

嘉義市第 三十七 屆中小學科學展覽會
作品說明書

類 別：物理科

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：

彈彈奇蹟

關 鍵 詞：非牛頓流體、牛頓流體

編 號：

目錄

目錄.....	i
摘要.....	01
壹、研究動機.....	01
貳、研究目的.....	01
參、研究設備及器材.....	02
肆、研究過程與方法.....	05
伍、研究結果.....	10
陸、結論.....	24
柒、參考資料.....	24

摘要

本研究透過簡易的裝置，利用 BB 彈槍，把調配好的物質密封好，液體的部分則包含了牛頓流體與非牛頓流體兩大類，放入前後裝了塑膠板的木盒子，且在盒子後面放置水果，利用水果的受損，來實驗並模擬真實射擊情況的發生，並分析其液體阻擋子彈的效果。

壹、研究動機

在網路上看到有關布丁擋子彈的影片，了解原來我們生活中處處可見的布丁居然可以擋子彈，於是好奇的詢問老師，有沒有其他的物質，或液體同樣可以阻擋子彈，減緩其傷害，因此我們想要利用易得的裝置來實驗，分析實驗數據，藉此來模擬。

貳、研究目的

- 一、非牛頓流體對衝擊力的影響。
- 二、牛頓流體對衝擊力的影響。



圖一-1、準備實驗物品及調配比率。



圖一-2、討論、試吃麥芽糖，確定黏性。



圖一-3、實驗前與師長討論。

參、研究設備及器材



圖一-4、高筋麵粉。



圖二、中筋麵粉。



圖三、蛋。



圖四、玉米粉。



圖五、樹薯粉。



圖六、牛奶。



圖七、番茄醬。



圖八、甜麵醬。



圖九、仙草。



圖十、布丁。



圖十一、板豆腐。



圖十二、洗潔精。



圖十三、雞蛋豆腐。



圖十四、麥芽膏。



圖十五、牙膏。



圖十六、豬油。



圖十七、發糕粉。



圖十八、木架。實驗用木架。但是因前、後壓克力擋板堅固無比，因此去除前、後擋板，直接用夾鏈袋來袋裝實驗用品，以做為實驗用。



圖十九、沙拉醬。



圖二十、BB 彈。



圖二十一、M4A1。



圖二十二、夾鏈袋。



圖二十三、糯米粉。



圖二十四、太白粉。



圖二十四-1、調配及記錄實驗溶液。



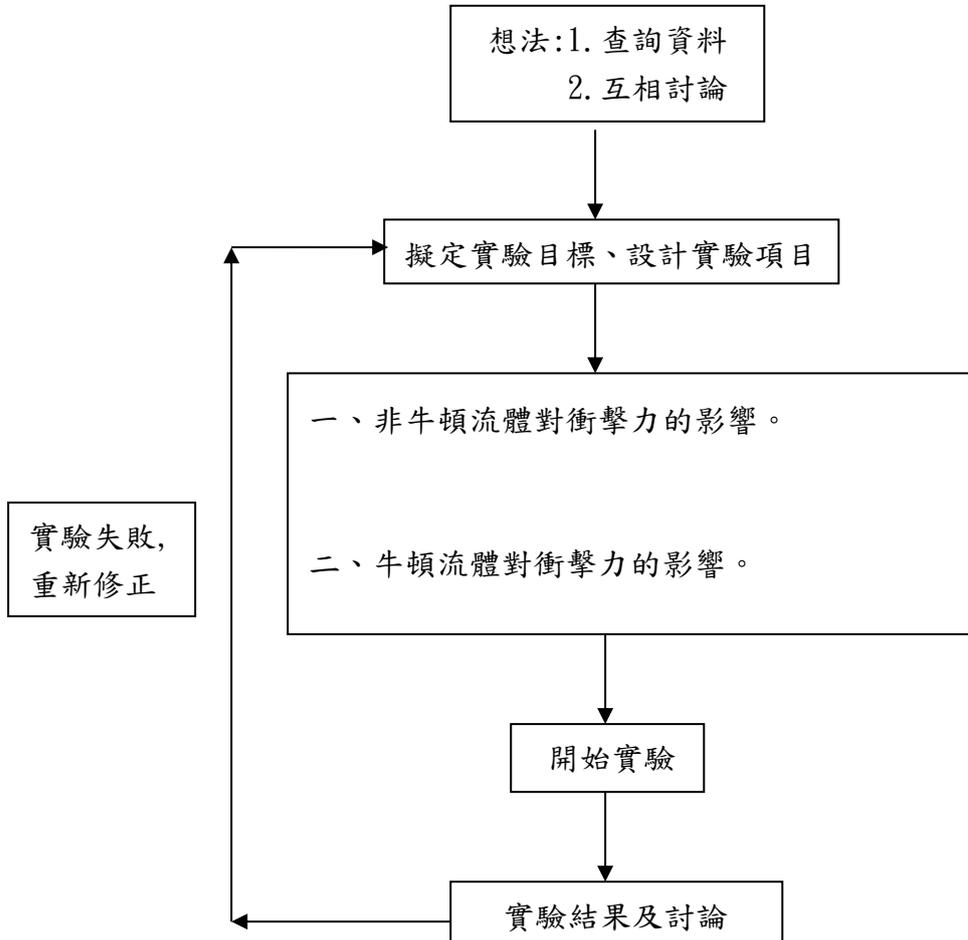
圖二十四-2、調配實驗溶液。



圖二十四-3、記錄實驗溶液。

肆、研究過程與方法

研究流程圖：



前置作業

牛頓流體 (Newtonian fluid) 指應力與應變率成正比的**流體**。

非牛頓流體是一種流體力學的概念，與牛頓流體相對，它的應力與速度梯度的關係不服從牛頓黏性定律，也就是說其剪應力與剪應變呈非線性關係。常見的非牛頓流體包括：高分子聚合物溶液、聚合物熔融體（熔融狀態的塑膠）、泡沫溶液、懸浮液、乳液、膏體(如瀝青)和一些生物流體（如血液）。

太白粉溶液和一般水溶液的差別是：

太白粉溶液是一種「非牛頓流體」，而一般水溶液是「牛頓流體」。

非牛頓流體可以分為純黏性與黏彈性兩類：

- **純黏性非牛頓流體**

非時變性：

1. 剪切增稠 (shear thickening) 又稱為脹流性，是指剪切速率或者剪應力增加到某一個數值時，液體中形成了新的結構，引起了阻力的增加，導致液體的表觀粘度增大，同時伴隨著體積的脹大的現象。

2. 剪切稀化(shear thinning) 又稱為假塑性 (pseudoplastic)，是指流體的黏度隨剪應變率的增加而減小。擁有此種性質的流體屬於非牛頓流體，其剪應力與剪應變率之間的關係可通過冪律函數來表示。熔岩、番茄醬、生奶油、血液、顏料、指甲油、巧克力醬等都有剪切稀化的特性。

凱伊效應 (Kaye effect) 便是由流體的剪切稀化導致的。

時變性：

1. 震凝性流體(rheopetic flow) 在恆溫和恆剪切速率作用下剪切應力隨時間遞增的流體。

2. 觸變性流體(thixotropic fluid) 絕大多數時間依賴性流體是觸變性流體。

觸變性流體內的質點間形成結構，流動時結構破壞，停止流動時結構恢復，但結構破壞與恢復都不是立即完成的，需要一定的時間，因此系統的流動性質有明顯的時間依賴性。觸變性可以看成是系統在恆溫下“凝膠—溶膠”之間的相互轉換過程的表現。更確切地說，物體在切力作用下產生變形，若黏度暫時性降低，則該物體即具有觸變性。

