

新竹市第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生應(二)生科與食品

組別：國小組

作品名稱：百花齊爆—探討不同製作條件對爆米花爆裂率之影響

關鍵詞：玉米粒、爆米花、膨化反應

目錄

摘要	1
壹、前言	2
貳、研究設備與器材	5
參、研究過程與方法	6
肆、研究結果	22
伍、討論	23
陸、結論	24
柒、參考文獻資料	25

摘要

本研究旨在探討不同製作條件對爆米花爆裂率之影響，以提升爆裂效率並減少未爆裂所形成的浪費，透過分析市售成分比例，建立標準化實驗配比，並以爆裂聲間隔作為完成之判定標準。在控制單一變因下，探討火力、容器材質與高度，及油量與糖量對爆裂情形之影響。

結果顯示，以 5 秒爆裂間隔作為終止判定，有效降低未爆裂比例。火力方面，中大火升溫速率快，但易產生燒焦，因此以小火加熱較適當。容器方面，容器高度低的效果較佳，不鏽鋼及鋁則無顯著差異。成分方面，以 33 克玉米粒搭配 20 克油的效果最好，糖量過高會降低爆裂率並造成燒焦。

綜合而言，爆米花爆裂受各種加熱條件及成分比例交互影響，適當控制各項條件可有效提升爆裂率並減少資源浪費。

壹、前言

一、研究動機

爆米花中未爆裂的硬粒與燒焦味，是降低食用樂趣的主要原因，甚至有傷牙或噎到的風險，而且這些不能食用的玉米常被丟棄，造成剩食與浪費。為了減少浪費並追求完美口感，我們好奇為什麼同樣的玉米粒會有截然不同的結果。在自然課中，我們在「熱與溫度」的單元中，了解物體加熱會吸收熱能並產生變化，所以我們想到，玉米粒在加熱時是否會因為製作方式不同，而影響爆裂情形。因此，本實驗將探討各項變因，找出能增加玉米粒爆裂的科學方法。

二、研究目的

本研究希望透過實驗探討爆米花的爆裂率，並測試不同的火力、重量、容器、油量及糖對爆米花的影響，以找出最佳的爆米花製作方法，並將其應用於日常生活中。本研究的具體目標如下：

(一) 分析市售爆米花成分並建立實驗用爆米花之製作條件，以作為後續實驗依據。本研究透過蒐集市售爆米花，分析其主要成分與比例，包括玉米粒、油脂、糖分及其他調味添加物，作為實驗設計之參考依據，並根據結果建立測試用之爆米花製作配比，透過控制玉米粒與油之比例、玉米粒種類等，在維持基本爆裂條件一致的前提下，製作適合實驗操作之樣本。

(二) 建立爆米花爆裂完成之判定標準，以作為各項實驗比較之基準。本研究參考市售爆米花之判定方式，並以爆裂聲之時間間隔變化作為依據，建立爆裂完成之判定標準，以作為後續各項實驗比較之基準。

(三) 分析不同火力對於爆米花爆裂情形之影響。在進行爆米花實驗時，火力大小會影響加熱速度與爆裂情形，但「大火、中火、小火」多為主觀判斷，缺乏明確標準。因此，本研究透過量測不同火力下水溫上升的變

化，建立火力的客觀定義，作為後續比較依據，並進一步分析不同火力條件對爆米花爆裂情形之影響。

(四) 分析不同容器與成分條件對爆米花爆裂情形之影響。

製作爆米花時，容器與成分條件可能影響爆裂效果，因此本研究透過控制單一變因，探討不同容器材質（鋁、不鏽鋼）與容器高度，以及不同油量與糖量對爆米花爆裂率與未爆玉米粒數量之影響，並分析各條件對爆裂效果的影響，以找出較佳之製作條件並減少浪費。

三、文獻回顧

(一) 玉米粒的膨化反應

根據泛科學（2018）的資料，膨化反應是指「將含有澱粉與水分的食材加熱或加壓，使食材間的水蒸氣撐開食物整體組織」。爆米花的原料是外殼堅硬的乾燥玉米粒，加熱時，玉米粒裡的水分会變成水蒸氣，使內部壓力越來越大，當壓力大到外殼承受不住時就會爆開。高溫的水蒸氣快速膨脹，會把裡面已經變軟的澱粉擠出來，形成我們看到的爆米花。

(二) 蝴蝶狀爆米花及蘑菇狀爆米花的差異

根據台灣區農業暨食品電子商務協會（2008）及台大農藝系觀點種子網的資料，栽培種玉米依果實的長短形狀、澱粉的品質分佈、化學成分和物理結構，分成目前通用的玉米七類變種，我們日常食用的屬於荷蘭、日本引進的馬齒種(dent corn)，而能夠形成爆米花的僅有爆裂種(pop corn)。其原因在於玉米胚乳中的澱粉種類的比例不同。馬齒種(dent corn)的胚乳充滿軟質澱粉，而爆裂種(pop corn)，胚乳外層多為角質澱粉，僅內部有少量粉質澱粉。

常見的蝴蝶狀爆米花及蘑菇狀爆米花皆屬於爆裂種(pop corn)玉米，其中蘑菇狀玉米粒擁有更厚實的外殼（thicker hull），因此需要更高的溫度和壓力，才會發生「膨化作

