

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：「史」無前例—信守「糯」「鹽」、「薯」黏「油」成

關 鍵 詞：食材史萊姆、澱粉食品、鹽

編 號：

「史」無前例—信守「糯」「鹽」、「薯」黏「油」成

摘要

史萊姆風靡老少，讓大家既愛又怕！雖然標榜「無硼」、「無毒」，但是仍是讓人心覺得徬徨不安。如果能用食材來做史萊姆，不就可以一掃疑慮了嗎？本研究從日常可見的Q彈食品為起點，分析並了解食材的特性，進而研發出「食材史萊姆」的配方與用量：糯米(10g)+木薯粉(40g)+水(75g)+鹽巴(20g)→攪拌加熱→收乾→添加食用油(8g)+甘油(1g)。歡迎大家和我們一起信守「糯」「鹽」、「薯」黏「油」成，享受這「史」無前例的「食材史萊姆」的發明。

壹、研究動機

目前玩具界裡，風靡老少且最具療癒的使者—史萊姆，不僅可以揉、捏、抓、握，還能用兩隻手將它拉扯、延展、塑形，拿在手上玩，有著「軟、稀、糊」卻又不黏手的奇特觸感，讓我們有疏解壓力、放鬆心情的效果。

然而，這種由聚乙稀醇和含硼物質所混合而成的黏液狀玩具，卻出現了一個超級大問題——含硼量超過標準會影響身體健康！尤其，史萊姆的材料取得很容易，在家裡就可以透過網路平台的交流，自行實驗DIY做出來，因此更令人擔憂其安全性。

鑒於「發明來自人類的需求」，以及對於史萊姆特性的好奇，因此，我們透過對生活中各種食品的觀察與了解，並運用「廚房裡的科學」和「水溶液」等自然課程內容的學習與認識，我們嘗試探究和研發出既能吃也能玩，而且安全又令大眾安心的史萊姆。

貳、研究目的

- 一、透過對史萊姆特性的了解，進一步研究並發展出檢驗食材史萊姆時，既簡易又快速的方式與工具。
- 二、探究並運用食材的特性，研發出吃到也沒關係的食材史萊姆。

參、研究設備及器材

一、食材：

- (一)澱粉類：糯米粉、木薯粉、玉米粉、高筋麵粉、低筋麵粉、葛鬱金粉、地瓜粉、馬鈴薯粉、蓮藕粉。
- (二)甜食類：嗨啾軟糖、飛壘口香糖、曼陀珠軟糖、塊狀棉花糖。
- (三)調味品：鹽巴(氯化鈉)、糖。

二、藥品類：氯化鉀、氯化鈣、碳酸氫鈉(小蘇打)、碳酸鈉、三偏磷酸鈉(普美能)、甘油、乳液。

三、加熱設備：

- (一)電器：電磁爐、烤箱、電鍋。

(二)器具：小鍋子、鋼杯、梅花杯、小湯杯、長柄湯匙

四、測試設備：

(一)寶特瓶瓶蓋、平頭小夾子、相機、相機放置架(以量筒替換之)、打氣筒

五、其他：電子秤、計時器、碼錶。

肆、研究過程或方法

一、透過對史萊姆特性的了解，進一步研究並發展出檢驗食材史萊姆時，既簡易又快速的方式與工具。

在研發出食材史萊姆之前，我們需要先了解並定義出史萊姆的特性有哪些？以便更精準的掌握住研究史萊姆的特色，再進行測試方法與工具的研發。因此，我們藉由下列研究過程作為起端：

(一)搜尋、觀察和比較在歷屆全國科展作品中，各種與史萊姆相關的特性，並歸納出其在揉捏觸感方面需要進行測試的共通點。

(二)將先前已自行研發的檢驗方法與工具進行測試，比較其與手玩觸感相符合的適用性，並決策出符合本研究所需的簡易且快速檢測法。

二、探究並運用食材的特性，研發出吃到也沒關係的食材史萊姆。

(一)搜尋具有延展與 Q 彈特性的食材，探究其作為史萊姆的可行性。

在日常生活中，像史萊姆一樣具備 Q 彈、柔軟、有延展的食物，我們想到了軟糖、口香糖、塊狀棉花糖和麻糬……。為了確認食材的特性，因此，我們將食材分為甜食類與澱粉食品類，動手操作讓這些食材先成為糊團狀，等冷卻後，再測試之。

1.實驗一-1：初步測試甜食類加水，以電鍋蒸煮之，是否可成為 Q 軟且能延展的團狀物？

(1)試從塊狀棉花糖、嗨啾軟糖、飛壘口香糖、曼陀珠軟糖等四種甜食的成分進行分析，了解其被認為 Q 黏、有嚼勁的因素。

(2)四種甜食分別秤重 40g，再加入 7g 水。

(3)使用電鍋蒸煮(外鍋放入 50ml 的水)，操作容易，也方便控制。

(4)蒸煮後，放置冷卻，再比較其狀態，拍照紀錄之。

2.實驗一-2-1：測試各種澱粉食品加水，以電鍋蒸煮之，待其冷卻後，是否可以成為 Q 軟且能延展的團狀物？

麻糬是我們平時可見的澱粉食品之一，也具備了 Q 彈、柔軟、略有延展的特性；但是它有沒有可能成為「食材史萊姆」的最佳候選人？我們先從各種澱粉食品的加熱與糊化開始著手。

(1)分別將各種澱粉食品(糯米粉、木薯粉、樹薯粉、地瓜粉、太白粉、葛鬱金、高筋麵粉、低筋麵粉、玉米粉、蓮藕粉、黃豆粉等各 30g、洋菜 2g)秤重，再各自加入 30g 水。