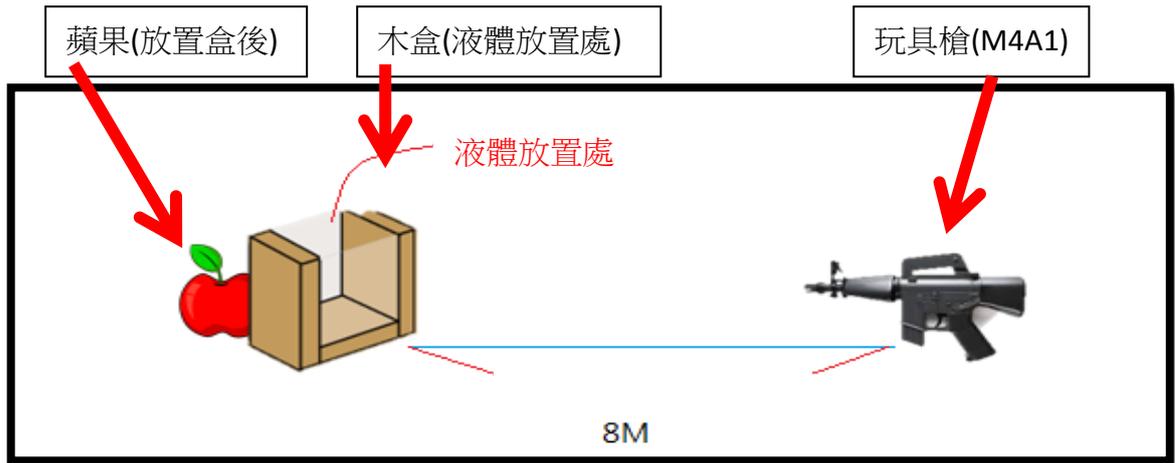
● 黏彈性非牛頓流體

黏彈性 (Viscoelasticity) 是黏性和彈性的結合，亦即黏性流體與彈性固體的流動特性組合，日常生活中，水的流動就是典型的黏性流體，橡膠的變形屬於彈性體。



圖二十四-4、實驗後物品及蘋果對照圖。

實驗裝置



實驗方式與步驟

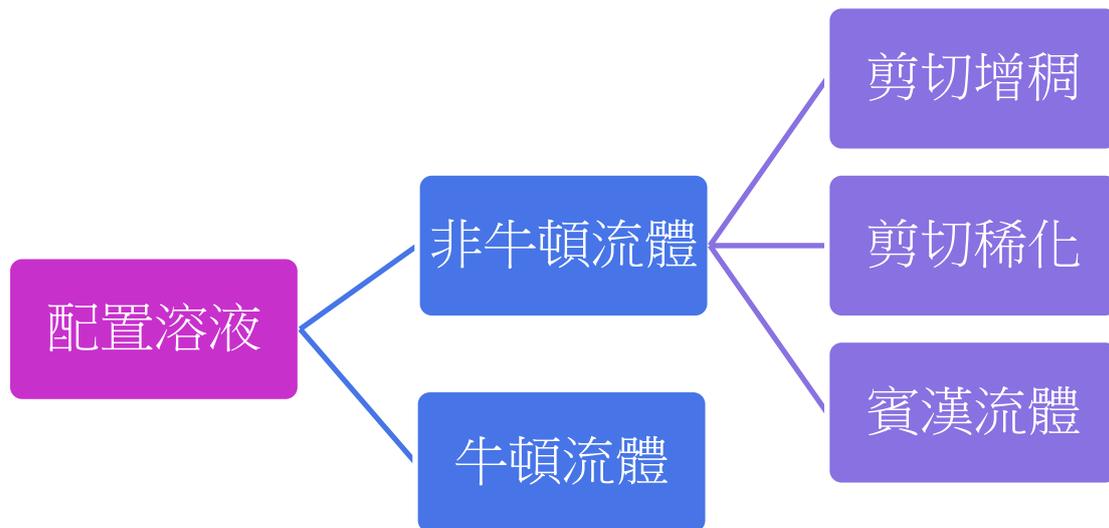
(一) 實驗步驟

1. 配置好實驗用的非牛頓流體。
2. 再將液體分為剪切稀化、剪切增稠、賓漢流體。
3. 將液體裝袋，並放到木盒內。
4. 在距離 8 公尺處射擊，並架設攝影機，記錄下射擊後的情況。
5. 分析各種流體擋子彈的效果。

(二) 分析結果

1. 查看蘋果的受損情況。
2. 大致將破損情形分為 0~5。
3. 分析不同流體對子彈的影響，以及蘋果碎裂的情形。

實驗流體分類



槍枝及子彈介紹

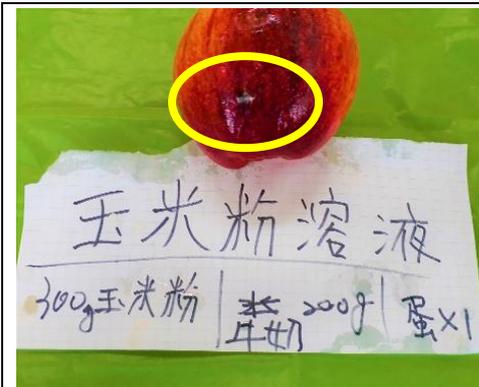
	<p>初速約：140~155M/S((使用 0.2gBB 彈計算))</p> <p>長度約：800MM</p> <p>重量約：2520g</p> <p>子彈直徑約：2MM</p> <p>使用動力：電池動力</p>
<p>圖二十五、M4A1 BB 彈電動槍。</p>	

注意：

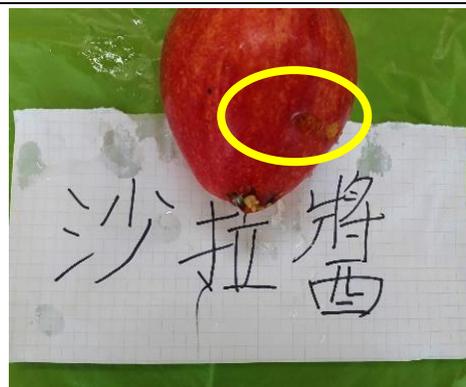
本實驗過程中，皆有老師、家長在旁監督。實驗場地已事先向學校借場地及報備，確定封閉場地無其他閒雜學生在旁，因使用到玩具槍，雖為玩具用途，但只做實驗用途之用，並正當使用。

伍、研究結果與討論

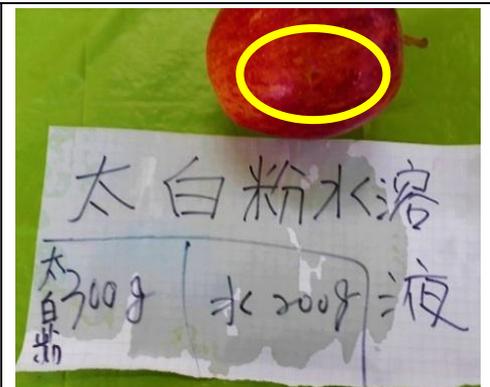
一、非牛頓流體對衝擊力的影響(黃色圈起處，為子彈射擊處)



圖二十六、隔夜玉米粉溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖二十七、沙拉醬對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖二十八、太白粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



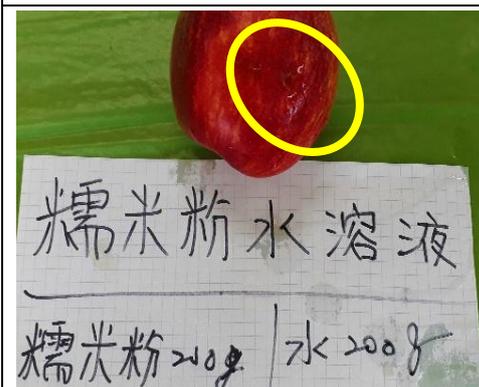
圖二十九、甜麵醬對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖三十、豬油對減少 BB 彈衝擊波的影響。



