；另一段吸管表面用膠帶黏綿線連結小車。
2. 將拿取小車的手放開，使小車自然滑落，造成黏土拉展，直到黏土斷裂為止。
3. 觀察黏土延展長度，並以手機慢速攝影將實驗結果記錄下來。



圖 3-2-1：設置 15 度斜面



圖 3-2-2：兩段吸管中塞入黏土

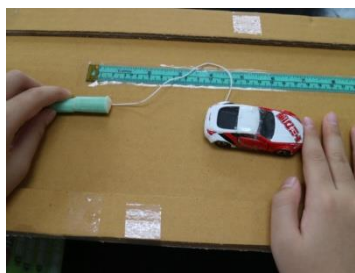


圖 3-2-3：固定器材，小車滑落拉展黏土



圖 3-2-4：紀錄黏土延展長度

實驗結果：

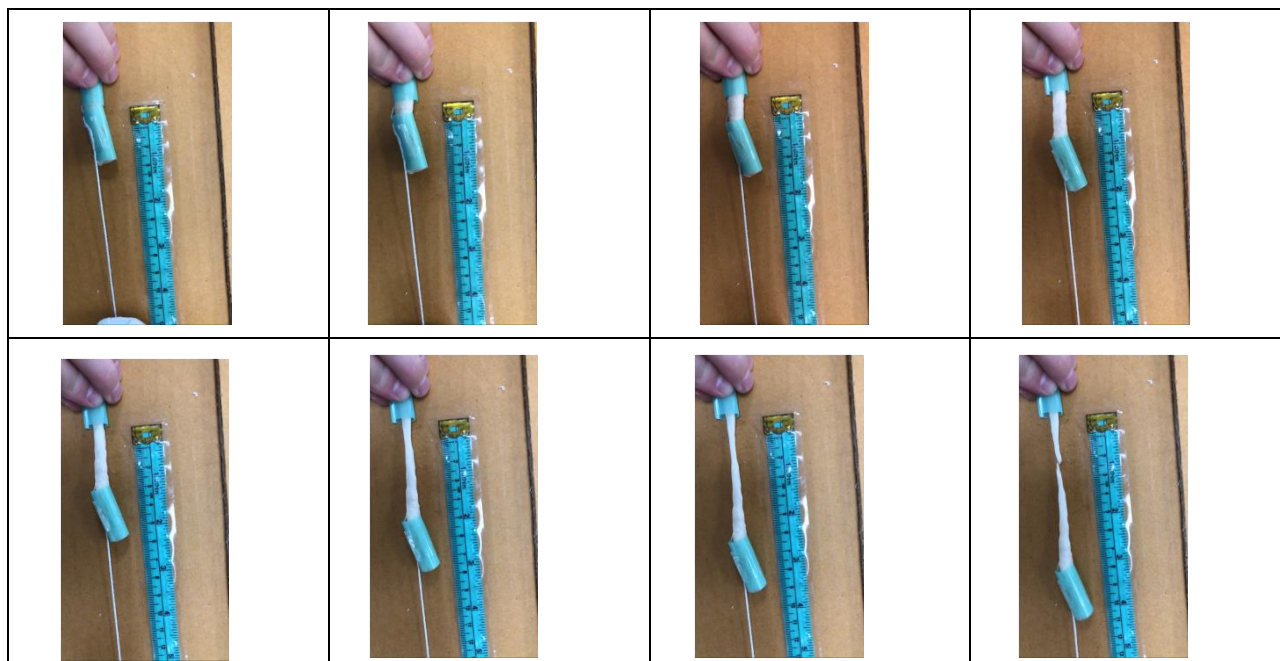


圖 3-2-6：黏土延展長度的測量

表 3-2：不同麵粉延展性的比較

次數 種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
低筋	4.5cm	4.5cm	5.5cm	6 cm	5.5cm	6cm	4.5cm	5.5cm	6.5cm	5.5cm	5.4cm
中筋	4.5cm	4cm	3.5cm	4.5cm	4cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm	4cm	3.5cm	4.15cm
高筋	3.5cm	2cm	1.5cm	2.5cm	3.5cm	2.5cm	2.5cm	3.5cm	1.5cm	3cm	2.6cm