(2)使用電鍋蒸煮(外鍋放入 100ml 的水)在蓋鍋蓋之前，需再一次將杯子中的澱粉食品和水進行攪拌。

(3)澱粉食品種類多，使用電鍋蒸煮，省時、方便操作，容易控制變因。

(4)蒸煮後，放置冷卻，再用一支扁平頭小夾子夾取之，並比較其異同，拍照紀錄之。

3.實驗一-2-2：測試各種澱粉食品加水的水量不同，同樣以電鍋蒸煮時，是否影響其 Q 軟和延展的狀態？

(1)實驗步驟如同實驗一-2-1 所描述，只是加水量須改為 40g。

(2)而檢驗方式改用兩支扁平頭夾子，夾住蒸好的食品，往兩邊拉開，比較水量多寡對蒸煮好的有何異同？

4.實驗一-2-3：各種澱粉食品加水後，一邊攪拌，一邊中火加熱，直至澱粉糊化並收乾，待其冷卻後，測試其 Q 軟、延展和清杯的狀態？

(1)測量一種澱粉食品 50g 和水 75g 裝入小鐵鍋，長柄湯匙攪拌之。

(2)為了確認每一鍋加熱的起始溫度都一致的，所以我們進行實驗前，都會先用小鐵鍋盛裝 120ml 的水，再用電磁爐火力 6 進行加熱煮沸。

(3)換成實驗鍋繼續煮，一邊攪拌，一邊用電磁爐火力 3 加熱，直至澱粉糊化並收乾，視澱粉性質加熱收乾時間，大約需 3~4 分鐘，即可完成。

(4)待其冷卻後，再進行檢測，拍照紀錄之。

(二)將實驗一內容討論所得知具有特點的食材，添加作試驗，探究其製作為食材史萊姆的可行性。

1.實驗二-1：具備 Q 軟、可延展特性的糯米，加水後，再添加其他物質(甜食類或鹽巴)一起加熱時，糯米會有什麼變化呢？

(1)糯米粉秤重 15g+水 45g+添加物→充分攪拌、放入電鍋(外鍋 120ml 的水)蒸煮

A.添加物：塊狀棉花糖 1 顆(=5.27g)

B.添加物：飛壘口香糖 1 顆(=4.67g)

C.添加物：嗨啾軟糖 1 顆(=5.48g)

D.添加物：關華豆膠 1/2 茶匙

E.添加物：鹽巴 1 茶匙

(2)檢測並拍照紀錄之。

2.實驗二-2：具備 Q 軟、可延展特性的糯米，和具有清杯效果的木薯粉，若加水調和在一起並加熱，則會有什麼樣的效果呢？

(1)先搜尋資料，找尋出適當的「澱粉+水」的比例，例如：木薯粉 100g+水 150g。

(2)「澱粉+水→一邊攪拌、一邊加熱(電磁爐火力 3)→收乾水分」的烹煮製作方式

(3)因糯米愈多，會有愈黏的情況，因此，先設定澱粉共為 50g，以 50g=木薯粉 30g+糯米 20g 與 50g=木薯粉 40g+糯米 10g 等兩組實驗做比較。

(4)檢測並拍照紀錄之。

(三)以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底，探究可再使用哪些物質可以讓食材史

萊姆完全不沾黏留屑在手上，玩得更自在？

1.實驗三-1：以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底，探究含鈉離子物質對食材史萊姆的助益。

(1)以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底，再分別添加鹽巴(氯化鈉) 25g、氯化鉀 25g、碳酸氫鈉 25g、普美能(三偏磷酸鈉)25g 各為一實驗組與對照組(不加)，進行比較。

(2)檢測並拍照紀錄之。

2.實驗三-2：以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g+鹽巴 20g」為基底，探究甘油和食用油等物質對食材史萊姆的助益。

(1)以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g+鹽巴 20g」為基底，再分別添加甘油 0g(對照組)、甘油 1g、甘油 2.5g、甘油 5g 各為一實驗組，進行比較。

(2)檢測並拍照紀錄之。

伍、研究結果與討論

一、透過對史萊姆特性的了解，進一步研究並發展出檢驗食材史萊姆時，既簡易又快速的方式與工具。

(一)搜尋和比較在歷屆全國科展作品中，各種與史萊姆相關的特性，並歸納出我們在揉捏觸感方面所需要進行測試的共通點。

1. 搜尋結果，整理如下表所示：

屆數	作品名稱	檢驗項目
44	好玩的鼻涕蟲	<p>黏性—將鼻涕蟲填滿一瓶蓋，黏在壓克力板下方正中央，再將螺帽放入寶特瓶內，測試多少螺帽時會往下掉。</p> <p>彈性—鼻涕蟲搓成圓球，從高處往下丟，測量彈跳高度。</p> <p>展性—用瓶蓋壓取鼻涕蟲，再放入兩片壓克力板中央疊合壓 10 秒，再測量面積。</p> <p>延性—搓成直徑約 1 公分長條狀的鼻涕蟲黏在捲尺上拉動，直到斷裂，測量延長度。</p> <p>測光性—鼻涕蟲拉成 0.2 公分的厚度，再用手電筒照測是否有透光。</p>
49	QQ 變形蟲	<p>彈跳力—取 QQ 蟲，從高處敲落，觀察掉落的染色印子，測量其彈跳次數。</p> <p>延性—取 QQ 蟲，搓揉成長條狀。一種為利用鐵夾夾住一端，並用彈簧秤拉長至 QQ 蟲自然斷裂；另一種則是利用夾子力量垂直吊掛，自然斷裂或一個小時後測量長度。以上兩種皆須讀取彈簧秤讀數以及斷裂長度。</p> <p>展性—取鼻涕蟲，搓成圓球，再放進 2 個壓克力板中央，用砝碼放在壓克力板中央壓置 10 秒鐘，觀察面積。</p>