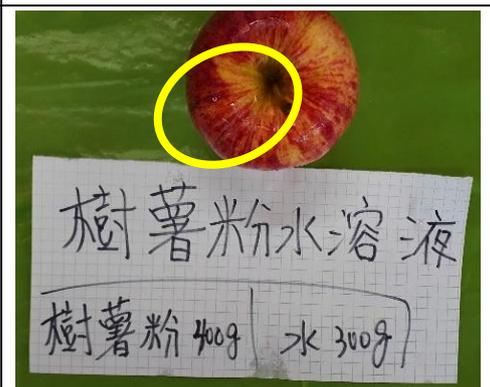
圖三十一、洗潔劑對減少 BB 但衝擊波的影響。



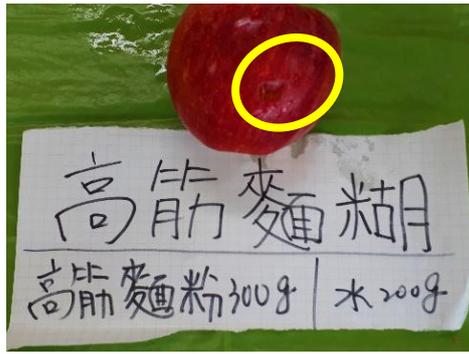
圖三十二、糯米粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



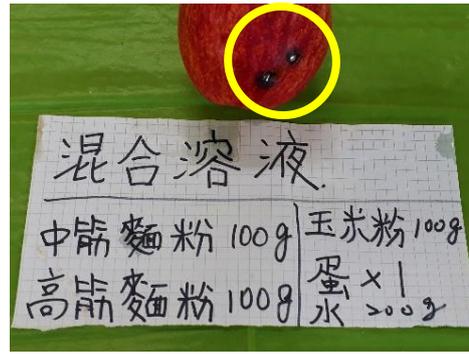
圖三十三、番茄醬對減少 BB 彈衝擊波的影響。



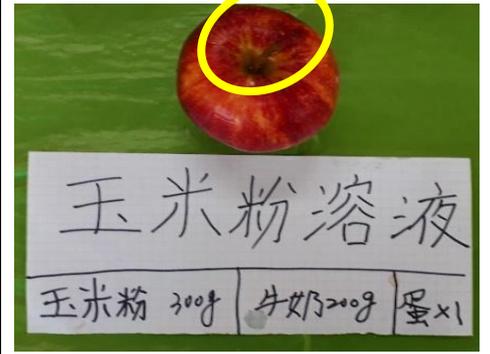
圖三十四、樹薯粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



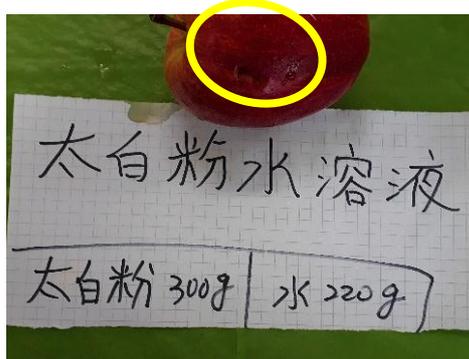
圖三十五、高筋麵糊對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖三十六、混和溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



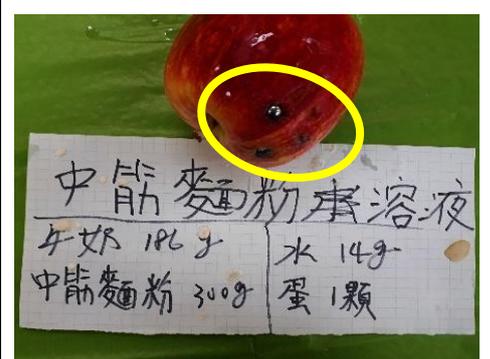
圖三十七、玉米粉溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



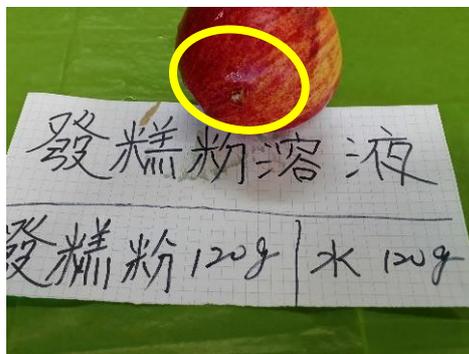
圖三十八、太白粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



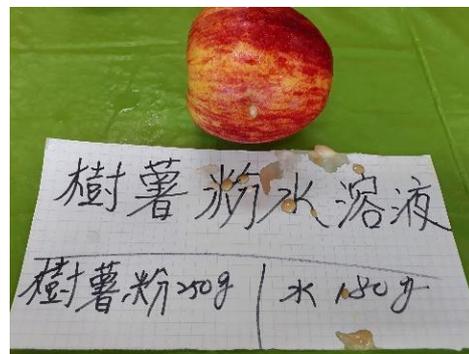
圖三十九、牙膏對減少 BB 彈衝擊波的影響。



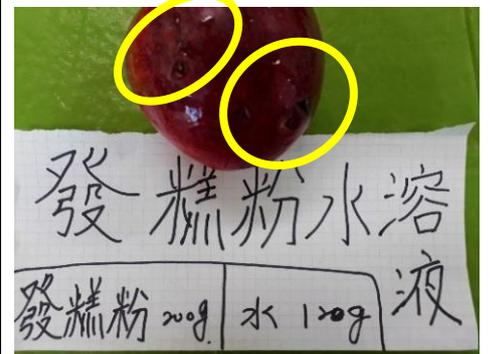
圖四十、中筋麵粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



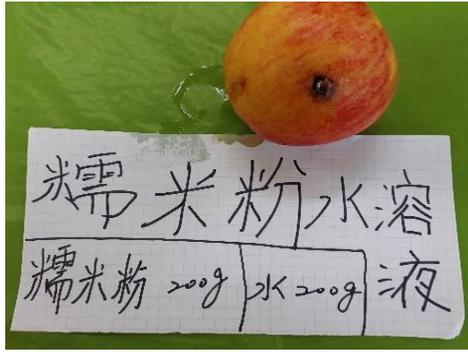
圖四十一、發糕粉溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



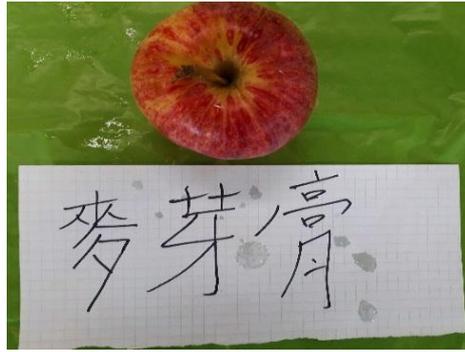
圖四十二、樹薯粉溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖四十三、發糕粉溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖四十四、糯米粉水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



圖四十五-1、麥芽膏水溶液對減少 BB 彈衝擊波的影響。



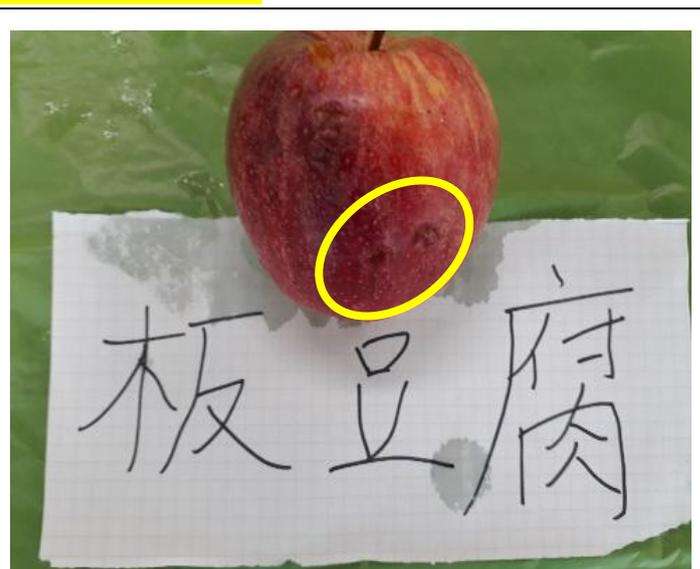
圖四十五-2、實驗後整理全部物品。

二、牛頓流體對衝擊力的影響(黃色圈起處，為子彈射擊處)



