

屏東縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學組

組 別：國小組

作品名稱：「酵」容滿「麵」

關 鍵 詞：天然酵母、酵母菌、麵種

編號:A3014

摘要

一升上五年級，偶爾老師會帶我們去做麵包與吐司，對於麵包吐司的喜愛難以言喻，最喜歡製作時看到吐司透過酵母發酵過程而慢慢變大變鬆軟，每每都讓我無法忘懷，腦中一直縈繞著這樣的畫面，因此我真的很想知道吐司發酵到底是怎麼辦到的呢？而前陣子從新聞中看到關於食品添加物的報導，中間一則訊息深深吸引著我，上面寫著：「你最喜歡的早餐吐司，可是添加了數十種添加物呢！」我真的是被嚇著了，隔天一早到學校，馬上問老師：

「有沒有辦法製作添加物較少的吐司呢？」老師說：「有啊！天然的水果都可以培養酵母，你有興趣一起來做做看嗎？」我與幾位同學一口同聲的說：「好。」老師接著請我們去思考適合拿來做酵母液的水果有哪些？如何製作水果酵母液？因此本研究我們探討使用隨手可得的天然水果來製成酵母液，再將其酵母液製成麵種的因素和差異，最後再用自製的天然水果酵母麵種製作吐司，並以速發酵母製作吐司為對照組，並觀察其蓬鬆度上的差異因素為何。最後也在經歷了數次失敗後，有了成功的一次經驗，天然水果酵母液製作的吐司非常鬆軟，並且散發出不同的果香味，相較於速發酵母製作的吐司，呈現的是較為扎實的口感與缺乏果香味，但天然酵母培養時需要注意氣溫與外部污染，而速發酵母就簡單多了，因此市面上還是較多以速發酵母為主的麵包吐司商品，若想要減少添加物攝取，建議還是自己動手做，享受美味的同時，也顧及到健康。

第一章、緒論

本研究旨在探討不同天然水果酵母液製成麵種的因素和差異，最後再用自製的天然水果酵母麵種製作吐司，並觀察其蓬鬆度上的差異因素為何。本章分四節闡述，第一節說明研究動機與背景；第二節說明研究目的與待答問題；第三節解釋重要名詞；第四節說明研究範圍與限制。

第一節 研究動機與背景

五上自然 3-2 二氧化碳在日常生活的應用提到麵團裡加入酵母菌，藉由酵母產生之澱粉水解酵素與蛋白質水解酵素，將澱粉分解產生葡萄糖，轉換成二氧化碳、酒精與有機化合物。其中二氧化碳會使麵團膨大、鬆軟，為驗證所學，以「酵母菌」作為操縱變因；「麵粉、糖、鹽、牛奶、奶油」為控制變因；「麵團發酵」及「麵包彈性」為本次實驗的應變變因，進行研究目的之探討。

第二節 研究目的與待答問題

本研究將以控制變因實驗法進行研究，實驗設計上，我們和老師討論酵母液實驗變因的可能性，並進行擴散性思考後，選擇我們有興趣的變因進行實驗。

根據上述研究動機，歸納研究目的如下：

- 一、探討不同水果對培養天然水果酵母液的影響(室溫發酵)
- 二、探討不同水果酵母液製成麵種的差異(室溫發酵)
- 三、探討不同天然水果酵種製成麵包的差異(室溫發酵)
- 四、比較市售酵母和自製天然水果酵母液烘焙吐司的差異(麵包機發酵)

根據研究目的，所擬的待答問題如下。

- 一、不同水果製作成酵母液的過程中，其糖度和 pH 值的差異？
- 二、不同水果發酵產生的酵母液來培養麵種，其麵種的發酵狀況如何？
- 三、不同天然水果酵種製成麵包後，其澎鬆度差異如何？
- 四、市售酵母和自製天然水果酵種烘焙吐司在蓬鬆度上的差異如何？