50	零漬靈	黏性—利用滾動方式，來比較吸附海砂及綠豆的程度。 延展性—將燒杯裝滿約 100cc 的水壓在等待物的上面，計時一分鐘，再測量面積。 柔軟度—取 15g 放置在透明塑膠杯底部(約一元硬幣大小)，觀察流動的樣子。 含水量—觀察以 100°C 進行烤箱烘烤，並於不同時間點量測其重量，用以計算其水份散失之情形。
53	鼻涕蟲運動會	柔軟度—在固定距離內，鼻涕蟲受到磁力作用而移動，測量移動時間就可以知道鼻涕蟲的軟硬程度。 延性—先將吸管分成 2 公分，再交疊一起，裡面加史萊姆，固定左邊，往右拉，等史萊姆斷掉。 彈性—從固定高度落下後，測量彈跳距離和高度，就可以比較鼻涕蟲的彈性。 展性—在固定時間內測量鼻涕蟲展開面積。
54	「沙」了鼻涕蟲	黏性—以鼻涕蟲導電性質，測量黏性。 延性—將鼻涕蟲用吸管固定兩邊，把鼻涕蟲懸空，將捲尺結合裝置，最後觀察長度。 展性—用空中平台，當重物下壓時，描繪出鼻涕蟲的形狀。
54	變色的鼻涕蟲	在揉捏觸感上，沒有說明史萊姆特性的測試工具或方法。
56	好玩的史萊姆	在揉捏觸感上，沒有說明史萊姆特性的測試工具或方法。

2.綜合上表，可知檢驗史萊姆的項目包含：黏性、延性、展性、柔軟度、彈性(彈跳力)、含水量、透光性。

3.將以上的檢驗項目對照於我們玩史萊姆的經驗，我們著重於可揉捏、可塑形且不黏手的觸感，因此檢驗的項目則須注意黏性、延性、展性、柔軟度。

(二)將先前已自行研發的檢驗方法與工具進行測試，比較其與手玩觸感相符合的適用性，並決策出符合本研究所需的簡易且快速檢測法。

依據我們平時接觸史萊姆的觀察與經驗，發現自製史萊姆是無法一蹴可及地獲得定性的完成品；需要在完成材料調配後，靜置一段時間，視其狀況再添加不同的水溶液，隨手調整出自己想要的手感與效果。因此，在運用食材進行研發之前，我們需要先定義出在手部觸感方面，希望具有什麼特性或效果的史萊姆？

透過訪問與觀察、試玩，我們發現大家喜歡玩史萊姆，有下列幾項因素：



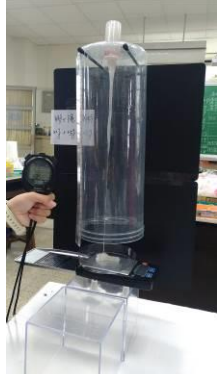

***延展性**——可拉開成膜狀，也可以拉延成長條狀而不易斷。


***柔軟度**——柔軟可揉捏、塑形。

***清杯效果**——會沾黏，卻又不黏住且也不留碎屑，例如：可將放置史萊姆的杯子沾黏清理乾淨，不留碎屑；調製史萊姆完成時，也可以將碎屑沾黏成一團，不會留在杯壁上。

依據以上的特性與定義，我們將先前已自行研發的檢驗方法與工具做分類，並分析

其測試的瑕疵，如下表所示：

手玩觸感	檢驗方法	測試工具	測試說明	測試瑕疵
延展性	拉延		<ol style="list-style-type: none"> 1. 漏斗式瓶蓋裝入史萊姆，並黏在透明塑膠片上。 2. 此裝置兩組相對，每1秒移動1cm。 3. 測量並紀錄史萊姆斷開的長度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 兩組裝置相對的史萊姆所黏合的緊密度，會影響其斷開長度。 2. 若史萊姆黏性高，則不易填裝。
	推展		<ol style="list-style-type: none"> 1. 將定量的史萊姆放在中間凹槽，用紙鎮壓住一端，再用鐵棍推展開。 2. 測量並紀錄史萊姆推展的長度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 較硬Q、有彈性的史萊姆不易推展開，且會回彈。 2. 較液體狀的史萊姆測試，會有推展效果佳的錯覺。
	泡泡膜		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用半圓形湯匙裝取定量的史萊姆，置放在塑膠片上定形後，用打氣筒打氣。 2. 測量並紀錄泡泡膜的大小、是否易破。 	打氣的手法和封住的效果會影響測試出來的膜大小。
軟硬度	液稠度(軟度)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用小罐子填裝定量的史萊姆後，倒置在測試桶上方。 2. 注意史萊姆掉落過程中，是否曾斷開。 3. 紀錄史萊姆掉落的重量與時間長短。 	測試有成形且Q的史萊姆，時間非常久，太耗時了！
	彈跳力(硬度)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 取定量的硬Q史萊姆搓圓後，從上方洞口以自由落體放入。 2. 攝影其彈跳的高度為何？ 	有成形但未做成硬Q的史萊姆無法測試。

清杯效果	沾黏成團		鐵製湯匙盛刮史萊姆時，可見其沾黏成團，卻又不黏住湯匙或杯壁。	具有清杯效果但軟濕些的史萊姆，雖然不黏住鐵湯匙，但仍有部分成品會有黏住手皮膚的狀況。
------	------	---	--------------------------------	--

有鑑於研發「食材史萊姆」，需要不斷的嘗試錯誤，若使用先前研發的測試工具(如上表所列)，光是要填取定量的成品，就已經是非常耗時、耗力，尤其，尚未研發出良好且不黏手的成品前，填裝定量的實驗品真是一場噩夢！

經過一番思慮且左尋右覓後，我們決定用「寶特瓶瓶蓋」來填滿和裝取定量的實驗成品，並將「扁平頭小夾子」代替我們的手，在1cmx1cm的格線上做測試，以固定高度來相攝測試的成效，此即為本研究所設定的既簡易且快速的史萊姆特性檢測方式。其說明與描述如下：

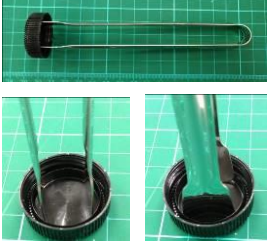


1. 「寶特瓶瓶蓋」的效用：


- (1)容易取得：使用330~600ml的寶特瓶瓶蓋。
- (2)填裝體積量適當：此體積量足夠用於測試，而且比先前研發工具的填裝體積小，可以少費些功夫，節省時間。
- (3)瓶蓋內部有一圈高起的結構，恰好方便扁平頭小夾子鑲嵌卡住，而後也可以固定位置抓取固定體積量的實驗成品來做測試。