用」，並且研究也指出，蘑菇狀爆米花需要在短時間內快速升溫，才能夠形成蘑菇狀，日常生活中較難以實踐，因此本實驗使用蝴蝶狀爆米花做為探討的玉米種類。

（三）科展文獻回顧

從過去的研究來看，探討爆米花的研究大致有幾種類型。第一類是材料與應用研究，例如《爆米花屠龍記》探討爆米花是否可以取代保麗龍，並分析其保溫與抗壓特性。不過這類研究主要關注爆米花的用途，較少討論玉米粒本身的爆裂情形。

第二類是口感與脆度研究，如《「米」花朵朵開》以及《「爆粒」美學—以 AI 探討爆米花脆感測量與提升之研究》，透過觀察爆米花的大小、形狀與碎裂情形，甚至利用儀器與影像分析來測量「脆度」。但這些研究大多著重在爆裂後的口感與品質，而不是爆裂的成功比例。

第三類是爆裂條件與機制研究，例如《boom! 玉米定時炸彈》與《爆出新花樣》，探討加熱方式、油量或是否搖晃對爆米花大小與成功率的影响，也有研究從物理角度分析玉米粒爆裂的原理。雖然有提到成功率或未爆玉米粒，但多半只是輔助觀察，沒有深入比較不同條件下的爆裂差異。另外，《POP 蹦!!!》也從容器與加熱方式切入，探討如何讓爆米花爆得更快或更大顆，但研究重點仍偏向爆裂速度與結果表現。

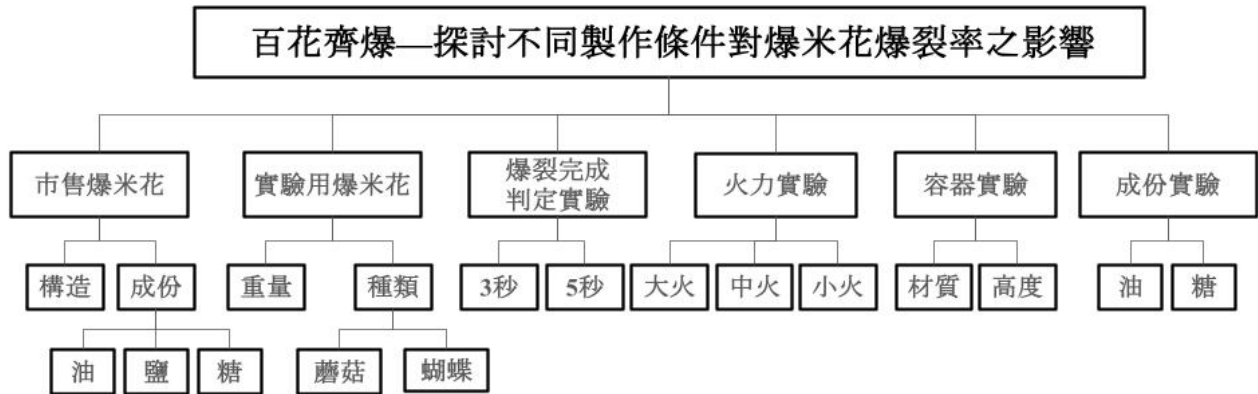
綜合上述研究可以發現，大多數研究都集中在爆米花的口感、大小或應用上，較少以「玉米爆裂率」作為主要研究重點。因此，本研究將以玉米爆裂率為核心，進一步探討不同製作條件（如容器、油量與糖量）對爆裂效果的影响，希望能找出更有效率且減少浪費的製作方式。