第三節 名詞解釋

一、控制變因實驗法

進行實驗時，保持其它多項的變因，一次僅改變一項的變因，討論此項變因對實驗的影響，這種有系統的實驗方法，稱為控制變因實驗法，為科學的實驗方法。1 操控變因：實驗中要改變的因素。2 控制變因：實驗中保持相同的因素。3 應變變因：實驗的結果。

二、酵母

酵母又稱酵母菌，是一群單細胞真菌的統稱，其能發酵糖類產能，細胞壁常含甘露聚糖，能在酸度較大的環境中生活，大多數無性生殖，少數有性生殖。有些酵母用於釀造生產，有些為致病菌，也是遺傳工程和細胞周期研究的模式生物。

三、發酵

生物或離體的酶分解糖類，產生乳酸或酒精和二氧化碳等的作用。泛指一般利用微生物（如酵母菌）製造工業原料或工業產品的過程。發酵可在無氧或有氧條件下進行。發酵是微

生物如細菌、酵母或真菌在無氧或有氧環境中將有機物質轉化為能量的過程,溫度越低，發酵的速度越慢，需要等待的時間更長。

四、可發酵水果

可發酵的水果，建議是高酸高甜的水果，建議是葡萄、梅子、梨子、鳳梨等水果，並避免果膠太多的水果（如柿子、楊桃，因為會產生甲醇）。

第四節 研究範圍與限制

本研究之目的在探討培養不同的水果天然酵母液其麵種生長速度的差異，與市售酵母和天然酵母液對烘焙吐司蓬鬆度的變化與影響。研究範圍與限制如下：

一、研究範圍

本研究採控制變因實驗法，僅以天然酵母液為主要分析對象去進行實驗設計。

二、研究限制

本研究受限於本校實驗器材不足，研究者無法給予精準的數據，只能透過觀察與紀錄來進行，致使本研究結果的解釋範圍受到限制。

第二章 文獻探討

本研究旨在探討天然酵母與市售的化學酵母，對於麵包發酵的蓬鬆度、彈性等特性的影響。我們翻閱相關歷屆科展作品，並針對酵母對麵包的影響相關文獻進行探討，相關文獻探討如下：

表 1-1 水果酵母相關研究彙整

歷屆全國科展作品	與本實驗相關的資訊
「果」真如此「酵」 果十足	一、皮、果肉發酵液和白飯及麵包等主食發酵時間隨之增加，發酵甜度逐漸下降、發酵液糖份可能被酵母分解而降低。 二、水果類多屬高酸性食物， $\text{pH} < 4.6$ 另在酒精發酵過程糖分被酵母分解。 三、產生酒精外，二氧化碳溶於水形成碳酸，便是發酵液保持酸性的原因。

	四、主食酒精濃度最高的是 10%米飯為 6%果皮酒精度高達 3%草莓果肉最高達 4%。 五、本實驗利用廚餘為出發點，原料成本為 0 元，如二次蒸餾可大幅提升酒精度具有商品價值，若達到 75%，可使用至醫療作為藥用酒精，或是二次蒸餾到 20~40%可作為食用酒精。
水果微笑 努力起 「酵」～探究自製新鮮水果酵母液對於麵種發酵的影響	一、夏天時，因為氣候溫熱潮溼，酵母液達到穩定期只需 3-5 天，但空氣中各種細菌也容易滋長，在酵母液的培養過程中需要小心謹慎，避免汙染及雜菌滋生的問題。冬天時，因為溫度較低，酵母生長的天數相對來說，就需要更多的時間，約 5-7 天，但也因為時間長，和空氣接觸的時間也變多，也容易受到汙染。 二、在酵母菌培養液中所添加的糖量會影響酵母菌的作用，添加的糖量越多，則酵母在麵糰中產生的二氧化碳就越多，代表酵母培養液的活性越好。 三、在培養水果酵母液的過程中，只要不被汙染，發酵都能順利完成，只是需要的時間長短不同（會因為氣溫、培養原料、添加物而產生變化）。因此在室溫下，首先要小心避免酵母培養液被汙染，使用果糖（單醣），添加少許的酸，pH 值在 4.5 左右，糖水濃度<31.8%時，糖的添加量越多，都能加速發酵的速率。
哪個最有「酵」？—市售酵母與自製水果酵母之探討	一、採用蜜蘋果及聖女小番茄自製水果酵母液，效果不如市售酵母好，但風味天然的特性也能使自製水果酵母液成為酵母的選項之一，未來可以嘗試以其他季節水果做實驗，同時兼具易取得、易製作。 二、加入各種酵母之麵團發酵活力排序為新鮮酵母>即溶快發乾酵母>乾酵母>蘋果酵母>番茄酵母液，加入新鮮酵母之麵團發酵活力最好，麵團膨脹程度大，含有較高比例的二氧化碳，麵包會較鬆軟；蘋果酵母液及番茄酵母液之麵團活力沒有那麼好，二氧化碳含量較低，口感較為扎實。 三、加入各種酵母所製成之麵包彈性排序為新鮮酵母>乾酵母>即溶快發乾酵母>番茄酵母液=蘋果酵母液，加入新鮮酵母所製成之麵包最有彈性，加入水果酵母液所製成之麵包彈性較差，口感較扎實，