2. 小夾子「扁平頭」構造的效用：

- (1)可方便夾取實驗成品，放入瓶蓋盛裝並刮平或壓平盛裝好的表面。
- (2)容易清理：相較於有弧面、凹痕或曲線設計的夾子而言，清洗簡易。
- (3)節省時間：可以購買多支來進行操作或替換，減少清理夾子或手的耗時情況。。
- (4)減少誤差：人手的狀態(如：出手汗)使得實驗成品有變異性。

3. 檢測說明：

測試工具	手玩觸感	檢測方法	測試說明
	延展性		<ol style="list-style-type: none"> 1.盛裝定量的實驗品於瓶蓋中。 2.夾子放入瓶蓋中，夾取定量的實驗品，直至實驗品凸出格線1cm處。 3.夾取的力道不改變，再拉至3cm、5cm……等處，檢視實驗品是否斷裂？ 4.拍照紀錄之。
	柔軟度		<ol style="list-style-type: none"> 1.夾取出實驗品，將夾子外側的實驗品刮除，讓夾子開至最大。 2.比較實驗品在夾子中間的下凹狀況。 3.拍照存證。










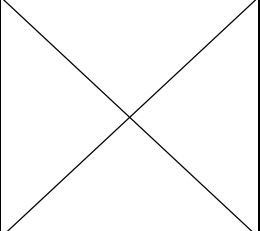
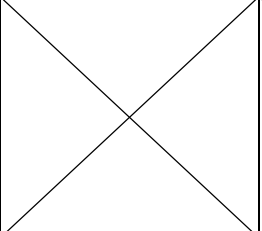
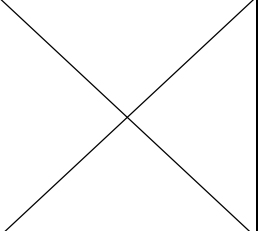
	清杯效果		<ol style="list-style-type: none"> 1.烹煮過程中，可見清杯現象。 2.開合夾子多次，直至夾子一端呈現清杯效果。 3.拍照存證。
--	------	---	--

二、探究並運用食材的特性，研發出吃到也沒關係的食材史萊姆。

(一)搜尋具有延展與 Q 彈特性的食材，探究其作為史萊姆的可行性。

1.實驗一-1：初步測試甜食類加水，以電鍋蒸煮之，是否可成為 Q 軟且能延展的團狀物？

(1)實驗結果：

甜食名稱	塊狀棉花糖	嗨啾軟糖	飛壘口香糖	曼陀珠軟糖
主要成分	玉米糖漿、玉米澱粉、明膠(豬)、水、焦磷酸鈉、香料。	水飴、蔗糖、氫化棕櫚仁油、明膠、香料、植物萃取液、檸檬酸、DL-蘋果酸、乳化劑。	砂糖、膠基、甜味劑(蔗糖素、醋磺內脂鉀)、香料、檸檬酸、軟化劑(甘油)、大豆卵磷脂、食用色素。	糖、葡萄糖漿、氫化椰子油、檸檬酸、米澱粉、阿拉伯膠、香料、色素、脂肪酸蔗糖酯、棕櫚蠟、結蘭膠、蜂蠟。
甜食類+水				
電鍋蒸煮後				
冷卻後	糊狀	變回硬狀	變回硬狀	變回硬狀
填裝在漏斗杯中的現象				

(2)討論：

A.經由實驗結果，可知：塊狀棉花糖烹煮冷卻後，雖然沒變成硬塊狀，但仍偏屬於糊狀的濃稠液體，所以，填裝在漏斗杯中會有垂下流出的情形(如上圖左)。

B.我們想了解為什麼這四種甜食會讓人覺得 Q 黏、有嚼勁？分析四種甜食的成分，發現都有「膠」。其中塊狀棉花糖內，含玉米澱粉可做為增稠劑或固定劑；而曼陀珠含有米澱粉，可做為增稠劑；雖然只有嗨啾軟糖有標示使用乳化劑，但其實另外三種甜食也

都有使用乳化劑，分別是焦磷酸鈉、大豆卵磷脂和阿拉伯膠。它能夠與澱粉結合，可以防止老化；還能夠與蛋白質相結合，增加麵糰的勁道，讓蛋白質更加的有彈性。另外，可以一直嚼在口中的飛壘口香糖含有的甘油，竟然就是軟化劑！

2.實驗一-2-1：測試各種澱粉食品類加水，以電鍋蒸煮之，待其冷卻後，是否可以成為 Q 軟且能延展的團狀物？

(1)實驗結果：



A.冷卻後仍可保持 Q 軟、具延展性的最佳代表是糯米；其次才是木薯粉和樹薯粉；而後是太白粉(馬鈴薯)、葛鬱金和地瓜粉；其他效果差，尤其是黃豆粉夾起來，馬上鬆散開、未結成一大塊。