貳、研究設備與器材

市售爆米花	蘑菇狀玉米粒	蝴蝶狀玉米粒	葵花油	棕欖油
				
高鋁盤	低鋁盤	鋁盤	不鏽鋼杯	三腳架
				
陶瓷纖維網	酒精燈	可食用玻璃紙	電子秤	量杯
				
湯匙	鋁箔紙/錫箔紙	瓦斯爐	瓦斯	酒精溫度計
				

參、研究過程與方法

一、實驗架構



二、實驗過程與方法

(一) 市售爆米花分析實驗

本實驗以市面上常見之爆米花作為樣本，觀察並測量其尚未爆裂前的原始成份。透過將玉米粒與油分離，分別秤量其重量並計算比例，作為後續實驗之參考依據。

1. 市售爆米花構造實驗

(1) 實驗目的：了解市售爆米花之容器構造功能。

(2) 實驗原理：透過拆解市售爆米花的外包裝，觀察其內部組成與各部件配置，以分析其結構與功能。

(3) 實驗過程：

A. 拆解市售爆米花外包裝。

B. 將各部件（如鋁盤、玻璃紙、鐵絲等）分別取出並分類。

C. 觀察並記錄內部的材質與組成方式。

(4) 實驗結果：觀察結果顯示，市售爆米花容器主要由鋁盤、可食用玻璃紙及鐵絲構成。鐵絲與把手主要用於固定上方玻璃紙與下方鋁盤（含錫箔紙），並提供拿取便利；

鋁盤作為盛裝玉米粒與油的容器；可食用玻璃紙則覆蓋於上方，與鐵絲共同固定於鋁盤邊緣，可防止爆裂過程中爆米花與油濺出，提升操作安全性。

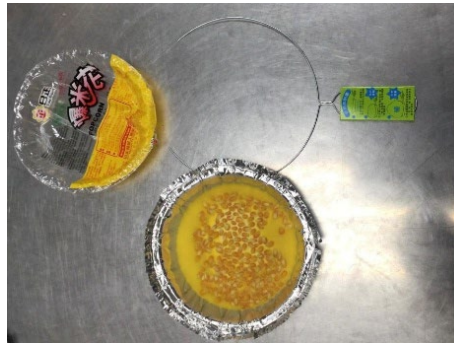


圖 1：市售爆米花部件構造

2. 市售爆米花玉米粒及棕櫚油重量測量實驗

(1) 實驗目的：找出市售爆米花（鹹）的玉米粒及棕櫚油的重量。

(2) 實驗原理：以隔水加熱的方式，使棕櫚油融化（棕櫚油熔點 $27\text{--}50^{\circ}\text{C}$ ）。

(3) 實驗過程：

A. 拆解市售爆米花包裝，取出玻璃紙、金屬支架及鋁箔碗，並將凝固的棕櫚油與附著其上的玉米粒完整移入盛裝容器中。

B. 測量並記錄容器空重後，秤量容器連同油與玉米粒之總重量，扣除空重以求得油與玉米粒之總重量。

C. 於另一容器中加入約 500 mL、 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的熱水，進行隔水加熱，使棕櫚油完全融化。

D. 將玉米粒取出後進行秤重，以「棕櫚油與玉米粒總重量－玉米粒重量」計算棕櫚油重量。

(4) 實驗結果：油：21.9 克，玉米粒 33.1 克。



圖 2：市售爆米花隔水加熱

3. 市售爆米花鹽分計算實驗

- (1) 實驗目的：找出市售爆米花（鹹）的鹽含量
- (2) 實驗原理：以食鹽（氯化鈉）的化學式 NaCl ，及市售爆米花成分表提供之鈉（Na）含量進行計算。

營養標示	
每一份量 55 公克	本包裝含 1 份
	每份
熱量	266 大卡
蛋白質	3.4 公克
脂肪	15.6 公克
飽和脂肪	8.6 公克
反式脂肪	0 公克
碳水化合物	28.5 公克
糖	0 公克
鈉	15.75 毫克



圖 3：市售爆米花營養標示

(3) 實驗過程

- A. 根據市售爆米花（鹹）營養標示表，鈉的含量 15.75mg。
- B. 食鹽（氯化鈉）的化學式為 NaCl ，Na 的原子量為 23，Cl 的原子量為 35.5

$$C. 15.75\text{mg} \times \frac{23+35.5(\text{氯化鈉})}{23(\text{鈉})} = 40\text{mg}, 40\text{mg} = 0.04\text{g}$$

(4) 實驗結果：一份市售爆米花（鹹）有 0.04g 的鹽

(二) 實驗用爆米花實驗

為利後續部分實驗之進行，本研究考量實驗需求無須每項實驗都製作大量爆米花，因此依據市售爆米花之成分比例，調整並建立少量測試用的製作配比。透過控制玉米粒、油的比例，在維持基本爆裂條件一致的前提下，製作適合實驗操作之少量爆米花，以提升實驗效率並減少材料浪費。

1. 不同玉米粒種類的差別

(1) 實驗目的：了解市售常見蝴蝶狀爆米花及蘑菇狀爆米花的實際爆裂結果及差異。

(2) 實驗原理：玉米粒內含水分與澱粉，加熱時水分變成水蒸氣，使內部壓力增加，當壓力超過外殼可承受的程度時就會爆裂，形成爆米花。不同種類的玉米在外殼與內部結構上有所不同，因此可能影響爆裂的形狀與成功率。

(3) 實驗過程

A. 分別於鋁盤中放置 3g（14 顆）蝴蝶狀玉米粒及蘑菇狀玉米粒。

B. 將盛裝玉米粒的鋁盤放置於火源上進行測試。

C. 測試後計算成功與失敗數量，並另外秤重。

(4) 實驗結果：

蝴蝶狀玉米粒及蘑菇狀玉米粒，成功與失敗的顆數相近，但是蘑菇狀玉米粒並非呈現蘑菇狀，而是爆裂為蝴蝶狀。因此後續將使用蝴蝶狀玉米粒進行測試。

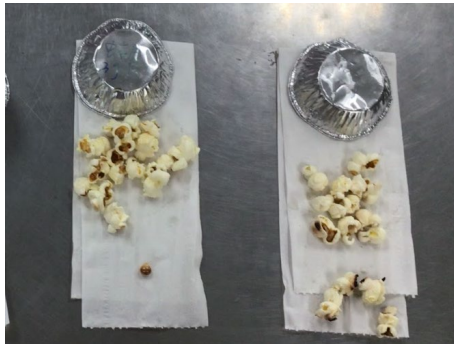


圖 4：蝴蝶狀玉米粒實驗結果



圖 5：蘑菇狀玉米粒實驗結果

2. 玉米粒重量的差別

在參考市售爆米花的油與玉米粒比例，如上述分析：油量為 21.9g、玉米粒為 33.1g，比例接近為 1：2 的情況下，分別測試 2 克、3 克與 4 克的玉米粒，找出最適合的玉米粒重量。