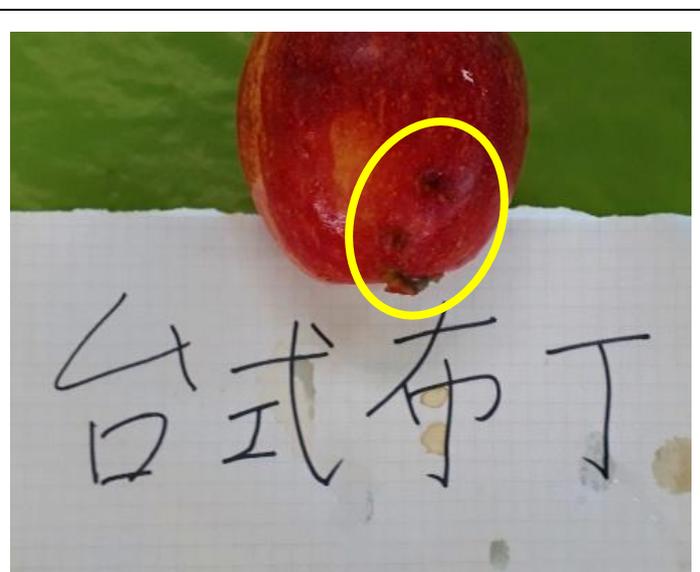
圖四十六、水對減少 BB 彈衝擊波的影響。

三、固體對子彈衝擊力的影響(黃色圈起處，為子彈射擊處)



圖四十七、蛋豆腐對減少 BB 彈衝擊波的影響。

圖四十八、板豆腐對減少 BB 彈衝擊波的影響。

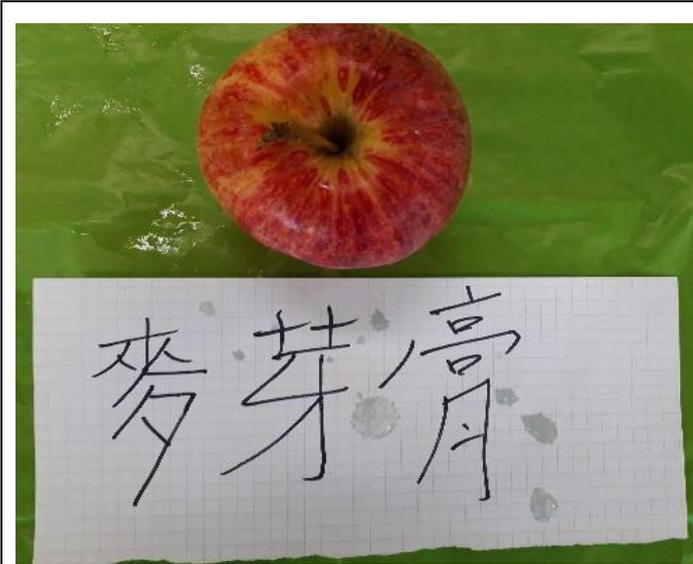


圖四十九、仙草凍對減少 BB 彈衝擊波的影響。

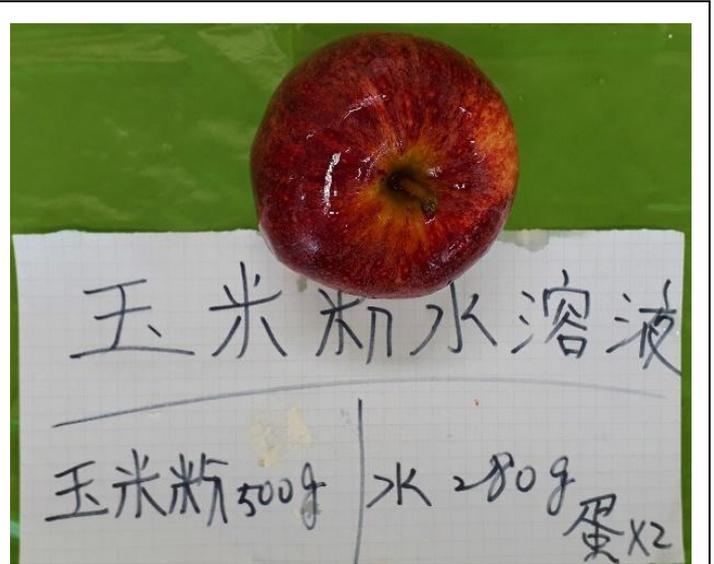
圖五十、台式布丁對減少 BB 彈衝擊波的影響。

四、分析結果

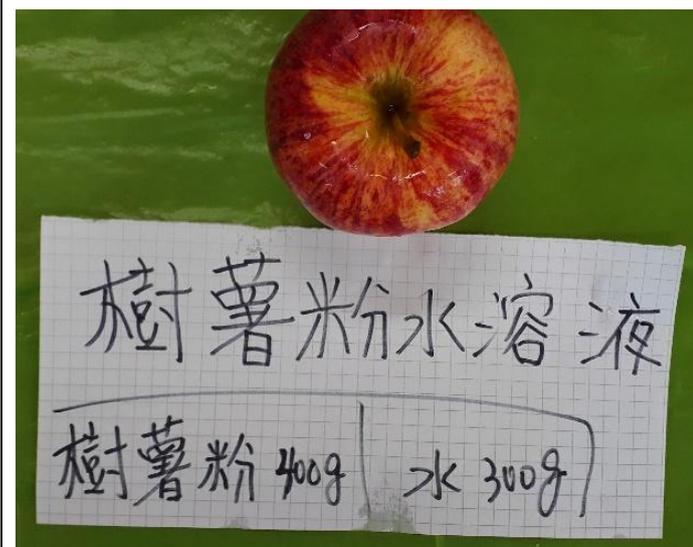
等級 0 破損程度_____無 (蘋果完整，毫無損傷)。



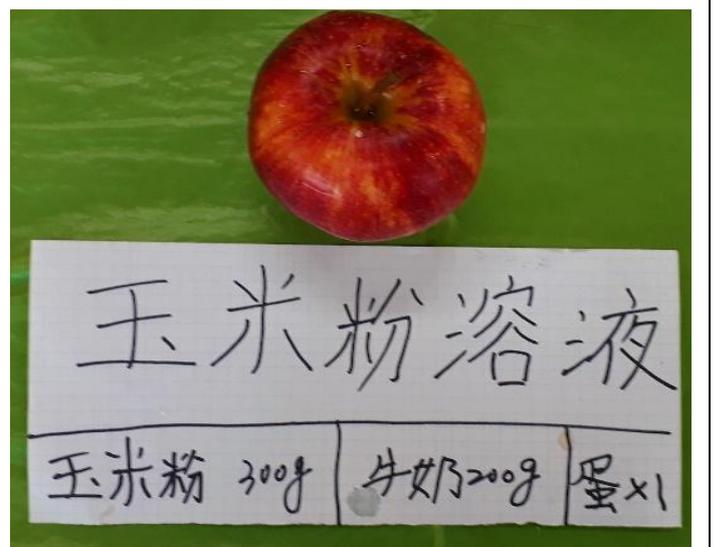
圖五十一、麥芽膏因為黏稠狀液體，完全擋下 BB 彈，讓蘋果毫無損傷。



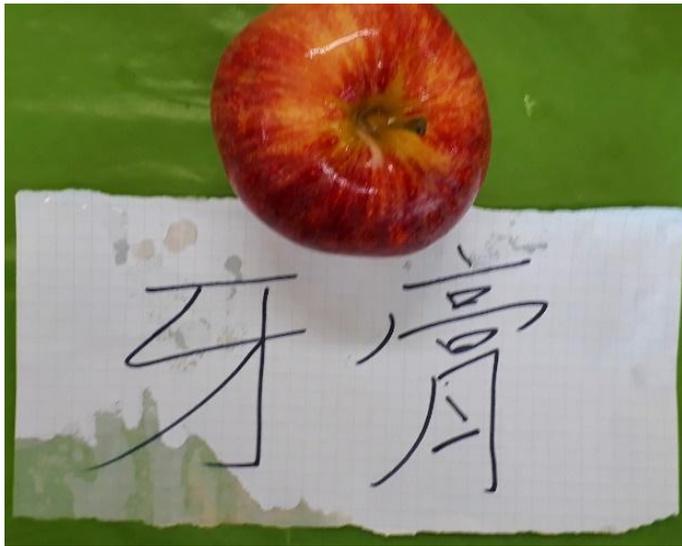
圖五十二、250:140:12 的玉米粉溶液(英式布丁)完全擋下 BB 彈，蘋果毫髮無傷。