B.電鍋蒸煮後，有些實驗品在杯子中間部分未能完全熟透，

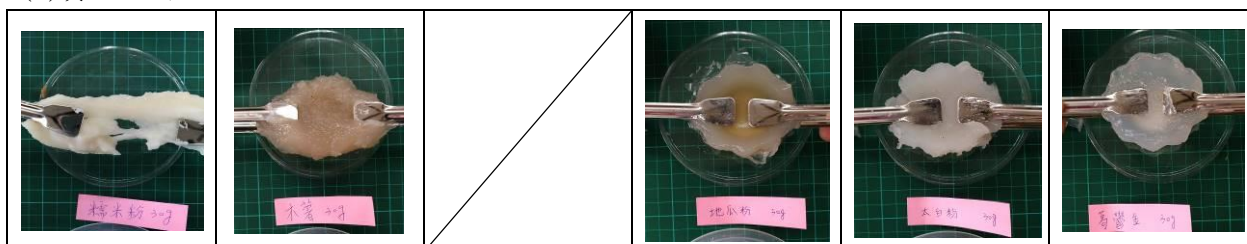
(2)討論：

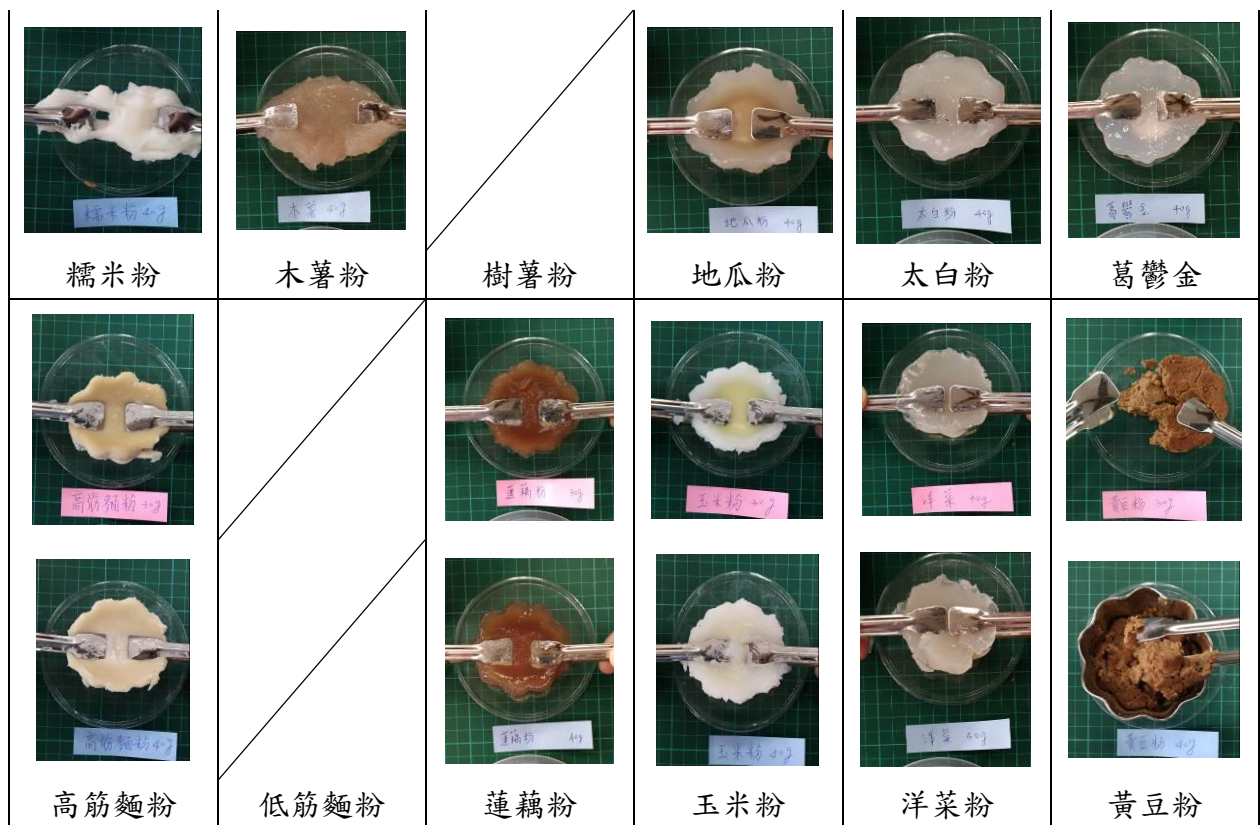
A.擔心未能蒸熟會影響其測試結果，所以外鍋倒入 100ml 再蒸一次，結果仍和先前一樣。

B.雖然這些都是澱粉組成的實驗品，但是蒸熟後的 Q 軟程度、延展度卻不敬相同！到底是什麼原因造成的呢？我們搜尋與澱粉相關的資料，發現：澱粉因分子內氫鍵捲曲成螺旋結構的不同，可分為直鏈澱粉（糖澱粉）和支鏈澱粉（膠澱粉）。而糯米的澱粉幾乎全部為支鏈澱粉，烹煮後的米飯黏性高，儘管冷藏也不會變得硬硬的。因此，我們認為糯米可以作為「食材史萊姆」的入門材料了。