	適合做歐式雜糧麵包。 四、新鮮酵母的發酵活力及彈性高度均最佳，乾酵母與即溶快發乾酵母活力及彈性表現與新鮮酵母不相上下，而自製水果酵母雖然發酵活力不是最佳，帶有淡淡果香，風味獨特，口感較扎實，健康又天然，是天然酵母的最佳選擇之一。
搞「酵」包—探討不同水果酵母菌對麵包的影響	一、對溫室發酵來說，單一水果做成的麵包比混合的好吃。 二、單一水果發酵，香蕉是三種水果裡最鬆軟且回彈幅度也最大。 三、混合水果溫室發酵，蘋果麵包實驗數據最好，有混香蕉的都不太好。 四、以鬆軟度來說，蘋果、葡萄最硬，回彈數據鬆軟些，發酵環境的不同混合水果以溫室發酵和麵包恆溫機來看，麵包恆溫機做成的麵包總體數據最好，也是最好吃的麵包，不僅鬆彈，還可嘗到淡淡的水果香，葡萄香蕉麵包也不輸市售天然酵母做的麵包
酵傲天際——天然水果酵母與麵包黴菌的火花	一、越酸的水果酵母外觀越好，例如檸檬等，最差的是越甜的水果酵母例如鳳梨和香蕉，這些數據來看，我們可以知道越酸的水果做麵包的外觀會越好看，甜度越高外觀越不好。 二、甜度最好是柑橘，最差是紫葡萄，軟硬度最佳是檸檬和紫葡萄，最差是鳳梨彈性最佳是檸檬，最差是鳳梨。 三、整體來評分的話以各方面的數據天然水果酵母麵包是檸檬最佳，最差是柑橘。 四、水果發霉程度做比較，最好的麵包是香蕉和橘子只有一點點發霉，可見保存效果非常好，幾乎沒有霉斑。 五、蘋果.紫葡萄.綠葡萄和檸檬酵母麵包蟲第四天開始發霉，其中蘋果和綠葡萄到最後一天發霉面積最大。 六、結論一品評結果可發現檸檬麵包不論是外觀、酸性、軟度、彈性都最為學生喜愛，由各方面來看，檸檬酵母麵包為最好吃的水果酵母麵包。
酵搖自得—水果天然酵母在麵包上	一、水作為營養源，利用靜置法培養，觀察後初步認為大部份水果都可以培養出果實本身富含的微生物(主要是酵母菌和乳酸菌)及一些酵素活性，而其中以香蕉、葡萄、檸檬的培養產氣效果為較