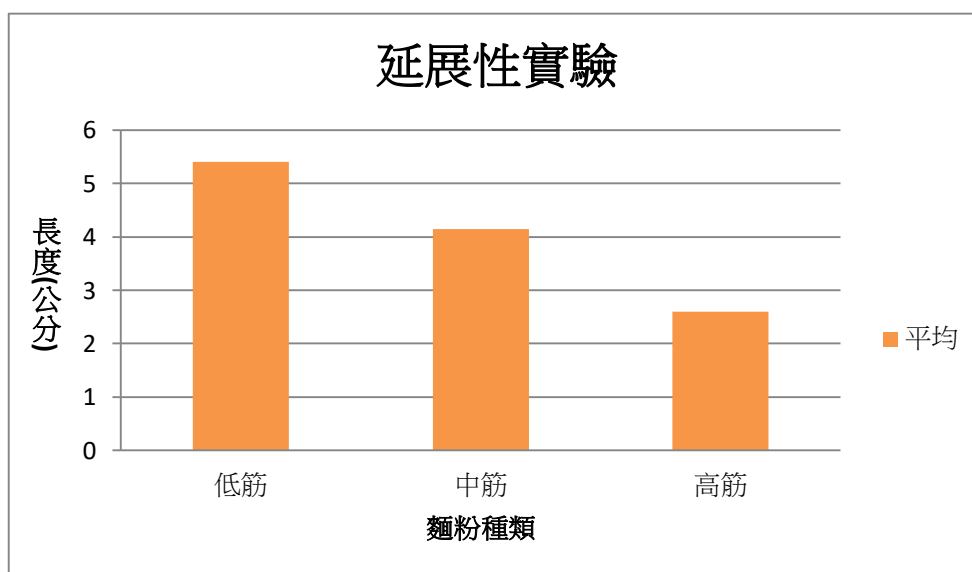


圖 3-2-7：不同麵粉種類對黏土延展性的比較

結果發現：

1. 低筋麵粉黏土平均延展性為 5.4 公分；中筋麵粉黏土平均延展性為 4.15 公分；高筋麵粉黏土平均延展性為 2.6 公分。
2. 由延展性實驗我們發現，筋性越低的黏土能延展的長度也越長，代表用低筋麵粉製作而成的黏土延展性表現最好。

### 實驗 3-3 柔軟性試驗

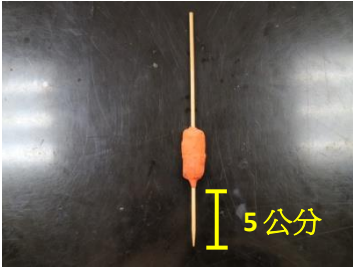
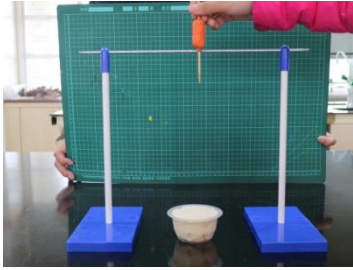
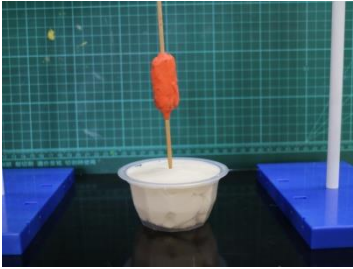

操作變因：不同筋性的麵粉。

保持不變的變因：黏土的量、竹籤、竹籤落下高度。

應變變因：竹籤插入黏土的深度。

實驗步驟：

- 1.分別取不同筋性的黏土 150 公克裝進布丁杯裡，將配置好的竹籤固定在鐵架的位置。
- 2.將拿取竹籤的手放開，使的竹籤垂直掉落，並插入黏土中。
- 3.觀察竹籤掉落後所插入的深度，並將實驗結果記錄下來。

	
圖 3-3-1：竹籤加上螺帽與油土來固定掉落方向	圖 3-3-2：黏土與竹籤放於固定位置
	
3-3-3 圖：竹籤垂直掉落插入黏土中	圖 3-3-4：測量竹籤插入黏土的深度

實驗結果：

表 3-3：不同麵粉柔軟性的比較

次數 種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
低筋	1.9cm	1.8cm	2.4cm	1.9cm	1.9cm	2.0cm	2.0cm	1.8cm	1.6cm	1.6cm	1.89cm
中筋	1.3cm	1.3cm	1.8cm	2.0cm	1.4cm	1.7cm	1.6cm	1.6cm	1.5cm	1.8cm	1.6cm
高筋	1.5cm	1.6cm	1.5cm	1.3cm	1.6cm	1.3cm	1.4cm	1.5cm	1.5cm	1.4cm	1.46cm

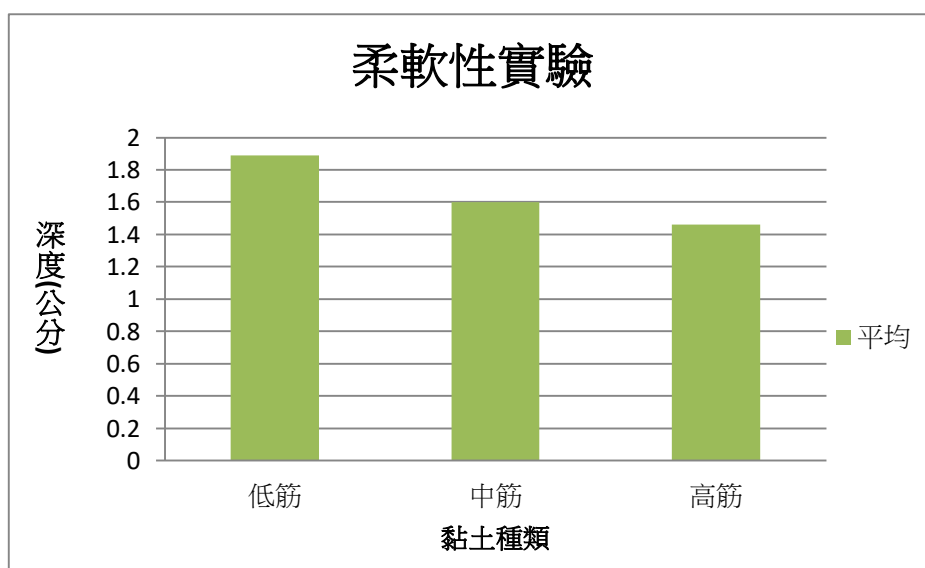


圖 3-3-5：不同麵粉種類對黏土柔軟性的比較

結果發現：

1. 低筋麵粉黏土平均柔軟性為 1.89 公分；中筋麵粉黏土平均柔軟性為 1.6 公分；高筋麵粉黏土平均柔軟性為 1.46 公分
2. 由柔軟性實驗我們發現，筋性越低的黏土竹籤插入的長度也越長，代表用低筋麵粉製作而成的黏土柔軟性表現最好。