2.實驗一-2-2：測試各種澱粉食品加水的水量不同，同樣以電鍋蒸煮時，是否影響其 Q 軟和延展的狀態？

(1)實驗結果：





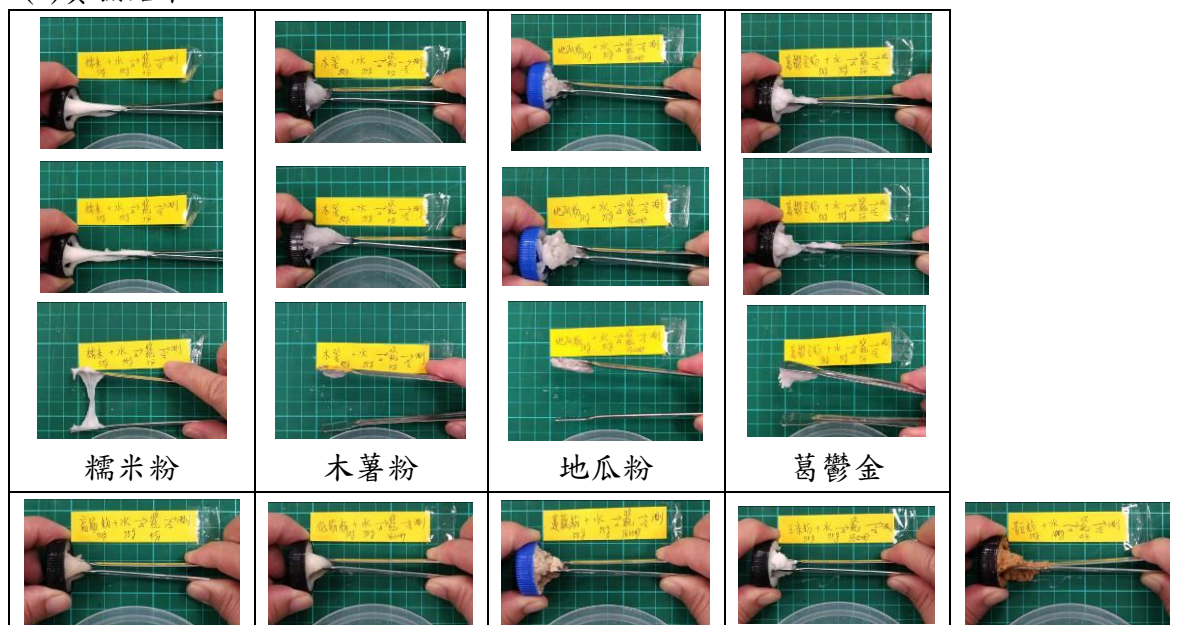
A. 加入的水量愈多，實驗成品會比較水嫩、軟。

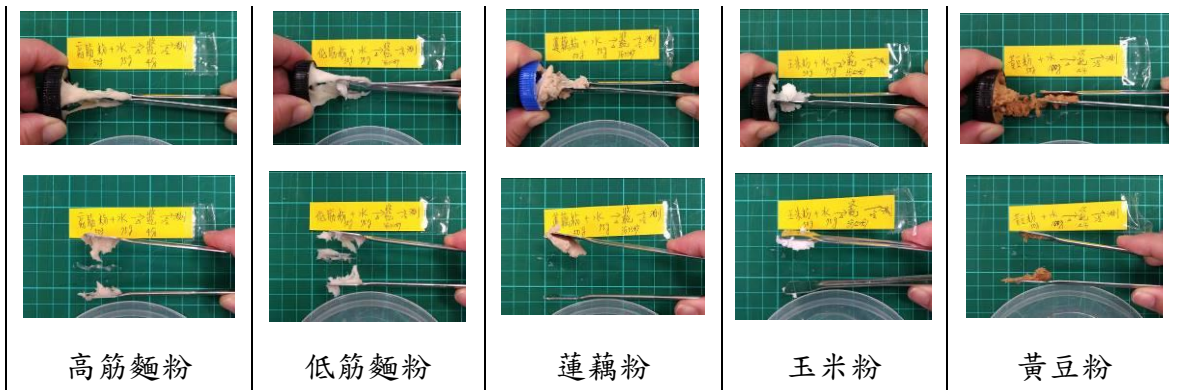
B. 在**實驗一-2-1**中，就 Q 軟和延展成效而言，木薯粉優於樹薯粉的，而高筋麵粉優於低筋麵粉，但因兩兩的相似度很高，所以在此實驗中，未呈現出樹薯粉與低筋麵粉的實驗成果。

C. 由照片可觀察到，糯米的拉延效果優於木薯，而黃豆粉因直鏈居多，所以無法呈現 Q 軟成團、延展的效果。

3. **實驗一-2-3**：各種澱粉食品加水後，一邊攪拌，一邊中火加熱，直至澱粉糊化並收乾，待其冷卻後，測試其 Q 軟、延展和清杯的狀態？

(1) 實驗結果：





- A. 具備 Q 軟、可延展的特性，但是會黏手：糯米
 B. Q 彈易斷：木薯粉、地瓜粉
 C. 可清杯：木薯粉、地瓜粉、葛鬱金、蓮藕粉、玉米粉

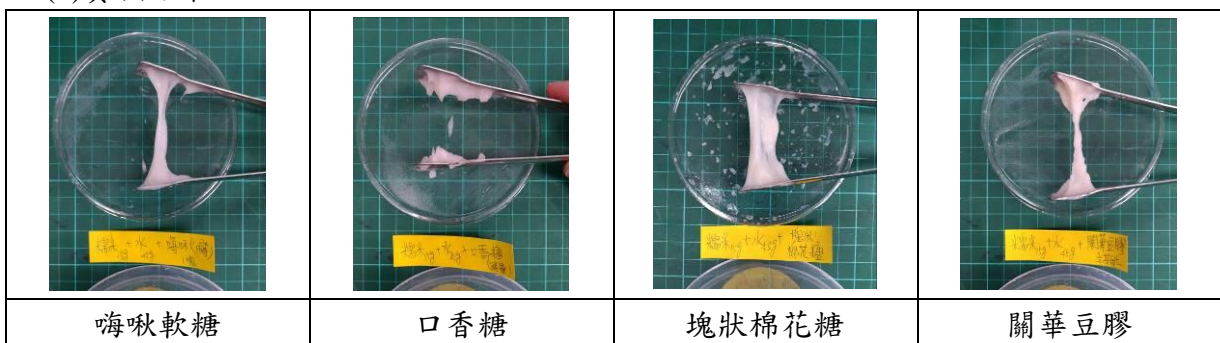
(2) 討論：

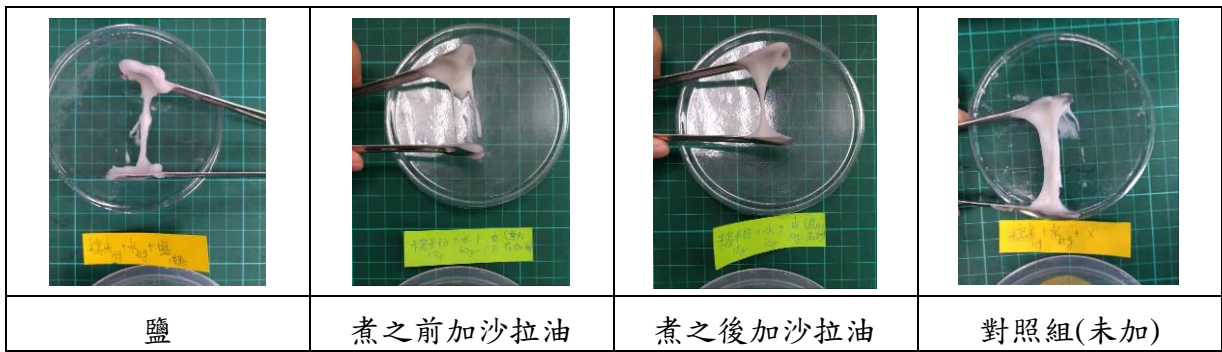
- A. 想要研發出史萊姆特性，糯米的拉延效果總是最好的，但是一直很黏手，東黏西黏的很討厭！
 B. 木薯粉、地瓜粉、葛鬱金、蓮藕粉、玉米粉等澱粉食品，雖然可清杯，但是其延展效果不佳，容易一拉就斷。
 C. 由此實驗的測試可知：澱粉食品需要加水加熱來糊化，若水分多，則易黏，所以將「水分收乾」是去除「黏性」的重要關鍵之一，但是愈乾則愈難攪拌，要小心不要煮焦了喔！
 D. 因支鏈澱粉較多的是糯米，木薯粉次之，所以待其冷卻後，也不會老化而變回硬的狀態。