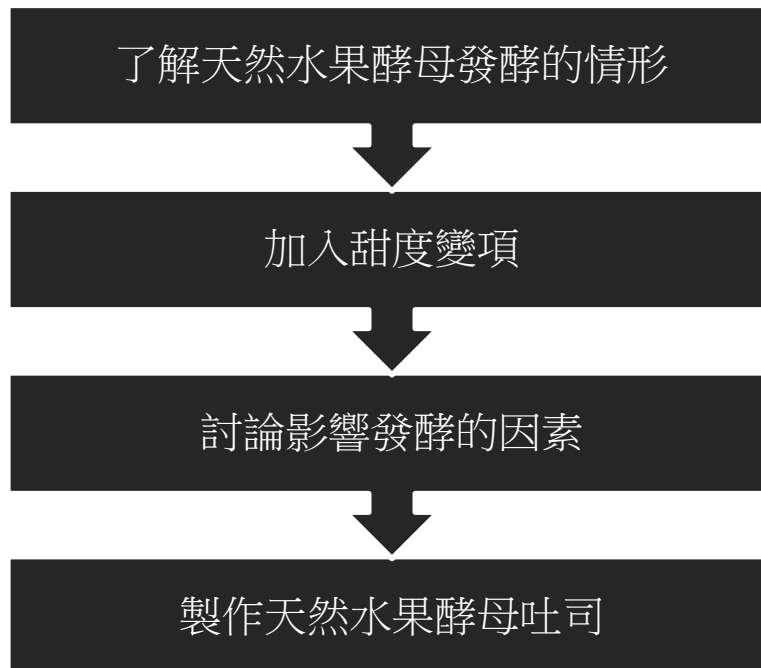
	佳、產氣量也較持久。 二、葡萄、香蕉和檸檬酵母種培養液震盪法第二天時，pH 值在 3.90~4.77、糖度在 14.3~19.2°Brix,有最佳的培養結果。 三、水果天然酵母種培養液利用震盪 兩天即能有靜置法五天的產氣及酵母量，而這也是做中種麵糰為最佳時機，此法大為縮短培養時間，可取代傳統水果天然酵母製作方法。 四、應在基本發酵箱 $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$、相對濕度 75%的條件下進行培養中種麵糰四小時後移入冰箱冷藏，隔天再做添粉及培養液動作，才能保留較佳的酵母源。 五、以水果天然酵母種震盪兩天之培養液，再製作中種麵糰，在第二天時麵糰已具有最佳的膨脹力，也是製作麵包的最適時機。而靜置法則需五天培養及三到四天中種麵糰培養才能進行吐司製作，故此法亦大為縮短培養時間，即可取代傳統的發酵中種麵糰製作方法。 六、水果酵母種麵包體積比、擴展比與彈性、膠強性和纖維性之物性測定值皆較商業酵母麵包表現理想，麵包組織細緻鬆軟、且吐司水分保留最佳；在吐司喜好性品評則以葡萄酵母種最保留清甜、芳香風味整體性最佳。 七、好吃的麵包是野生酵母和乳酸菌相乘的效果，其中商業酵母負責麵包的體積，而乳酸菌負責麵包口感、風味和香氣的菌源，整體而言，天然酵母種的吐司仍具勝過商業酵母吐司的優勢。
--	---

(表格由研究者自行整理)

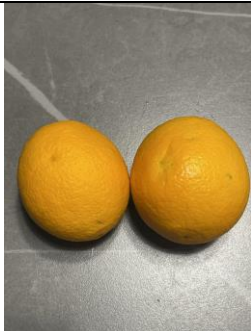
第三章 研究方法

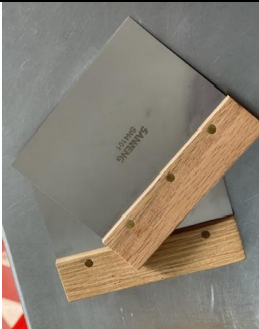
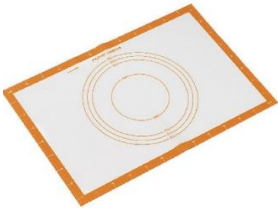
本控制變因實驗研究旨在探討三種水果酵母與市售速發酵母對麵包蓬鬆度的影響、溫度和酸甜度高低對水果酵母發酵速度的影響。實施過程中都會詳實紀錄實驗結果。本章分為二節闡述研究設計與過程，第一節為研究設計、第二節為研究設備及器材介紹，茲闡述如下。