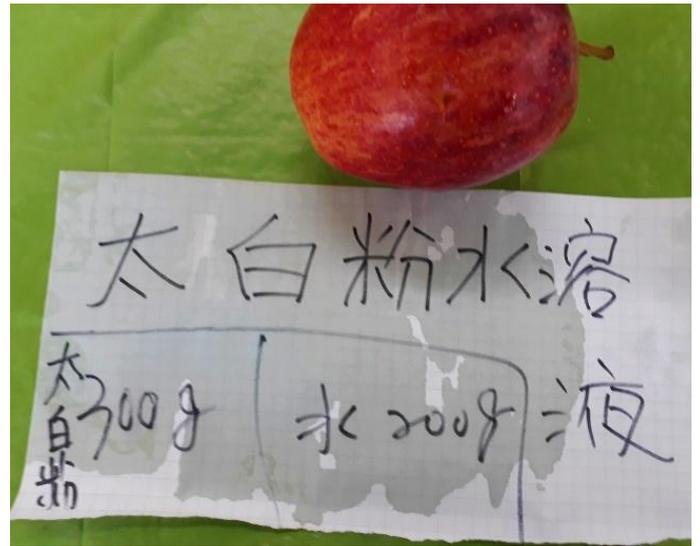
圖五十三、4:3 樹薯粉水溶液(剪切增稠)，完全擋下 BB 彈，讓蘋果毫髮無傷。