#### 研究四：不同重量的鹽加入中筋麵粉所製作之黏土特性有何不同？

想法：在網路上的配方中，黏土製作所加入的鹽，是為了達到防止發黴的作用，但是除此之外，我們並不知道是否也會影響黏土的特性，所以我們決定用不同重量的鹽做為此實驗的操作變因，皆運用中筋麵粉自製成五種黏土，想知道不同鹽份做出來的黏土有何特性與差異。

自製黏土步驟：

1. 分別取 10 公克、20 公克、30 公克、40 公克、50 公克的鹽加入 50 公克的水，製作成五種溶液。
2. 取 5 公克的油加入 100 公克的中筋麵粉。
3. 將五種溶液分別加入中筋麵粉。
4. 揉捏麵糰製成黏土。

#### 實驗 4-1 支持力試驗

操作變因：不同鹽量的黏土。

保持不變的變因：自製支架、黏土的量、單顆砝碼重量。

應變變因：吊掛的砝碼數。

實驗步驟：

1. 分別取五團不同鹽量的黏土 150g 裝入布丁盒中，並在黏土團中間插入一個砝碼。
2. 在自製的支架組上將黏土團顛倒架起來。
3. 每十秒增加一個砝碼，直到砝碼脫落掉下來為止。
4. 每個砝碼 10 公克重，記錄黏土最後能支撐的砝碼重量作為實驗結果。

實驗結果：

表 4-1：不同鹽度黏土支持力的比較

鹽量 \ 次數	1	2	3	4	5	平均
10g	100g	100g	100g	140g	130g	114g
20g	130g	130g	120g	120g	130g	126g
30g	120g	140g	120g	140g	150g	134g
40g	130g	150g	150g	160g	140g	146g
50g	180g	190g	230g	260g	260g	224g

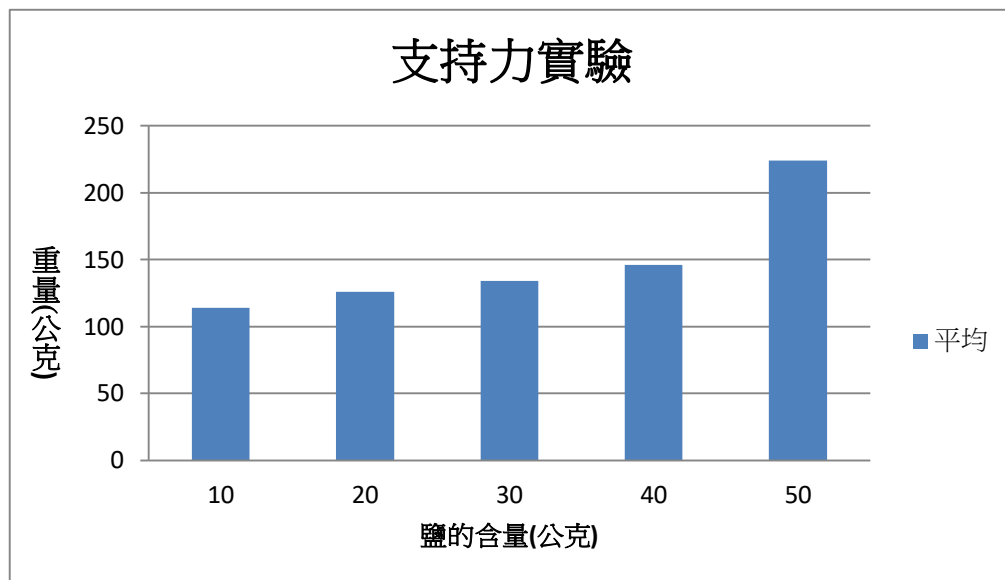


圖 4-1：不同含量的鹽對黏土支持力的比較

結果發現：

1. 鹽量 10 公克的黏土平均支持力為 114 公克；鹽量 20 公克的黏土平均支持力為 126 公克；鹽量 30 公克的黏土平均支持力為 134 公克；鹽量 40 公克的黏土平均支持力為 146 公克；鹽量 50 公克的黏土平均支持力為 224 公克。
2. 由支持力實驗我們發現，鹽量越多的黏土能支持的砝碼重也越重，其中用 50 公克的鹽製作而成的黏土支持力表現最好。

### 實驗 4-2 延展性試驗

操作變因：不同鹽量的黏土。

保持不變的變因：坡度、小車、吸管、線、黏土的量。

應變變因：黏土延展長度。

實驗步驟：

1. 分別取 5 團不同鹽量的黏土 10g 黏土塞入兩段吸管内。其中一段吸管固定於 15 度的斜面上；另一段吸管表面用膠帶黏綿線連結小車。
2. 將拿取小車的手放開，使小車自然滑落，造成黏土拉展，直到黏土斷裂為止。
3. 觀察黏土延展長度，並以手機慢動作攝影將實驗結果記錄下來。

實驗結果：

表 4-2：不同鹽度黏土延展性的比較

次數 鹽量	1	2	3	4	5	平均
10g	5.5cm	5.5cm	6cm	6.5cm	7cm	6.1cm
20g	3cm	3cm	3cm	3cm	2.5cm	2.9cm
30g	2.5cm	2cm	2.5cm	3cm	2cm	2.4cm
40g	2cm	2.5cm	2.5cm	2cm	2cm	2.2cm
50g	2cm	2cm	1.5cm	1.5cm	1.5cm	1.7cm