第一節 研究設計



第二節 研究設備及器材介紹

			
蘋果	藍莓	柳丁	白砂糖
			
速發酵母	高筋麵粉	保鮮罐	刮刀

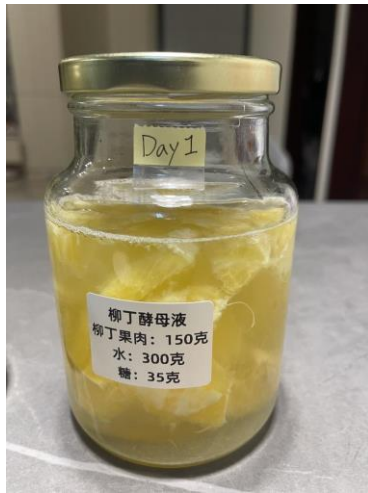
			
水	電子秤	雞蛋	攪拌機
			
吐司模盒	烤盤	麵粉篩	刮板
			
奶油	奶粉	鹽	烤箱
			
攪拌盆	揉麵墊	保麗龍盒	計時器

第四章 研究結果與討論

本章依據研究目的將研究結果與討論分成四節討論。第一節三種水果培養酵母液的過程與變化；第二節說明三種水果麵種培養的過程與變化；自製水果酵母吐司與速發酵母製成的土司；第四節說明水果酵母和市售塑發酵母對麵包蓬鬆度的影響。

第一節 三種水果培養酵母液的過程與變化

我們使用家裡容易取得的水果蘋果 150 公克、藍莓 150 公克、柳丁 150 公克、水 300 公克、糖 35 公克作為培養水果酵母液的主要的主要原料，根據我們實際培養了六天的酵母液，柳丁的酵母液在培養的過程中變化較為明顯快速，蘋果為其次，藍莓的變化較慢。實驗步驟及變化如下：

水果酵母水溶液的變化		
第一天		
蘋果酵母水溶液	藍莓酵母水溶液	柳丁酵母水溶液
		
1. 柳丁的水溶液經過一天後，開始有明顯的微微混濁，其次是蘋果，最後是藍莓。 2. 氣味的部分，柳丁的味道果香味濃郁且帶點微酸，蘋果是順甜的蘋果香，藍莓的則是莓果酸味重。 3. 柳丁酵母液的表面有一層細小的氣泡，蘋果與藍莓氣泡則相對不明顯。 4. 果肉的部分，蘋果的果肉皆漂浮在水溶液上；藍莓的果粒多數漂浮在水溶液上；柳丁的果肉，則是平均在水溶液中，有沈著的，也有浮在水溶液上面的。 5. 以發酵的進度來看，第一天的狀況是柳丁的發酵狀態優與蘋果與藍莓。		

水果酵母水溶液的變化		
第二天		
蘋果酵母水溶液	藍莓酵母水溶液	柳丁酵母水溶液
		
1. 柳丁的水溶液明顯的混濁已不透光，蘋果的清澈帶點微黃，藍莓的則是明顯的深紫色透明顏色。氣味的部分，柳丁的味道有些許乳酸味，果香轉弱；蘋果是清甜的果香，藍莓的果香帶些許酒酸味。 2. 柳丁的水溶液上有細小的氣泡，開蓋時會有微量的氣體衝出，藍莓和蘋果則沒明顯的氣泡。果肉的部分，蘋果的果肉皆漂浮在水溶液上；藍莓的果粒也多數漂浮在水溶液，剩微量幾顆還沉在水溶液下；柳丁的果肉也全部都浮在水溶液上層，三種的水果都有些微的膨脹。 3. 以上的觀察，可以判斷柳丁的發酵狀態較佳，其次為蘋果，最後為藍莓。		