(二) 將實驗一內容討論所得知具特點的食材，添加作試驗，探究其製作為食材史萊姆的可行性。

1. 實驗二-1：具備 Q 軟、可延展特性的糯米，加水再添加其他物質一起加熱時，糯米會有什麼變化呢？

(1) 實驗結果：





A. 由於未特意收乾，所以照片中的實驗成品較偏軟濕，雖然夾子兩臂中間有連接，但相對於對照組，實驗組的仍較濃稠。

B. 因嗨啾軟糖、飛壘口香糖、塊狀棉花糖或關華豆膠本身就是稠狀，所以添加這些物質可以增加糯米團的稠度，皆比對照組濃稠多了。其中，添加關華豆膠的拉延效果最好，而且夾子兩臂中間的連接物不下垂，嗨啾軟糖的效果次之，但是夾子兩臂中間的連接物卻會下垂。

C. 至於加熱之前加沙拉油或是加熱之後加沙拉油，其效果差異不大。

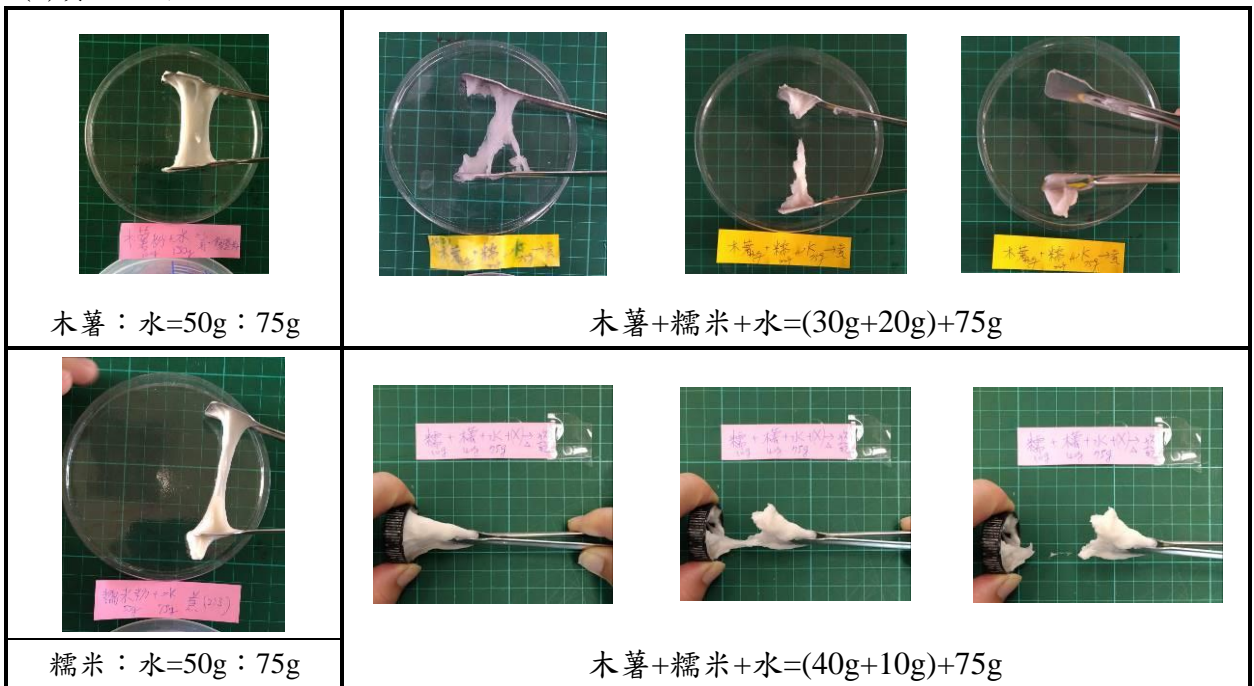
(2) 討論：

A. 這些添加物當中，若含有甘油(軟化劑)、沙拉油，則容易使得糯米更加得濕軟，黏的情況會加劇。

B. 鹽用在食物中，具有幫食物脫水的效果，所以會使糯米團的結構不勻稱——部分結構Q硬，部分結構仍軟濕。

2. 實驗二-2：具備 Q 軟、可延展特性的糯米，和具有清杯效果的木薯粉，若加水調和在一起並加熱，則會有什麼樣的效果呢？

(1) 實驗結果：





A. 具備 Q 軟、可延展特性的糯米，和具有清杯效果的木薯粉，若加水調和在一起並加熱，則同時會具有清杯與拉延的效果。

B. 從上圖做比較：當木薯粉較多時，可見食材史萊姆的質地會較硬 Q，拉延效果會較弱。

(2)討論：

A. 若 50g 全都是使用糯米粉，則會比 50g 全都是使用木薯粉時，要濕黏上許多，延展效果也會比較好。

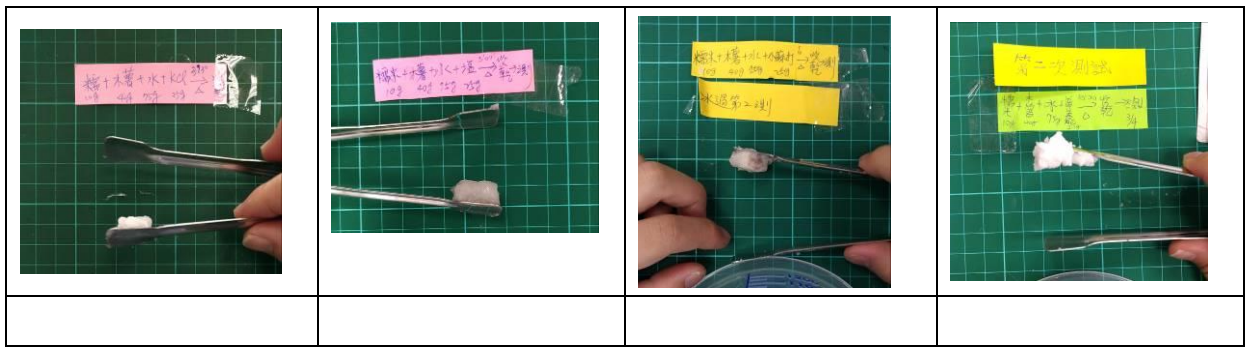
B. 填裝食材史萊姆的瓶蓋周圍有縫隙，容易因些微的沾黏情況而很難清杯。因此，我們需要再思考如何處理或是再添加什麼物質？讓我們的食材史萊姆更趨近完美。

(三)以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底，探究可再使用哪些物質可以讓食材史萊姆完全不沾黏留屑在手上，玩得更自在？

1.實驗三-1：以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底，探究含鈉離子物質對食材史萊姆的助益。

(1)實驗結果：

氯化鉀 25g	鹽巴(氯化鈉) 25g	碳酸氫鈉 25g	普美能(三偏磷酸鈉)



A. 延展效果：添加鹽巴(氯化鈉) 25g > 氯化鉀 25g > 碳酸氫鈉 25g > 普美能(三偏磷酸鈉)

B. 比較結果皆表示清杯效果，因為木薯粉本身就能清杯。

(2) 討論：

A. 由實驗結果知道：含有氯離子的效用比擁有氯鈉離子的高。

B. 就生活而言，鹽巴的效用真高！

2. 實驗三-2：以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g+鹽巴 20g」為基底，探究甘油和食用油等物質對食材史萊姆的助益。

陸、結論