圖五十四、300:200:1 混合均勻的玉米粉溶液(改變比例)完全擋下 BB 彈，讓蘋果毫髮無傷。

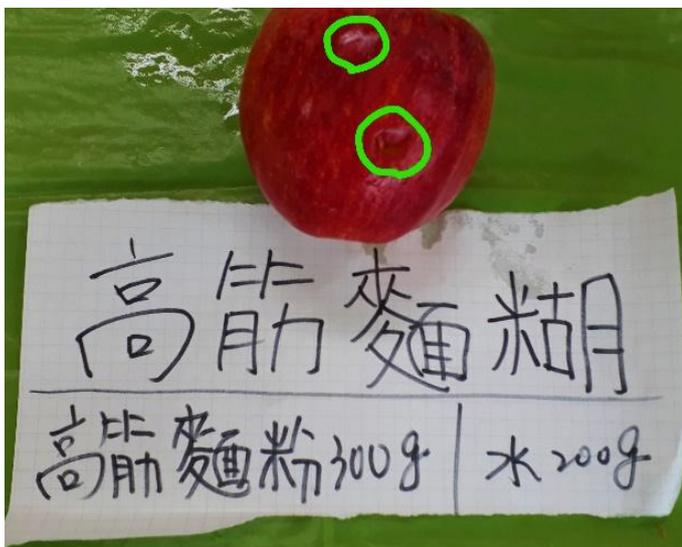


圖五十五、牙膏(剪切稀化)，因黏稠度夠，完全擋下 BB 彈，讓蘋果毫髮無傷。

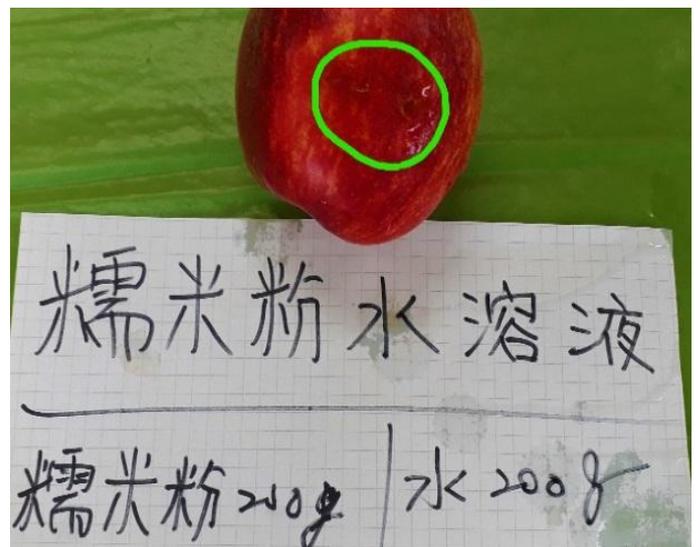


圖五十六、太白粉水溶液形同漿糊完全擋下子彈讓蘋果毫髮無傷。

等級 1 破損程度——表皮稍微受損。

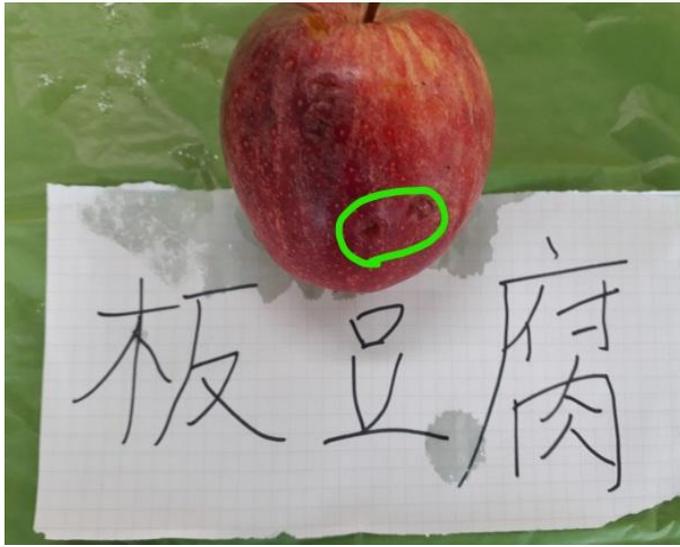


圖五十七、3:2 的高筋麵糊因筋性強度高，無法完全擋下子彈，使蘋果表皮有些微受損。

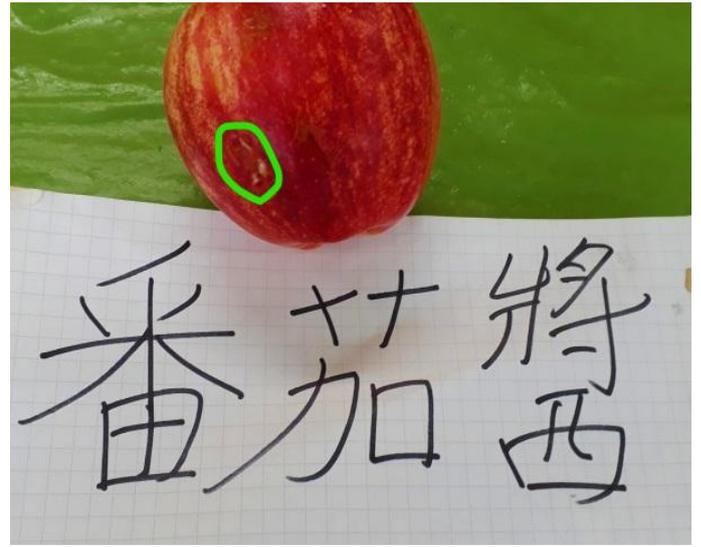


圖五十八、1:1 的糯米粉水溶液無法完全擋下子彈使蘋果表皮有些微受損。

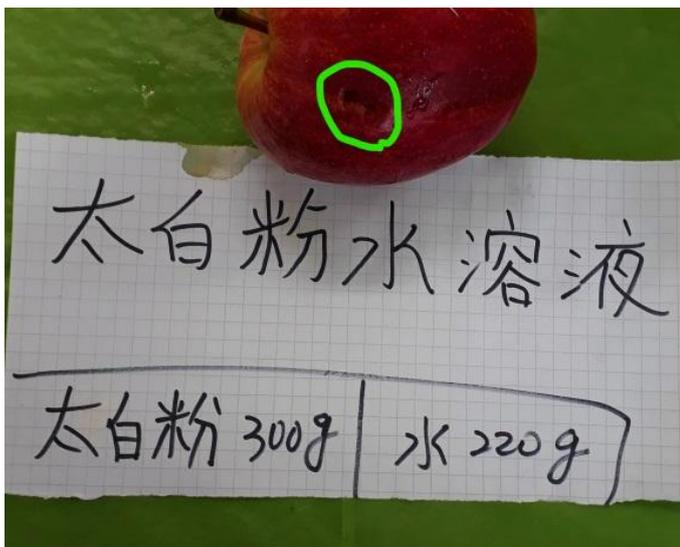
等級 2 破損程度 表皮裂開，稍微看得見果肉。



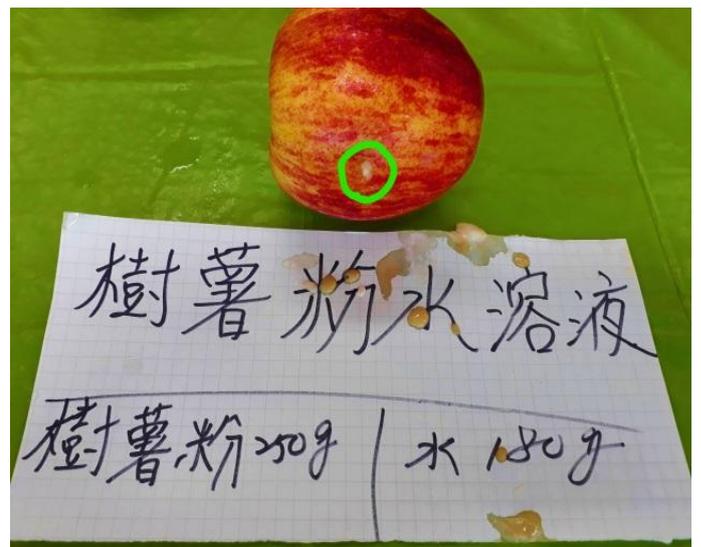
圖五十九、板豆腐阻擋子彈的效果不怎麼好，子彈稍微陷入果肉中。



圖六十、蕃茄醬因為是剪切稀化流體，讓子彈稍微碰到蘋果。



圖六十一、30:22 的太白粉水溶液較稀，所以阻擋的效果不是最佳。



圖六十二、25:18 的樹薯粉水溶液，因使用水當溶劑，其濃稠度下降，阻擋效果變差。

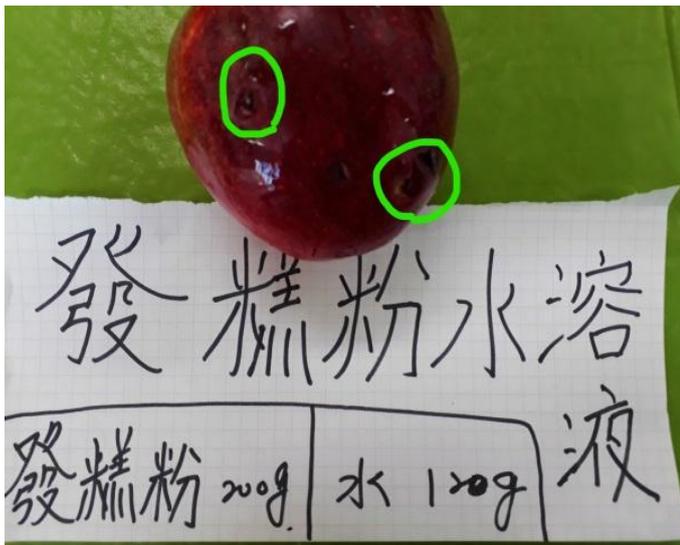
等級3 破損程度——子彈稍微陷進果肉中。



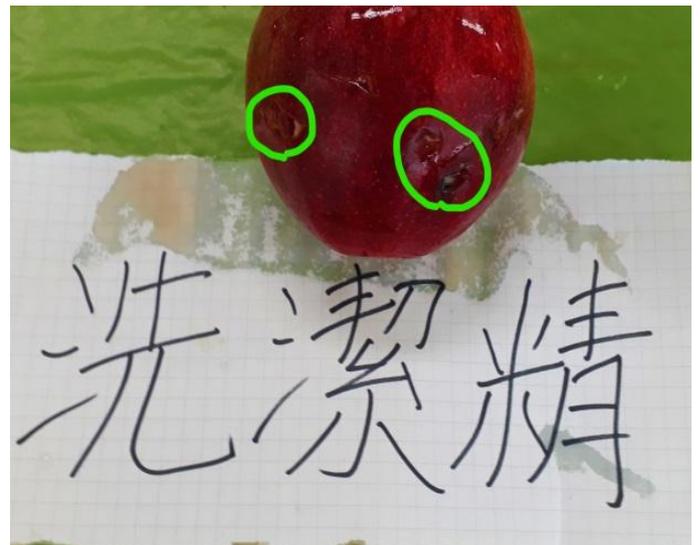
圖六十三、仙草雖然比較硬，但是阻擋效果也不好，子彈已經卡入蘋果表皮中。



圖六十四、豬油的抵擋效果也不好，但是有稍微減少子彈的衝擊。

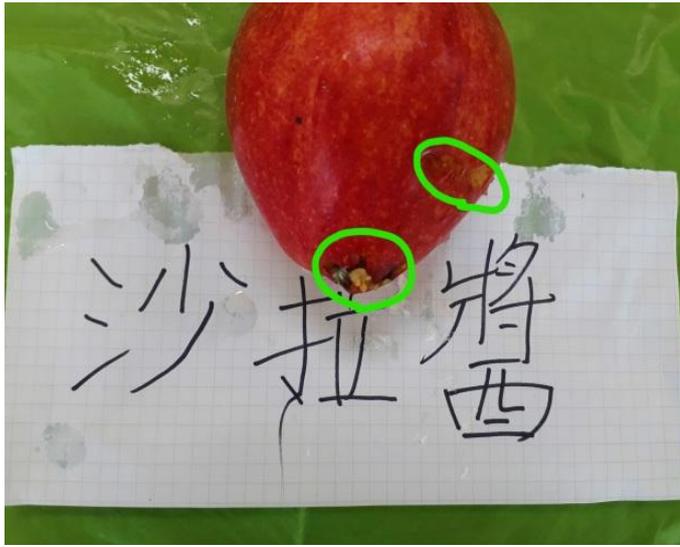


圖六十五、因發糕粉加水還是完全的液體，並沒有很明顯的濃稠現象，無法擋下子彈。

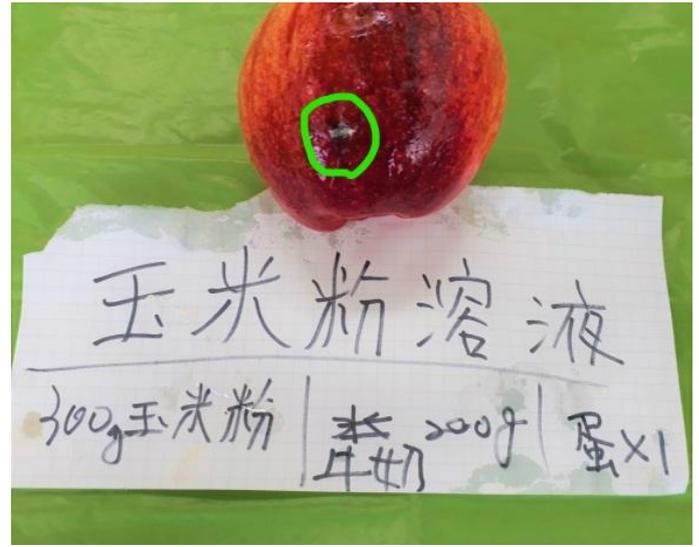


圖六十六、因洗潔劑含有些許的黏著效果，故阻擋效果比水好。

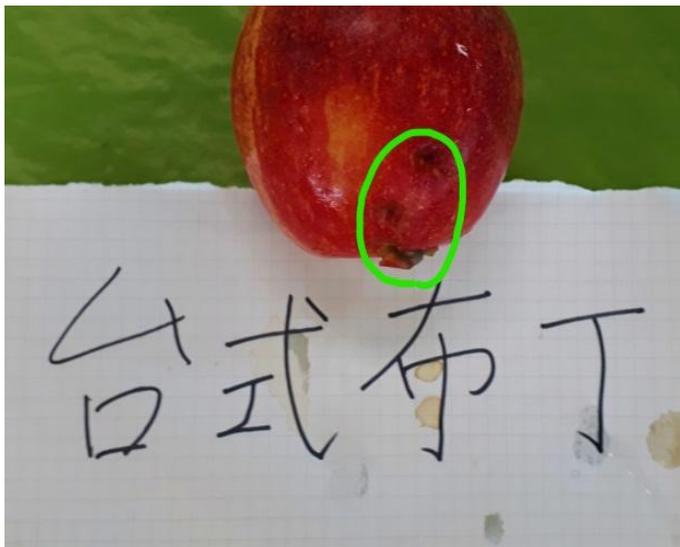
等級4 破損程度——果肉破裂，嚴重受損(看得見子彈)。



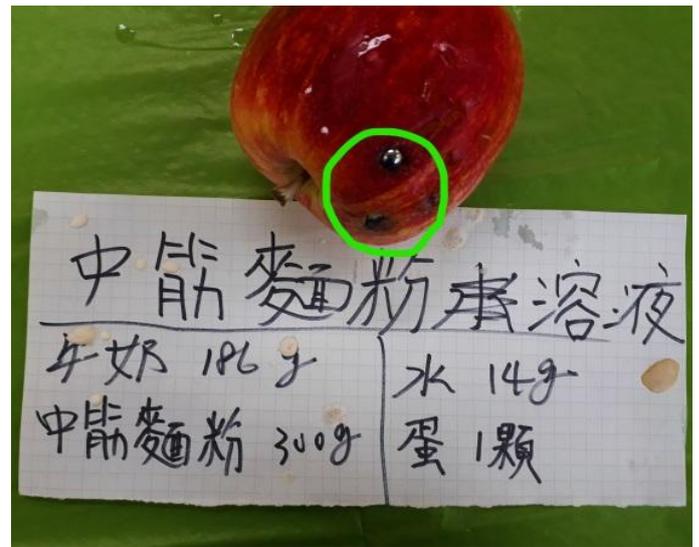
圖六十七、沙拉醬沒什麼阻擋效果，子彈對蘋果產生強大的攻擊。



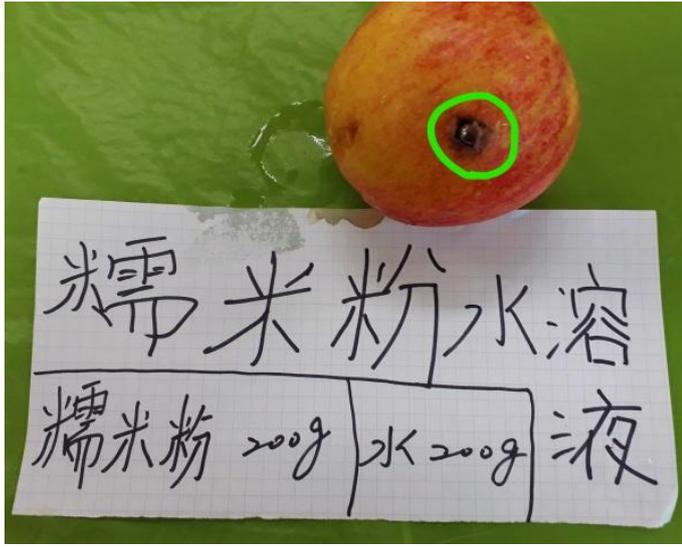