第三天		
蘋果酵母水溶液	藍莓酵母水溶液	柳丁酵母水溶液
		

1. 柳丁水溶液是三種裡面最為混濁已不透光，搖晃時也有明顯的濃稠感；蘋果水溶液清澈偏黃，有逐漸混濁的現象；藍莓為深紫色，顏色都比前一天明顯的變色，只有柳丁的水溶液有明顯的出現濃稠感。
2. 柳丁的呈現果香已不明顯，已轉變為濃厚衝鼻的乳酸味；藍莓的果酸味帶有點酒味；蘋果的是果香味帶點發酵的酒味，味道也較藍莓濃郁明顯。
3. 柳丁的水溶液濃度漸稠，上面有許多的為小氣泡，打開瓶蓋時會有強烈的氣體衝出的聲音，水溶液的上層也佈滿小小顆的氣泡；。藍莓的水溶液濃稠度沒明顯的變化，水溶液上面開始有微量的小氣泡出現，打開瓶蓋時會有輕微的氣體衝出；蘋果的水溶液濃稠度沒有明顯的變化，水溶液的顏色偏黃，其餘的變化並不大。
4. 三種水果的狀態到第三天，果粒都已漂浮在水溶液上方，也有明顯的膨脹感。
5. 以上的觀察，可以判斷柳丁的發酵狀態較為快速，其次為蘋果，最後為藍莓。
6. 推估會有這樣速度差異，可能是因為柳丁的水分與甜度較兩者高，讓發酵的進程叫另外兩種水果快速，其次是藍莓因為無法去皮，故有些許的影響到發酵的進程。

水果酵母水溶液的變化

第四天

蘋果酵母水溶液



藍莓酵母水溶液



柳丁酵母水溶液



1. 柳丁水溶液是三種裡面最為混濁的，搖晃時濃稠感又比前一天更明顯；蘋果水溶液則是黃色混濁；藍莓為深紫色已不透光，到第四天時，有將三罐水溶液放置較溫暖的地方，故發展進程有較前三天快速明顯。
2. 柳丁水溶液已沒有果香，是濃厚衝鼻的乳酸味；藍莓的則是明顯的果酸味帶點酒

味；蘋果的是果香味帶發酵的酒味，味道也較藍莓濃郁明顯。

3. 柳丁的開蓋後會有強烈的氣體衝出，上面的氣泡量較前一天減少；藍莓的開蓋時只會有微量的氣體衝出，上面的泡泡量偏細小；蘋果的氣泡，則是分佈在蘋果的果粒上，氣泡偏大顆，但開蓋的氣體衝出感並不明顯。
4. 柳丁水溶液的發酵進程較另外兩者好，有思考過是否該收成，但評估研究要有相同的天數和環境，故繼續等待另外兩種水果的發酵進程跟進後，再一起收成。
5. 第四天的狀態，經過後面的麵種的培養，與文獻資料及網路搜集到的資料做比對，柳丁酵母液的收成時機應該在這天就要收成，活性會是最好的；蘋果與藍莓則是還沒到達收成的時機點。

水果酵母水溶液的變化

第五天

蘋果酵母水溶液



藍莓酵母水溶液



柳丁酵母水溶液



1. 柳丁水溶液是三種裡面最為混濁的，搖晃時濃稠感又比前一天更明顯；蘋果水溶液則是黃色混濁；藍莓為深紫色。
2. 柳丁水溶液已沒有果香，是濃厚衝鼻的乳酸味；藍莓的則是明顯的果酸酒味明顯；蘋果的是果香味帶發酵的酒味，味道也較藍莓濃郁明顯。
3. 柳丁的開蓋後會只有微量的氣體衝出，上面的氣泡量較前一天減少；藍莓的開蓋時會有微量的氣體衝出，上面的泡泡量偏細小；蘋果的氣泡，則是分佈在蘋果的果粒上，氣泡偏大顆，開蓋的氣體衝出感逐漸明顯。