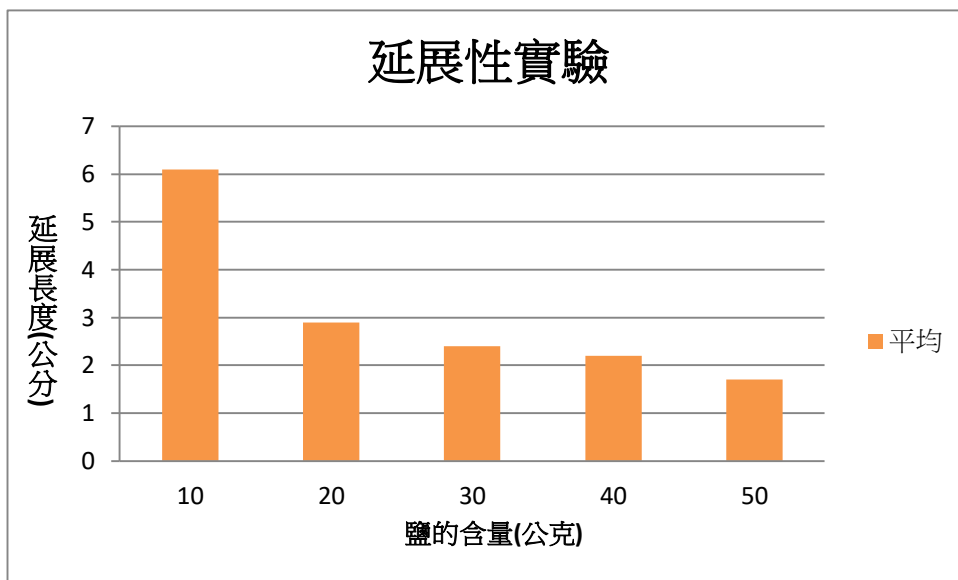


圖 4-2：不同含量的鹽對黏土延展性的比較

結果發現：

1. 加入鹽量的不同，會影響黏土的延展性。加了 10 公克鹽的黏土平均拉了 6.1cm，延展性較佳；加了 50g 鹽的黏土平均只拉了 1.7cm，延展性較差。
2. 加入 30g、40g 鹽的黏土延展性最相近，因為它們平均值只差 0.2cm，是所有數據裡面相差最少的。
3. 以相鄰兩組來比較，10g 與 20g 的鹽的黏土延展性相差最大，差了 3.2cm。



### 實驗 4-3 柔軟性試驗

操作變因：不同鹽量的黏土

保持不變的變因：黏土的量、竹籤、竹籤落下高度

應變變因：竹籤插入黏土的深度

實驗步驟：

- 1.分別取不同鹽量的黏土 150 公克裝進布丁杯裡，將配置好的竹籤固定在鐵架的位置。
- 2.將拿取竹籤的手放開，使的竹籤垂直掉落，並插入黏土中。
- 3.觀察竹籤掉落後所插入的深度，並將實驗結果記錄下來。

實驗結果：

表 4-3：不同鹽度黏土柔軟度的比較

次數 鹽量	1	2	3	4	5	平均
10g	1.5cm	1.7cm	1.6cm	1.5cm	1.4cm	1.54cm
20g	1.0cm	1.1cm	1.1cm	1.0cm	1.3cm	1.1cm
30g	1.0cm	0.9cm	1.0cm	1.2cm	1.1cm	1.04cm
40g	1.0cm	1.1cm	0.8cm	0.5cm	1.2cm	0.92cm
50g	0.6cm	0.5cm	0.3cm	0.3cm	0.8cm	0.5cm

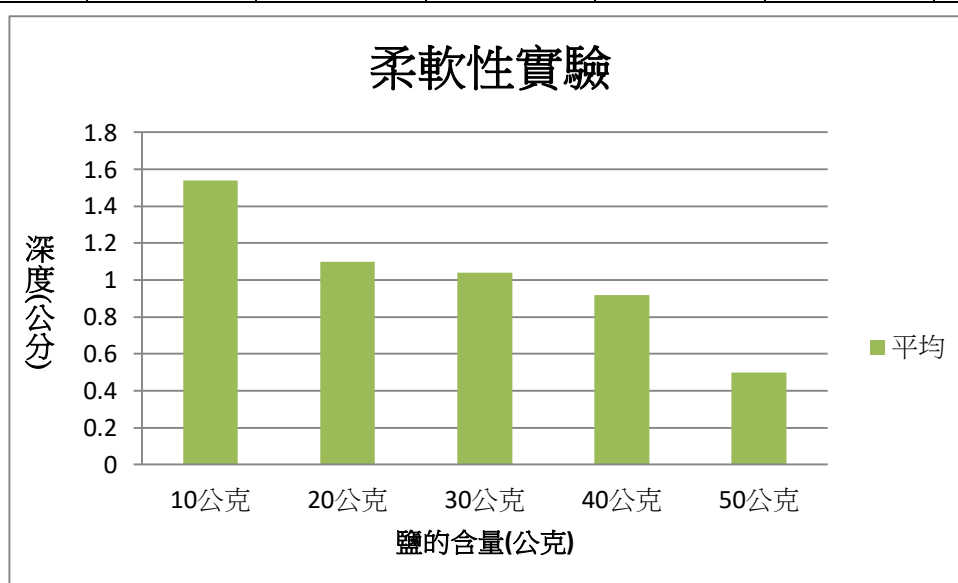


圖 4-3：不同含量的鹽對黏土柔軟性的比較

結果發現：

1. 實驗發現加入 10 公克的鹽的製作的黏土，竹籤插入的長度最長，黏土的柔軟性最好。而加入 50 公克鹽製作的黏土，竹籤插入的深度最淺，黏土的柔軟性最差。
2. 由實驗結果發現，加入 20 公克至 40 公克的鹽所製作而成的黏土，竹籤插入的深度相近，判斷這些黏土的柔軟性應該差不多。