圖六十八、冰過、隔夜、稍有沉澱的玉米粉相同比例比較下，沉澱的阻擋效果較差。



圖六十九、統一布丁的效果顯然也不怎麼好，除了表皮破裂外，果肉也稍微裂開。



圖七十、加了許多中筋麵粉的溶液，水只有少許的14克，仍然無法完全阻擋子彈。



圖七十一、1:1 冰過的糯米粉溶液的阻擋效果較差。



圖七十二、水對子彈只有稍微減緩它的衝擊。

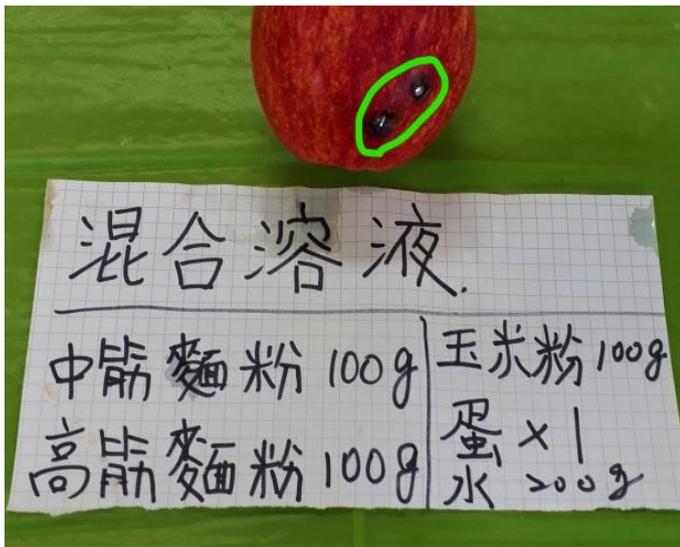
等級 5 破損程度——子彈卡在果肉裡(看不太見子彈)。



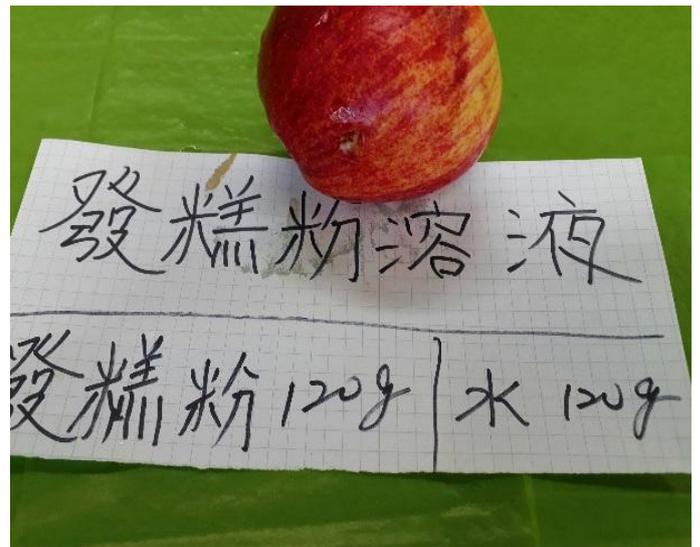
圖七十三、射擊蛋豆腐的子彈完全無法減緩衝擊，子彈已經完全陷入蘋果中。



圖七十四、甜麵醬對子彈毫無影響，子彈結打中蘋果，卡入果肉中。



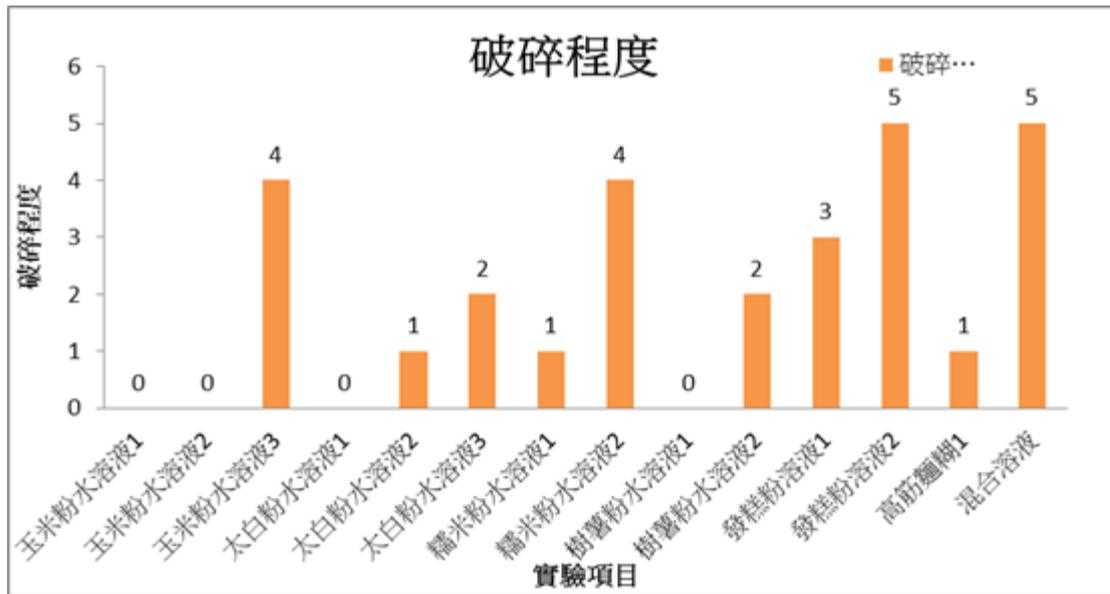
圖七十五、混合溶液雖然加很多粉和水，但是阻擋效果還是不好。



圖七十六、射擊發糕粉水溶液的子彈，直接陷入果肉中。

表一、實驗溶液配製總表。

	玉米粉	水	蛋	牛奶	樹薯粉	太白粉	高筋麵粉	糯米粉	發糕粉	中筋麵粉	備註
玉米粉水溶液 1	500	280	2	X	X	X	X	X	X	X	
玉米粉水溶液 2	300	X	1	200	X	X	X	X	X	X	
玉米粉水溶液 3	300	200	1	X	X	X	X	X	X	X	隔夜
樹薯粉水溶液 1	X	300	X	X	400	X	X	X	X	X	
樹薯粉水溶液 2	X	180	X	X	250	X	X	X	X	X	
太白粉水溶液 1	X	200	X	X	X	300	X	X	X	X	
太白粉水溶液 2	X	200	X	X	X	300	X	X	X	X	
太白粉水溶液 3	X	220	X	X	X	300	X	X	X	X	
高筋麵糊 1	X	200	X	X	X	X	300	X	X	X	
糯米粉水溶液 1	X	200	X	X	X	X	X	200	X	X	
糯米粉水溶液 2	X	200	X	X	X	X	X	200	X	X	隔夜
發糕粉溶液 1	X	120	X	X	X	X	X	X	120	X	
發糕粉溶液 2	X	120	X	X	X	X	X	X	200	X	
混合溶液	100	X	1	X	X	X	100	X	X	100	



圖七十七、蘋果破碎程度-不同調配溶液阻擋子彈。

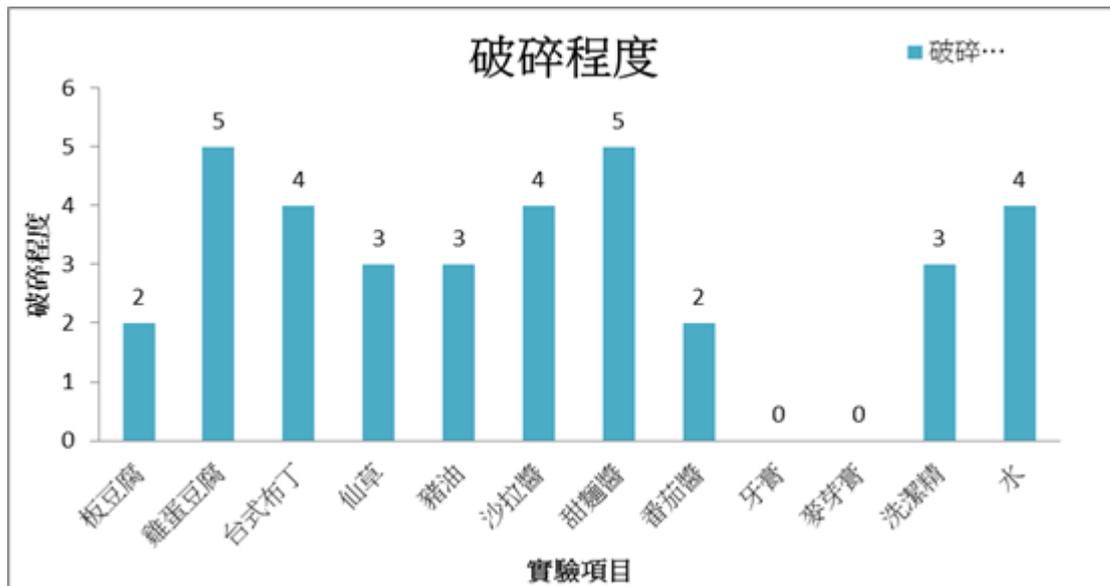
討論：

藉由表一的比例和圖七十七的分類可知，玉米粉水溶液3，因為放置了隔夜，造成了沉澱(不均勻)，防彈效果變差。