4. 蘋果酵母液的果粒逐漸膨脹有下沉的趨勢；柳丁酵母液也有明顯得下沉趨勢，評斷蘋果的酵母液也到了可以收成的時機點。
5. 柳丁水溶液的發酵進程較另外兩者好，但前一天有可能錯過了收成時機，今天開始的狀態活力有下滑的趨勢，蘋果和藍莓則相對有明顯的成長。

第六天

蘋果酵母水溶液



藍莓酵母水溶液

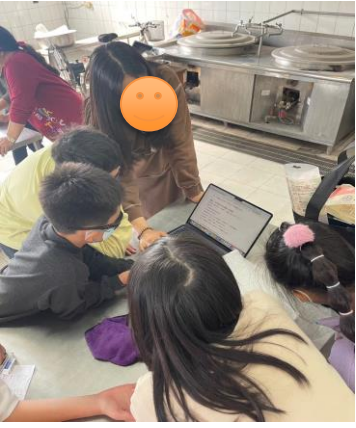


柳丁酵母水溶液



1. 柳丁水溶液是三種裡面最為乳白色混濁，搖晃時發現他的流動速度變得緩慢；蘋果水溶液則是黃色混濁；流動速度則沒太大變化；藍莓為深紫色，流動速度也沒明顯的變化。
2. 柳丁水溶液是濃厚衝鼻的乳酸味取代了果香味；藍莓水溶液的果香轉淡，有出現明顯的乳酸為；蘋果的是果香味帶發酵的乳酸為，味道也較藍莓濃郁明顯。
3. 柳丁的開蓋後已沒有氣體衝出，上面的氣泡量較前一天減少更多；藍莓的開蓋時會有微量的氣體衝出，上面的泡泡量偏細小；蘋果的氣泡則逐漸變多，且分佈在蘋果的果粒上，氣泡偏大顆，開蓋的氣體衝出感逐漸明顯。
4. 蘋果酵母液的果粒逐漸膨脹有下沉的趨勢；柳丁酵母液也有明顯得下沉趨勢；藍莓的酵母液也有明顯的下沉與沈澱物在下方，評斷藍莓的酵母液也到了可以收成的時機點。
5. 在水果酵母的養成到了第六天後，決定將三者酵母液進行收成，接著要培養麵種，觀察麵種的變化，來評估三種水果酵母液活性的狀態。

學生的操作與實驗紀錄：

		
科展老師說明實驗的內容	糖量秤重	分切水果
		
水果、糖、水混合	觀察並紀錄	水量的秤量

研究結果與討論

一、柳丁的甜度較高及含水量高，酵母溶液的變化進程較為快速與明顯，再者為蘋果，最後則是藍莓。

二、水果有無去皮，也會影響發酵的進程，去皮後的果肉直接泡在水溶液中，會比帶皮的水果發酵的進程更佳。

三、天氣的冷暖會影響發酵的進程，實驗的時間為冬天，故發酵的進程都比夏天的發酵速度慢，也容易失敗。

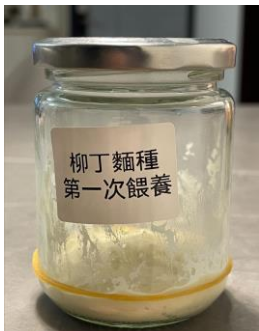
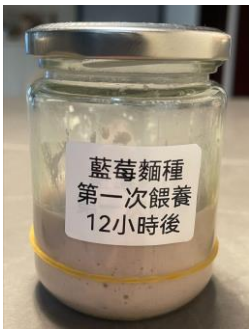
四、水果的挑選會影響，在實驗最初我們挑選的水果為香蕉、檸檬、蘋果，在發酵的過程中，香蕉太容易爛掉，導致酵母液發臭；檸檬則是酸度太高，故糖量若跟香蕉和蘋果一樣，檸檬的發酵過程進度太慢。