#### 實驗 4-4 發黴試驗

想法：網路上說明食鹽是用來防止發黴的，根據上面的實驗，我們發現鹽的量越多，雖然黏土的支持力比較好，但是延展性和柔軟性都比較差，實際使用上也覺得鹽越多黏土會越硬，變得不容易操作。因此，我們又想試看看不同鹽量製作的黏土，發黴程度的比較，並找出適合的鹽量，讓黏土好操作，又不容易發黴。

操作變因：不同鹽量的黏土。











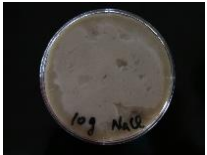




保持不變的變因：恆溫箱的溫度、黏土的量。

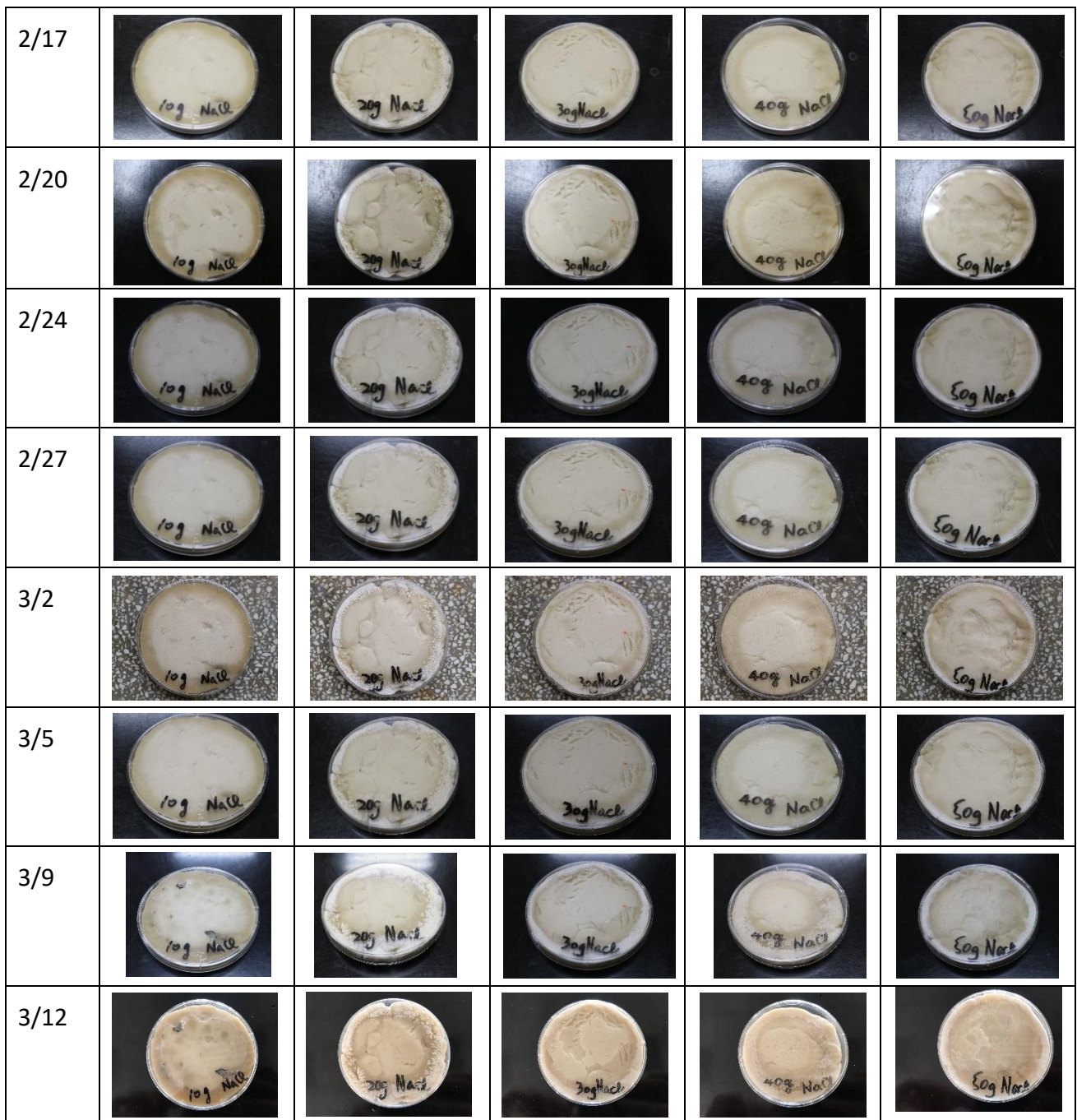
應變變因：黏土的發黴程度。

實驗步驟：

1. 將五種不同鹽量的黏土分別取 100g 放入培養皿中，並加上蓋子蓋好。
2. 將恆溫箱的溫度設定攝氏 27 度，每隔三到四天觀察並記錄黏土發黴的情形。

實驗結果：

日期	10g	20g	30g	40g	50g
2/7					
2/10					
2/13					



結果發現:

1. 經過五個禮拜後我們觀察發現，鹽量 10 公克的黏土表面會有綠、黑、白色的黴菌孳生，而且數量隨著時間愈來愈多；鹽量 20 公克的黏土周圍的部分乾掉，表面只有一些發黴點；鹽量 30 公克的黏土周圍乾掉了，黏土上有鹽的結晶，沒有出現發霉現象；鹽量 40 公克的黏土周圍乾掉了，黏土上鹽的結晶更明顯，沒有出現發霉現象；鹽量 50 公克的黏土周圍乾掉了，黏土表面上鹽的結晶最明顯，且沒有出現發霉現象。

2. 透過實驗我們發現，在 100g 的麵粉中加入超過 30g 的鹽，在恆溫箱 27 度的情況下存放五個禮拜，表面依舊不會出現發霉現象。但是，隨著鹽份越來越多，會結晶在表面的鹽也會越來越多。

### 研究五：不同重量的油加入中筋麵粉所製作之黏土特性有何不同？

想法：由查詢到的配方資料發現，在黏土裡面加入適當的油能夠幫助黏土更容易成團。因此我們希望將油量作為此實驗的操作變因，以中筋麵粉製作出不同油量的黏土，試驗出不同油量的黏土有何差異特徵。

自製黏土步驟：

1. 分別取 15 公克的鹽加入 50 公克的熱水，製作成鹽水五杯。
2. 分別在五杯裝有 100 公克中筋麵粉的鋼杯中加入 0 公克、5 公克、10 公克、15 公克和 20 公克的油。
3. 將鹽水分別倒入鋼杯當中並攪拌均勻。
4. 冷卻後用手揉捏麵糰製成五種不同油量的黏土。