玉米粉、太白粉、樹薯粉因為是樹薯提煉而成的，配製而成的均勻溶液(濃度夠高)都為剪切增稠溶液，也都可以擋子彈，如果又加上蛋，因蛋黃、蛋白具有黏稠性，故可以增加溶液的脹流性，增加溶液擋子彈的效果。

發糕粉因為普通粉類(內含大量的糖)，製成的發糕粉水溶液並無明顯的黏稠現象，也就無法阻擋子彈撞擊蘋果，如圖七十七，發糕粉溶液2因水太多，阻擋子彈的效果比發糕粉溶液1差，使蘋果嚴重受損。

高筋麵糰因為筋性過高，無法承受強烈撞擊，故被子彈打穿。



圖七十八、蘋果破碎程度-不同市售物品阻擋子彈。

討論：

圖七十八為非自助調配的液(固)體，由圖表可知牙膏和麥芽膏可以完全阻擋子彈，板豆腐和雞蛋豆腐相較起來，板豆腐阻擋子彈的能力比雞蛋豆腐好，因雞蛋豆腐的硬度比板豆腐小，也比較容易被打穿。

豬油阻擋子彈的效果沒有很好，因為豬油屬於油脂類，遇熱溶液融化，使其硬度大幅下降。

洗潔劑和水相較起來，洗潔劑阻擋子彈的能力比水好，因洗潔劑中加有少許的起泡劑，讓洗潔劑更濃稠。

陸、結論

1. 不管任何性質的粉末，對減少子彈衝擊力的影響也是會有所不同。
2. 不管任何比例的溶液，對減少子彈衝擊力的影響也是會有所不同。
3. 非牛頓流體(剪切增稠)，對減少子彈衝擊力效果最佳。
4. 非牛頓流體(剪切稀化)，對減少子彈衝擊力效果次等。
5. 牛頓流體，幾乎無法減少子彈衝擊力。
6. 阻擋子彈的效果和固體或液體沒有差別。

柒、參考資料

1. 維基百科(牛頓流體)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E6%B5%81%E4%BD%93>
2. 維基百科(黏彈性)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%8F%E5%BC%B9%E6%80%A7>
3. 維基百科(剪切稀化)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%89%AA%E5%88%87%E7%A8%80%E5%8C%96>
4. 維基百科(非牛頓液體)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%9E%E7%89%9B%E9%A0%93%E6%B5%81%E9%AB%94>
5. 百度百科(蝕變性流體)
<https://baike.baidu.com/item/%E8%A7%A6%E5%8F%98%E6%80%A7%E6%B5%81%E4%BD%93>
6. 什麼!軟Q的布丁可以擋子彈，而且人人都能做到?(流言追追追)
https://www.youtube.com/watch?v=0DB0v4j5_GA&t=740s