- (1) 實驗目的：配置合適的少量自製爆米花，作為後續實驗用。
- (2) 實驗原理：測試玉米重量對受熱均勻度的影響，找出爆裂成功最高的比例
- (3) 實驗過程：
 - A. 將陶瓷纖維網放在三腳架上，並在下方準備好酒精燈（本實驗各用 3 個）。
 - B. 將油與玉米粒放置小鋁盤中並讓每顆玉米粒都能沾到油並將玻璃紙貼合覆蓋在玉米粒上，再用鋁箔紙包覆鋁盤邊緣將其封口固定。
 - C. 放置於酒精燈上方加熱。
 - D. 觀察並記錄開始及結束爆裂的時間。



圖 6：不同重量玉米粒的實驗過程

(4) 實驗結果: 依據觀察與實驗數據顯示, 4 克份量較多, 爆裂後易超出容器。相較之下, 2 克玉米粒份量較少, 3 克玉米粒之爆裂情形較為完整且穩定, 份量亦較適中, 因此做為後續實驗用製作配比

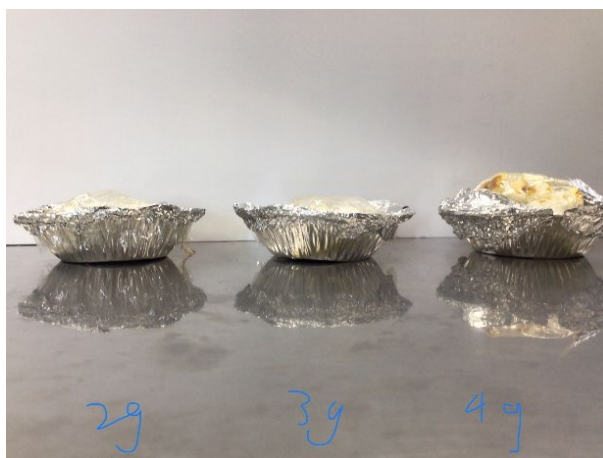


圖 7：不同重量玉米粒的實驗結果

重量	開始爆裂的時間	結束爆裂時間
2 克	1 分 44 秒	2 分 42 秒
3 克	1 分 20 秒	2 分 40 秒
4 克	2 分 53 秒	3 分 54 秒

表 1：不同重量玉米粒的實驗結果

(三) 爆裂完成判定實驗

在製作爆米花的過程中, 常以爆裂聲是否停止作為完成的判斷依據, 但不同時間間隔的判定方式可能影響結果, 進而影響爆裂率與未爆玉米粒的數量。因此, 本實驗透過比較不同爆裂聲間隔作為終止標準的差異, 探討何種判定方式較適合作為爆米花完成的依據, 並建立較一致且合理的判定標準, 以利後續實驗使用。

(1) 實驗目的: 了解爆米花完成的時間判斷, 應該由爆裂聲間隔幾秒進行判定。

(2) 實驗原理：爆米花在加熱過程中會持續爆裂，隨著玉米粒逐漸爆裂完成，爆裂聲減少且間隔變長，因此可利用爆裂聲的時間間隔作為判斷爆裂是否完成的依據。

(3) 實驗過程

A. 每份分配 3g (14 顆) 玉米粒，分成兩組。

B. 一組以間隔三秒作為標準，另一組以間隔五秒作為標準，放置於火源上進行測試。

C. 測試後計算成功與失敗玉米數，並另外秤重。

(4) 實驗結果：依據實驗數據顯示，不同時間間隔會影響爆裂結果。以 3 秒為判定標準時，仍有較多未爆玉米粒；以 5 秒為標準時，未爆數量減少，部分組別完全爆裂。此外，5 秒組的已爆裂玉米粒重量較高，顯示延長判定時間有助於提升爆裂完整度。因此，後續將以此作為判定標準。

	3 秒 A	3 秒 B	3 秒 C	5 秒 A	5 秒 B	5 秒 C
原顆數	14	14	14	14	14	14
原重量(g)	3	3	3	3	3	3
後顆數	14	14	14	14	14	14
後總重(g)	4.5	3.7	3.7	2.6	3.2	3
成功爆裂玉米顆數	8	13	11	13	12	14
成功爆裂玉米重量	3.1	3.6	2.9	2.4	2.8	3
未爆裂玉米顆數	6	1	3	1	2	0
未爆裂玉米重量	1.2	0.1	0.7	0.2	0.4	0

表 2：爆裂完成判定實驗結果

(四) 火力對於市售爆米花的影響

在進行爆米花實驗時，火力大小會影響加熱速度與爆裂情形，但「大火、中火、小火」多為主觀判斷，缺乏明確標準。因此，本實驗透過量測不同火力下水溫上升的變化，建立火力的客觀定義，作為後續爆米花實驗中火力條件的比較依據，以提升實驗結果準確性與一致性。