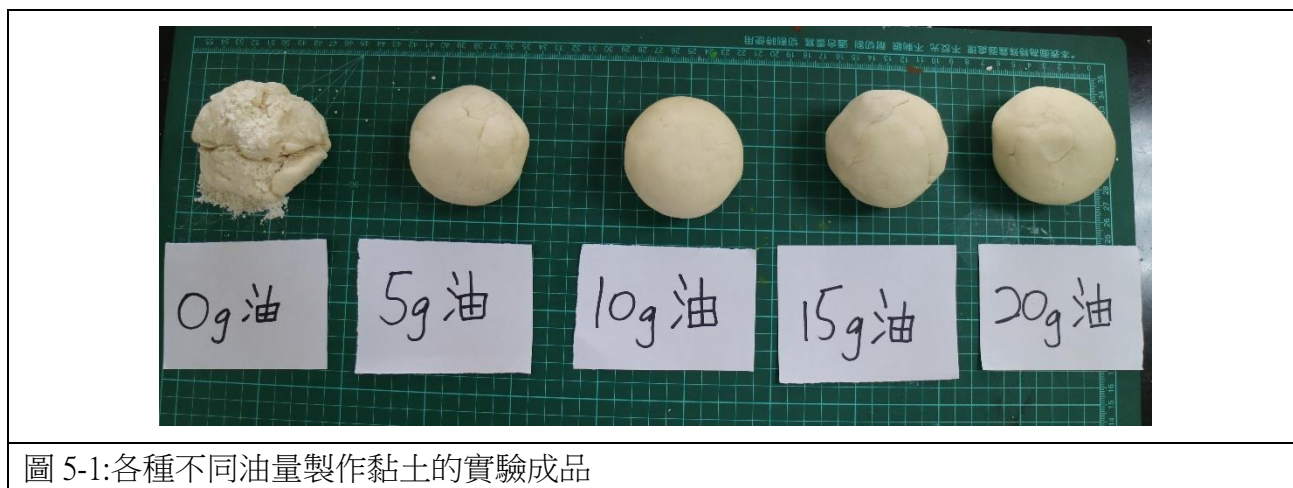


圖 5-1:各種不同油量製作黏土的實驗成品

操作變因：不同油量的黏土。

保持不變的變因：黏土的量、吸油面紙。

應變變因：黏土的發黴程度。



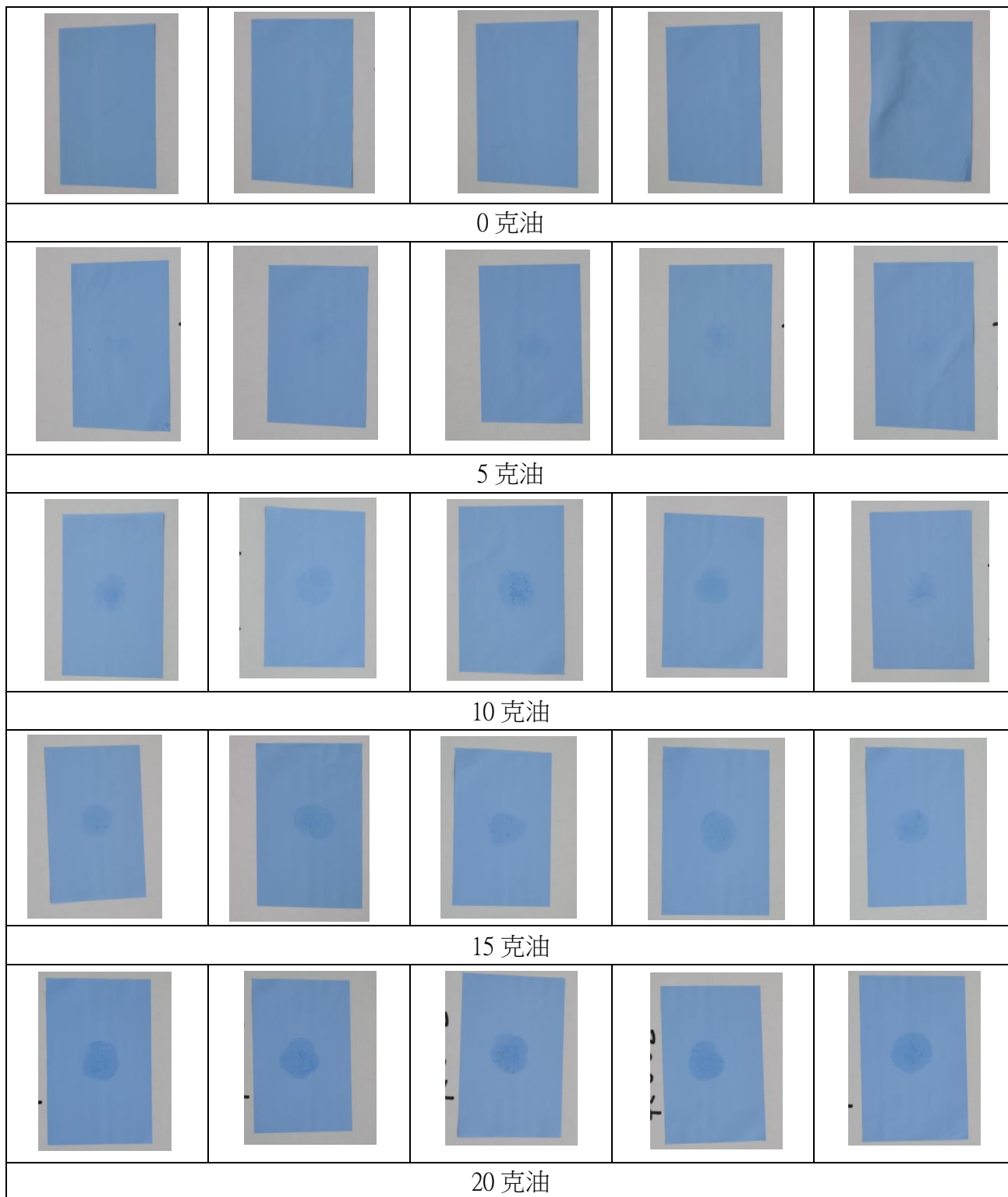
圖 5-2:量黏土的重量

圖 5-3:將黏土壓在吸油面紙上。


實驗步驟：

1. 將五種不同油量的黏土分別放置在吸油面紙上 10 秒鐘。
2. 將黏土移開，用相機記錄吸油面紙上殘留油漬的狀況。

實驗結果：



結果發現：

黏土種類	0 公克油	5 公克油	10 公克油	15 公克油	20 公克油	
油漬多寡	少					多
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 實驗發現，黏土中的油量越多時，在吸油面紙上殘留下的油漬也會越多。</li><li>2. 完全沒加入油的黏土團，在搓揉的過程當中無法順利成團，會像是水量不夠一樣化為粉狀。</li><li>3. 油量超過 5 公克製作的黏土，在使用時明顯會在手掌上留下油漬，以油量 20 公克的黏土團特別明顯。</li></ol>						

## 伍、討論

一、要做出可塑性最好且容易保存的無毒黏土，最佳的配方比例如何配置？

我們認為一個具有良好可塑性的黏土，必須是在使用時能夠輕易地搓揉改變形狀(柔軟性)，並且具有一定的延展能力不容易斷裂(延展性)，最後能夠支撐起作品不輕易崩塌(支持力)。透過我們的實驗發現，要做出可塑性最佳的無毒黏土，與材料的選擇和比例的拿捏有著十分密切的關連性。在製作方式方面，我們發現在製作黏土時不需要像網路配方一樣另外加入塔塔粉，加入塔塔粉的用意是希望讓黏土能夠變得更蓬鬆，但這樣反而會導致黏土的柔軟性變差，並在表面產生許多裂痕，進而影響黏土的使用。水量的部份，每 100 公克的麵粉我們建議搭配 50 公克的熱水最適合，因為低於 50 公克的水黏土的黏性不夠無法順利成團，而高於 50 公克的水則會讓黏土變得過於黏稠。最後，油的部份我們建議每 100 公克的麵粉搭配 5 公克的油即可，完全不放油的話也會無法成團，但是油太多的話又會過於油膩不方便使用。

影響黏土可塑性的主要關鍵，我們認為是麵粉的種類與性質，在研究三我們分別使用不同筋性的麵粉製作黏土，並分析其支持力、延展性與柔軟性發現，支持力的表現上麵粉的筋性越高表現就越好，然而在延展性與柔軟性的部分反而是筋性越低表現就越好。更直接的一點說，用高筋麵粉做成的無毒黏土，結構會比較硬比較扎實，但是較難搓揉且容易斷裂；而用低筋麵粉做成的無毒黏土，結構雖然比較柔軟且具有延展能力，但是支撐的效果卻較差。綜合以上的結果我們發現，中筋麵粉雖然在支持力、延展性與柔軟性實驗中都沒有突出的表