一、對照於我們玩史萊姆的經驗，在揉捏觸感方面，我們著重於可揉捏、可塑形且不黏手的觸感，因此檢驗的項目則須注意「黏性、延性、展性、柔軟度」。定義如下所示：

1. 延展性——可拉開成膜狀，也可以拉延成長條狀而不易斷。
2. 柔軟度——柔軟可揉捏、塑形。
3. 清杯效果——似乎會沾黏，卻又不黏住且也不留碎屑，例如：可將放置史萊姆的杯子沾黏清理乾淨，不留碎屑；調製史萊姆完成時，也可以將碎屑沾黏成一團，不會留在杯壁上。

二、符合本研究所需的簡易且快速檢測法。

(一) 用「寶特瓶瓶蓋」來填滿和裝取定量的實驗成品，並將「扁平頭小夾子」代替我們的手，在 1cm x 1cm 的格線上做測試，以固定高度來拍攝測試的成效，此即為本研究所設定的既簡易且快速的史萊姆特性檢測方式。

(二) 測試器材說明如下：

1. 「寶特瓶瓶蓋」的效用：
 - (1) 容易取得：使用 330~600ml 的寶特瓶瓶蓋。
 - (2) 填裝體積量適當：此體積量足夠用於測試，而且比先前研發工具的填裝體積小，可以少費些功夫，節省時間。
 - (3) 瓶蓋內部有一圈高起的結構，恰好方便扁平頭小夾子鑲嵌卡住，而後也可以固定位置抓取固定體積量的實驗成品來做測試。

2. 小夾子「扁平頭」構造的效用：

- (1)可方便夾取實驗成品，放入瓶蓋盛裝並刮平或壓平盛裝好的表面。
- (2)容易清理：相較於有弧面、凹痕或曲線設計的夾子而言，清洗簡易。
- (3)節省時間：可以購買多支來進行操作或替換，減少清理夾子或手的耗時情況。
- (4)減少誤差：人手的狀態(如：出手汗)使得實驗成品有變異性。

三、澱粉因分子內氫鍵捲曲成螺旋結構的不同，可分為直鏈澱粉（糖澱粉）和支鏈澱粉（膠澱粉）。而糯米的澱粉幾乎全部為支鏈澱粉，烹煮後的黏性高，儘管冷藏也不會變得硬硬的。因此，我們認為糯米可以作為「食材史萊姆」的入門材料了。

四、「食材史萊姆」使用的配方材料為

- (一)糯米：具備 Q 軟、可延展的特性，但是會黏手。
- (二)木薯粉：Q 彈易斷，但可清杯。
- (三)水：澱粉食品需要**加水、加熱**來糊化，若水分多，則易黏，所以將「水分收乾」是一重要關鍵，但是愈乾則愈難攪拌，要小心不要煮焦了喔！
- (四)鹽巴：可讓以「糯米粉 10g+木薯粉 40g+水 75g」為基底的史萊姆，更不沾黏、把玩時不留屑，而且還有防腐的功效。但是鹽巴的缺點是會讓食材史萊姆很硬 Q，難以拉動。
- (五)甘油：可當做是一種軟化劑。可塗抹或是滴入史萊姆之中，讓很硬 Q 的食材史萊姆變得柔軟，容易捏塑。然而甘油用太多的缺失，卻是使得食材史萊姆變得易軟黏留屑。
- (六)食用油：為了避免過度使用甘油，造成缺失。我們建議加入食用油，本研究曾加至 8g 沙拉油，可以防黏且增加軟度。
- (七)若不將食材史萊姆拿來吃的話，可以先在手上抹乳液，代替甘油的使用，效果很不錯！但記住乳液用量多時，也會讓史萊姆偏向液狀而呈現濕黏喔！

五、本研究研發的「食材史萊姆」配方與用量：

糯米(10g)+ 木薯粉(40g)+ 水(75g)+ 鹽巴(20g)→攪拌加熱→收乾→添加食用油(8g)+ 甘油(1g)

柒、參考資料及其他

- 一、全國中小學科展- 科展群傑廳 <https://www.ntsec.edu.tw/Article.aspx?a=2>