1. 火力的定義

(1) 實驗目的：測量瓦斯爐的不同火力（大火、中火、小火）的溫度上升變化。

(2) 實驗原理：火力可視為單位時間內所提供的熱能。加熱時，水會吸收熱能而使溫度上升；在水量相同的情況下，水溫上升的快慢與吸收的熱能多寡有關。因此，可透過測量不同火力下水溫變化，作為火力大小的量化依據，用於後續爆米花實驗比較。

(3) 實驗過程：

- A. 於瓦斯爐火力控制旋鈕上標示大火、中火及小火的位置。
- B. 於鋁盤中加入 400 mL 水，並放置溫度計後，放置於瓦斯爐上加熱。
- C. 在固定火力條件下，每 10 秒記錄一次水溫變化。
- D. 依序調整為不同火力（大火、中火、小火），重複上述步驟進行測量。



圖 8：水溫上升實驗構造

(4) 實驗結果：實驗結果顯示，大火、中火與小火的每分鐘平均上升溫度分別為 23.33°C 、 17.86°C 與 3.11°C 。由此可見，不同火力下水溫上升速度具有明顯差異，此結果說明，火力大小可透過單位時間內的升溫變化進行量化表示，驗證本實驗以水溫上升速度作為火力判定依據之可行性，並可作為後續爆米花實驗之定量比較基準。

火力	大火 1	大火 2	大火 3	中火 1	中火 2	中火 3	小火 1	小火 2	小火 3	小火 4
起始溫度	20	23	20	20	24	24	20	24	27	23
10 秒	22	26	25	23	25	26	20	24.5	27	23.5
20 秒	25	32	26	26	28	30	20	25	28	24
30 秒	30	35	28	28	31	33	20	25	29	24
40 秒	35	38	34	31	32	37	20	25.5	29	25
50 秒	39	41	37	34	39	39	21	26.5	29	25
60 秒	44	46	40	38	41	42	21.5	27.5	29	26
70 秒	49	51	45	40	43	45	21.5	28	30	26.5
80 秒	53	55	50	44	46	49	22	29	30	27
90 秒	58	60	56	48	52	52	22	30	31	27
100 秒	61	64	60	51	54	54	23	30.5	32	28
110 秒	65	67	63	53	57	57	23	31	32	28
120 秒	70	71	65	57	60	61	23.5	32	33	29
130 秒	73	75	68	60	62	64	24	32.5	34	29
140 秒	76	79	72	62	65	66	24	33	34	30
150 秒	80	82	75	65	67	68	25	34	34	30
160 秒	83	85	78	68	70	70	25	34.5	35	31
170 秒	86	87	82	71	73	73	25	35	35	31
180 秒	89	92	84	73	75	75	25.5	36	37	32

表 3：大、中、小火水溫上升紀錄表

		數據 1 平均	數據 2 平均	數據 3 平均	數據 4 平均	總平均
大火	每十秒上升幾度	3.83	3.83	3.56		3.74
大火	每分鐘上升幾度	24.31	23.46	22.23		23.33
中火	每十秒上升幾度	2.94	2.83	2.88		2.88
中火	每分鐘上升幾度	18.23	17.92	17.42		17.86
小火	每十秒上升幾度	0.31	0.67	0.59	0.5	0.52
小火	每分鐘上升幾度	2.12	4.19	3.17	2.96	3.11

表 4：大、中、小火水溫上升數據統計表

2. 火力對於市售爆米花的影響

(1) 實驗目的：找出瓦斯爐不同火力加熱市售爆米花，對於爆裂率以及燒焦影響。

(2) 實驗原理：利用瓦斯爐進行加熱，了解玉米粒內部水分受熱後能不能讓玉米粒順利爆裂，並觀察是否會燒焦。

(3) 實驗過程：

- A. 確認市售爆米花包裝是否完整、沒有破損。
- B. 將其放置於瓦斯爐架的正中心，確保受熱均勻。
- C. 打開瓦斯爐並將旋鈕轉至前述實驗定量之火力位置。
- D. 觀察並記錄爆米花開始爆裂及結束爆裂時間。
- E. 當玉米粒爆裂比例超過 50% 且後續連續 5 秒未偵測到爆裂聲判定反應結束。
- F. 待鋁箔包稍微降溫後剪開，計算裡面成功爆裂與未爆裂、燒焦的數量。

(4) 實驗結果：使用小火製作爆米花時，燒焦部分較少；使用中火製作米花時，雖反應時間較短，但是燒焦部分比例高，因此後續實驗將使用小火進行實驗。

類別	中火 1	中火 2	小火 1	小火 2
初始重量	55g	55g	55g	55g
成功重量	18.4g	16.7g	51.1g	50.2g
成功顆數	67 顆	60 顆	188 顆	184
失敗重量	14g	23.8g	0.6g	0.9g
失敗顆數	108 顆	114 顆	6 顆	8 顆
開始爆裂時間	26 秒	37 秒	3 分 47 秒	2 分 24 秒
結束爆裂時間	1 分 37 秒	1 分 56 秒	7 分 13 秒	5 分 43 秒

表 5：中小火對於爆米花的影響

（五）容器分析實驗

容器可能影響玉米粒的受熱情形與爆裂效果，進而改變爆米花的成功率。因此，本實驗透過比較不同高度、不同材質容器的爆裂結果，探討對爆裂效果的影響，並作為後續實驗選擇的依據。