現，但是它反而是能夠兼具三項特性的合適材料，因此最適合做為我們自製黏土使用的麵粉類型。

而保存時間的部份，則是與鹽量的比例有著絕對的關聯性，透過我們的實驗發現，100公克的麵粉加入30公克以上的鹽，在恆溫攝氏27度的狀況下五個星期之內都沒有發霉現象產生。但是，我們在研究四的實驗也發現，鹽量的多寡對於黏土的支持力、延展性與柔軟性也會造成影響。以100公克的麵粉進行試驗的狀況下，加入的鹽份越多支持力會越好，但是延展性與柔軟性則會變差；相反的，加入的鹽份越少延展性與柔軟性會越好，但是支持力反而變差。更直接的一點說，加入越多的鹽能讓黏土變得更硬進而增加支持力，但是反而會讓黏土失去原有的柔軟與延展能力。因此，我們認為適合加入的鹽量約為30公克，剛好能具有有效的防霉效果，且對黏土的柔軟性與延展性不會造成太劇烈的影響。

綜合以上的結果我們建議，如果想要製作同時具有可塑性且能夠長期保存的黏土，最好使用100公克的中筋麵粉搭配50公克的水與5公克的油，並添加30公克的鹽幫助防霉，就能夠做出兼具支持力、延展性與柔軟性三項可塑能力且易於保存的無毒黏土。

## 二、自製無毒黏土比起一般的市售黏土具有哪些優點與特性？

根據我們的實驗結果，我們認為自製的無毒黏土比起一般市售的黏土更加的安全且環保。首先我們的黏土使用的材料皆為廚房當中就能輕易取得，而且全部都是可食用的材料，不像一般市售的黏土可能會有化學添加物甚至重金屬的危險，無毒黏土就算誤食也不會有中毒的危險。除此之外，小朋友們也可以根據自己使用的需求，改變黏土當中水、油、鹽與麵粉的比例與種類，來調整出不同軟硬程度的黏土來使用。而這種天然材料製成的無毒黏土能被微生物順利分解，因此不會對我們的環境造成汙染與傷害。

## 陸、結論

### 一、探討加入不同比例的塔塔粉、水量與油量對黏土製作過程產生的影響。

加入塔塔粉加熱能夠幫助黏土變得更蓬鬆，但是也會導致黏土產生裂痕且柔軟性變差，因此我們不建議添加塔塔粉。經實驗發現100公克的麵粉搭配50公克的熱水最為合適，水量

太少黏性不夠黏土無法成團，水量太多則會導致黏土太過黏稠。油量的部份，我們建議 100 公克的麵粉搭配 5 公克的油即可，完全不加油的麵粉無法成團，過量的油則會導致黏土過於油膩影響使用。

二、探討低筋、中筋和高筋不同性質麵粉製作的黏土支持力、延展性及柔軟性差異。

分別以不同筋性的麵粉製作黏土，並實驗分析其支持力、延展性及柔軟性發現，高筋麵粉製成的黏土擁有最佳的支持力，但是延展性及柔軟性則最差；中筋麵粉製成的黏土雖無特別突出的表現，卻兼具支持力、延展性及柔軟性三項特性；低筋麵粉製成的黏土則擁有最佳的延展性及柔軟性，但是支持力卻最差。因此，我們建議以中筋麵粉做為製作無毒黏土所使用的材料。

三、探討黏土鹽量的多寡對支持力、延展性、柔軟性與保存狀況產生的影響。

透過研究四時驗發現，在 100 公克的麵粉當中添入 30 公克以上的鹽，即可達到一定的防霉效果。此外，我們也發現鹽量的多寡與無毒黏土的支持力、延展性與柔軟性具有關聯性，添加的鹽份越多，會使得黏土結構變硬進而提升支持力，但是也會使黏土的柔軟性與延展性變弱。因此我們建議，100 公克的麵粉中添加 30 公克的就可以得到防霉效果，且對於黏土可塑性不會造成太大的影響。

四、最佳的黏土配方

根據我們的實驗結果，發現最佳的無毒環保黏土配方的比例為---

中筋麵粉：水：鹽：油 = 20：10：6：1。

## 柒、參考資料

一、作法超簡單！教你 DIY 無毒黏土&黏土保存好方法 2015 年 4 月 18 日，取自：

<https://www.kidsplay.com.tw/diy/content/1056#.XjkcAE8za1s>

二、【親子 DIY】自製無毒黏土，小童放心玩 2017 年 2 月 13 日，取自：

<https://mamaclub.com/learn/>

三、\*[黏土 DIY] 超乎想像簡單之無毒天然香料自製黏土自己動手做最安心!!!!\*2016 年 1 月 10

日，取自：<http://www.ppmfam.com/blog/post/442654349>



四、自制黏土 DIY 教學，取自：

[http://www.rdsoap.com/sweet/d-1.html?fbclid=IwAR0MWJBQdJJWz28fOp2z\\_UddsIVFiX9MEJNjOjjuW1ZMVMnn5lh-6i5duLQ](http://www.rdsoap.com/sweet/d-1.html?fbclid=IwAR0MWJBQdJJWz28fOp2z_UddsIVFiX9MEJNjOjjuW1ZMVMnn5lh-6i5duLQ)

五、【親子 DIY】兩款自製黏土做法與遊戲心得(電鍋 V.S 免煮)2016 年 3 月 10 日，取自

<https://naori29.pixnet.net/blog/post/321929790>

六、[育兒] DIY 高筋麵粉自製黏土-麵粉鹽塔塔粉之懶人電鍋法|天然安全無毒不怕誤食 2017 年 8 月 26 日，取自：

<https://yopalit.pixnet.net/blog/post/45272136>

七、【整理】自製無毒黏土 2011 年 4 月 17 日，取自：

<https://beautydiy.pixnet.net/blog/post/31520401>

八、江宜蓀、李妍、金冠辰、許悅(2013)。Let's Play Dough—自製無毒黏土之研究。全國第 53 屆科展國小組-生活與應用科學科。