一、容器高度對於爆米花的影響

- （1）實驗目的：測試不同高度的鋁盤對爆裂效果的影響，找出最適合讓玉米粒受熱並成功爆裂的容器高度。
- （2）實驗原理：測試不同鋁盤高度的受熱差異，觀察對玉米粒爆裂率的影響。
- （3）實驗過程：
 - A. 將陶瓷纖維網放在三腳架上，並在下方準備好酒精燈（本實驗各使用 4 個）。
 - B. 分別將高鋁盤及低鋁盤盛裝 3 克（14 顆）的玉米粒和 1.5 克的油進行混和並將玻璃紙貼合覆蓋在玉米粒上，再用鋁箔紙包覆鋁盤邊緣固定。
 - C. 放置於酒精燈上方加熱。
 - D. 觀察並記錄開始和結束爆裂的時間。

(4) 實驗結果：根據實驗結果，使用高鋁盤製作爆米花時，失敗的機率（不良率）比使用低鋁盤時高。也因為低鋁盤的實驗結果較佳，為了提升爆米花的成功率，後續的比較實驗會優先選擇使用低鋁盤進行。

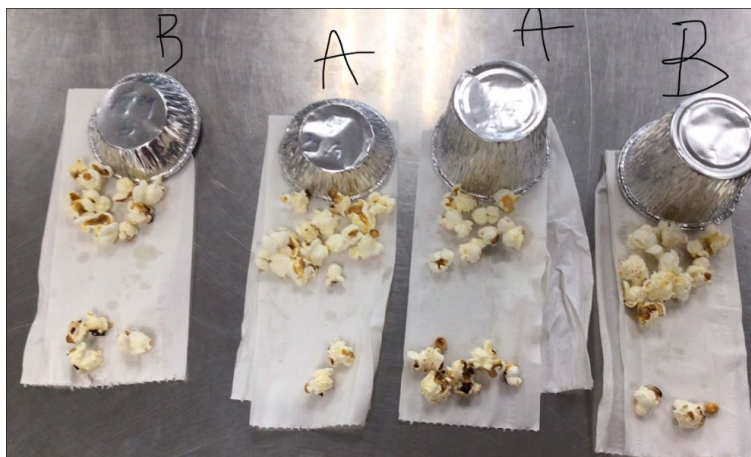


圖 9：容器高度對於爆米花的影響實驗結果

二、不鏽鋼盤和鋁盤的差異

(1) 實驗目的：本實驗比較不鏽鋼盤與鋁盤對爆米花爆裂率的影響，察找出最適合的容器。

(2) 實驗原理：透過比較兩種不同材質容器，觀察其對熱能傳遞效率的差異與爆裂效果的影響。

(3) 實驗過程：

- A. 將陶瓷纖維網放在三腳架上，並在下方準備好酒精燈。
- B. 分別將不鏽鋼盤及低鋁盛裝 3 克（14 顆）的玉米粒和 1.5 克的油進行混合，並將玻璃紙貼合覆蓋在玉米粒上，再用鋁箔紙包覆鋁盤邊緣將其封口固定。
- C. 放置於酒精燈上方加熱。
- D. 結束後放置於電子秤上成功與失敗的克數並計算顆數和記錄。

(4) 實驗結果：依據實驗數據顯示，不鏽鋼盤與鋁盤在爆裂時間及爆裂成功率方面並無明顯差異。

材質	鋁	鋁	鋁	不鏽鋼	不鏽鋼	不鏽鋼
開始爆裂時間	5'25	2'03	2'30	1'52	1'30	1'52
結束爆裂時間	7'12	3'15	6'59	3'08	2'39	3'20
成功重量	3.2g	2.1g	2.5g	2.6g	3.5g	3.6g
成功顆數	13 顆	9 顆	10 顆	8 顆	12 顆	13 顆
失敗重量	0.3g	0.7g	1g	1.2g	0.5g	0.1g
失敗顆數	1 顆	4 顆	3 顆	6 顆	2 顆	1 顆
失敗說明	未爆裂	未爆裂	未爆裂	未爆裂	未爆裂 且燒焦	未爆裂

表 6：不鏽鋼盤和鋁盤實驗結果

(六) 不同成份對於爆米花的影響

在製作爆米花時，油量會影響玉米粒的受熱情形與爆裂效果，油量過多或過少都可能影響爆裂成功率與燒焦情形。因此，本實驗透過比較不同油量下的爆裂結果，探討油量對爆米花爆裂效果的影響，並找出較適合的油量條件，作為後續實驗的依據。

1. 油量對爆米花的影響

(1) 實驗目的：找出不同油量對爆米花的影響

(2) 實驗原理：油可作為熱傳導介質，使玉米粒受熱較均勻，使爆米花裡面的水變成水蒸氣把玉米粒的外殼撐破。

(3) 實驗過程：

A. 分別秤取 33g 玉米粒，並搭配不同油量（15g、20g、25g）之棕欖油，進行實驗分組。

B. 將玉米粒與棕櫚油混合後，分別包覆於實驗容器中，每一油量條件各進行三次重複實驗。

C. 將各組樣本置於小火加熱條件下進行爆裂測試。

D. 爆裂完成後，觀察並記錄各組之爆裂情形，包括爆裂成功數量、未爆玉米粒數量及是否出現燒焦情形。

(4) 實驗結果：實驗結果顯示，不同油量對爆米花的爆裂效果具有影響。在 15g 與 25g 油量條件下，皆出現未爆玉米粒及燒焦情形；而在 20g 油量條件下，雖仍有少量未爆玉米粒，但未觀察到燒焦現象，整體爆裂情形較為穩定。綜合比較可知，適當的油量有助於提升受熱均勻性並降低燒焦機率，其中 20g 油量之表現相對較佳。

棕櫚油	15g			20g			25g		
玉米粒	33g								
開始爆裂時間	1'22	7'23	2'47	3'29	1'57	4'43	10'05	1'22	1'52
完成爆裂時間	3'43	9'11	5'29	7'15	10'27	8'20	11'20	3'09	4'42
成功重量	20g	21.5g	36g	44g	43.6g	44g	40g	28.8g	34.6g
失敗重量與狀況	沒爆 7.8g/49 顆 燒焦 14.2g	沒爆 3.4g/25 顆 燒焦 15.4g	沒爆 2.5g/14 顆 燒焦 3.4g	沒爆 2g/8 顆 無燒焦	沒爆 0.7g/9 顆 無燒焦	沒爆 0.9g/4 顆 無燒焦	沒爆 2.2g/8 顆 燒焦 5.3g	沒爆 4.3g/19 顆 燒焦 14g	沒爆 14.3g/34 顆 燒焦 2.6g

表 7：油量對爆米花的影響實驗結果

2. 糖對爆米花的影響

(1) 實驗目的：找出不同糖量對爆米花的影響

(2) 實驗原理：在加熱過程中，糖會因溫度上升而融化或改變結構，溫度再升高時可能發生焦糖化反應。糖融化後會附著在玉米粒表面，可能影響玉米粒吸收熱能的方式與速度。此外，當糖受熱產生焦化時，局部溫度可能升高，導致受熱不均勻。這些因素都可能影響玉米粒內部水分受熱產生壓力的過程，進而影響爆米花的爆裂情形。

(3) 實驗過程：

A. 分別秤取 33g 玉米粒及 20g 的棕櫚油，搭配不同重量（0g、3g、5g）的糖，進行實驗分組。

B. 將玉米粒、棕櫚油、糖混合後，分別包覆於實驗容器中，每一糖量條件各進行三次重複實驗。

C. 將各組樣本置於小火加熱條件下進行爆裂測試。

D. 測試完成後，觀察並記錄各組之爆裂情形，包括爆裂成功數量、未爆玉米粒數量及是否出現燒焦情形。

(4) 實驗結果：實驗結果顯示，0g 與 3g 組的爆裂較穩定，成功重量相近；5g 組結果變化較大，且未爆粒玉米粒與燒焦情形明顯增加。5g 組爆米花具有明顯燒焦現象，甚至在爆裂成功的樣本中仍可聞到燒焦味。

棕櫚油	20g					
玉米粒	33g					
糖	0g	0g	3g	3g	5g	5g
開始爆裂 時間	3'29	1'57	2'06	2'05	1'05	1'20
完成爆裂 時間	7'15	10'27	6'00	3'57	6'21	7'05
成功重量	44g	43.6g	44.4g	42.1g	48g	41g
失敗重量 與狀況	沒爆 2g/8 顆 無燒焦	沒爆 0.7g/9 顆 無燒焦	沒爆 0.6g/4 顆 燒焦 4.6g	沒爆 0.8g/12 顆 燒焦 6g	沒爆 2.2g/12 顆 燒焦 3.2g/10 顆	沒爆 1.8g/16 顆 燒焦 10g

表 8：糖量對爆米花的影響實驗結果

肆、研究結果

本研究旨在探討不同製作條件對爆米花爆裂率之影響，並進一步應用於日常生活中，以減少未爆玉米粒與燒焦情形。研究先透過市售爆米花成分分析建立實驗基準，並依序探討玉米粒重量、爆裂判定方式、火力、容器及成分條件之影響，實驗結果如下：

一、本研究成功分析市售爆米花成分，在淨重 55 克中，油量為 21.9 克、玉米粒為 33.1 克，鹹味的鹽巴有 0.04 克，而甜味的糖則佔 5.3 克。在自製實驗用爆米花的模擬實驗中，以 3 克（約 14 顆）之爆裂效果最佳，2 克玉米粒較易受熱不足，4 克則會溢出容器，因此 3 克做為後續實驗用。

二、在爆裂完成判定方面，以爆裂聲間隔 5 秒作為終止標準時，未爆玉米粒數量較少；相較之下，3 秒判定較易提前停止，造成未爆玉米粒增加。

三、在火力條件方面，小火加熱時間較長（約 7 分鐘以上），但燒焦情形最少且爆裂狀況較穩定；中火可縮短加熱時間（約 1 分 30 秒內完成），但燒焦比例較高。

四、在容器條件方面，低鋁盤之爆裂效果優於高鋁盤；而鋁盤與不鏽鋼盤在爆裂率上的差異不明顯。

五、在成分條件方面，油量與糖量皆會影響爆裂結果。以 33 克玉米粒為例，搭配 20 克油時爆裂情形最穩定；15 克與 25 克油量則未爆或燒焦情形較多。糖量方面，0 克與 3 克糖之表現較穩定，而 5 克糖會明顯增加燒焦與未爆情形。

伍、討論

由實驗結果可進一步分析各變因對爆米花爆裂率之影響與其可能原因：

首先，在玉米粒重量方面，3 克為最佳條件，顯示適量玉米粒有助於受熱均勻。玉米粒過少（2 克）時，熱能累積不足，可能影響爆米花內部的水分氣化；而過多（4 克）則易造成玉米粒堆積，導致部分玉米粒受熱不均，降低整體爆裂率。

其次，在爆裂完成判定方面，以 5 秒作為間隔較能合適。若過早停止（3 秒），部分尚未達到臨界壓力的玉米粒將無法爆開，導致未爆裂玉米粒增加，顯示判定標準會直接影響爆裂率的計算結果。

在火力條件方面，小火雖耗時較長，但加熱較為穩定，使玉米粒內部水分能逐漸氣化並均勻累積壓力，有助於穩定爆裂；中火則可能造成局部過熱，使外殼提前碳化或燒焦，反而降低有效爆裂率並影響成品品質。

在容器條件方面，低鋁盤優於高鋁盤，推測與熱傳效率及空間分布有關。低容器有助於熱能快速傳遞並使玉米粒分布較為均勻；而高容器可能造成熱能集中不均，影響爆裂效果。至於鋁與不鏽鋼差異不明顯，顯示材質影響相對較小。

最後，在成分條件方面，油量與糖量皆會影響爆裂過程。適量油（20 克）可提升導熱效果，油量過少或過多皆可能影響熱傳均勻性。糖量過高（5 克）則容易產生焦糖化現象，造成局部高溫與明顯燒焦，進而干擾玉米粒正常膨化，降低爆裂率。

陸、結論

根據本研究之實驗結果，在本研究之實驗條件下，可提出以下操作建議，以作為製作爆米花之參考：

一、爆裂完成判定方面：建議以爆裂聲間隔 5 秒作為終止加熱之判定標準。本研究結果顯示，相較於 3 秒判定，5 秒可有效降低未爆玉米粒數量，提升整體爆裂完整度。

二、加熱條件方面：建議採用小火加熱。實驗結果顯示，小火雖加熱時間較長，但爆裂情形較穩定，且燒焦現象較少；中火雖可縮短時間，但較容易產生燒焦情形。

三、容器選擇方面：建議選用高度較低之容器（如低鋁盤），有助於玉米粒均勻受熱；材質方面，鋁與不鏽鋼在爆裂效果上差異不明顯，但不鏽鋼具可重複使用之優點，較為環保，可作為優先選擇。

四、材料比例方面：在本研究條件下，建議以 33 克玉米粒搭配 20 克油進行製作，此比例下爆裂情形較為穩定，未爆與燒焦情形較少。

五、糖量控制方面：實驗結果顯示，糖量增加會導致燒焦與未爆情形增加，推測與加熱過程中的焦糖化反應有關。因此建議糖量不宜過多，可控制於低量範圍或於爆裂後再進行調味，以避免影響爆裂效果。

六、建議在爆爆米花之前，先初步篩選玉米粒，挑除外殼已經裂開或者不完整的玉米粒，以增加爆裂效率及成功率。

柒、參考文獻資料

American Chemical Society. (n.d.). *The secret science of popcorn*.

<https://www.acs.org/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/secret-science-stuff/popcorn.html#coolchemistry>

Best Gourmet Popcorn. (n.d.). *Butterfly or mushroom: What the heck are we talking about?*

<https://bestgourmetpopcorn.com/blogs/gourmet-delights-rise-of-the-kernel/butterfly-or-mushroom-what-the-heck-are-we-talking-about>

Hikaru8197。 (n.d.)。爆米花相關文章。痞客邦。

<https://hikaru8197.pixnet.net/blog/posts/2026982999>

中小學科學展覽會 (2012)。爆米花屠龍記 (第 49 屆國小物理組作品)。

中小學科學展覽會 (2017)。POP 蹦!!! (第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書)。

中小學科學展覽會 (2017)。「米」花朵朵開 (第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書)。

中小學科學展覽會 (2024)。「爆粒」美學—以 AI 探討爆米花脆感測量與提升之研究 (第 64 屆國小生活與應用科學組作品)。

全國科學探究競賽 (2023)。爆出新花樣 (成果報告)。

臺灣國際科學展覽會 (2022)。Boom! 玉米定時炸彈 (國中物理與天文學組作品)。

衛生福利部 (2013 年 11 月 21 日)。「好油」「壞油」分清楚 切莫傷健康!—用油五撇步 報你知。<https://www.mohw.gov.tw/cp-3218-22795-1.html>

衛生福利部食品藥物管理署 (2018)。香香脆脆的滋味怎麼來? 膨化食品製程大揭密。

PanSci 泛科學。<https://pansci.asia/archives/149309>

國立臺灣大學農藝學系種子研究室。觀點種子網。取自 <https://seed.agron.ntu.edu.tw/>

台灣區農業暨食品電子商務協會 (2008)。玉米的種類與用途。取自

<https://www.foodchina.com.tw>