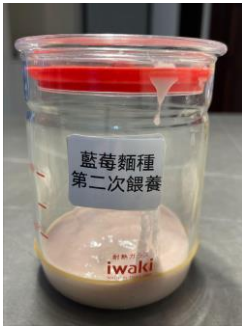
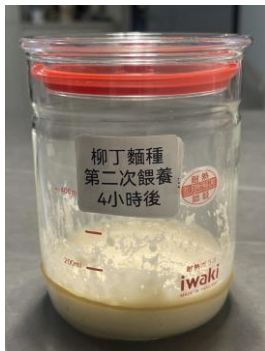
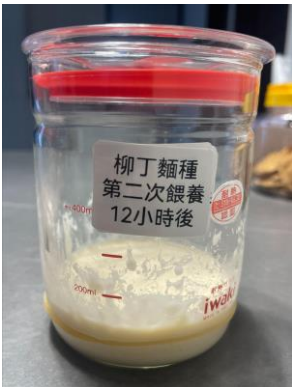
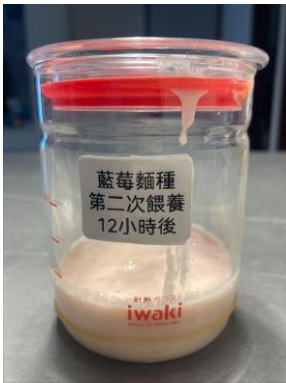
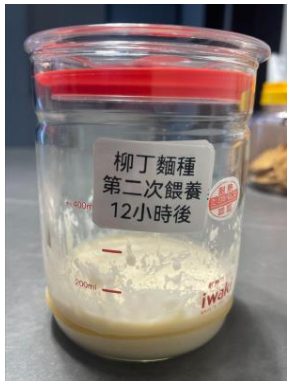
五、糖的使用量約佔整的水果的 20%-25% 用量，會讓水果酵母液的發酵穩定發生變化。

第二節 三種水果酵母液培養麵種的變化與影響

我們拿三種水果酵母液來製作麵種，先用高筋麵粉 50 克、水 50 克、酵母液 50 克進行第一天的麵種培養，觀察是否麵種在在四個小時後長高的程度，再來進行同用以高筋麵粉 50 克、水 50 克、酵母液 50 克，間隔 12 小時來做第二次和第三次的餵養，觀察麵種的酵母活力與長高的程度並作紀錄，直到麵種能在短時間內長高三倍大，即可開始製作吐司。

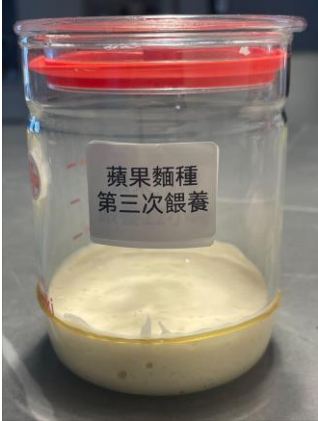
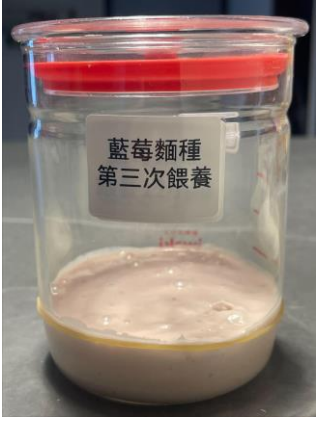
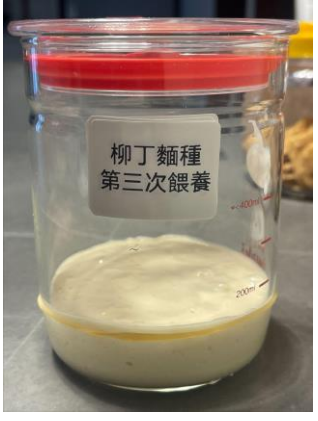
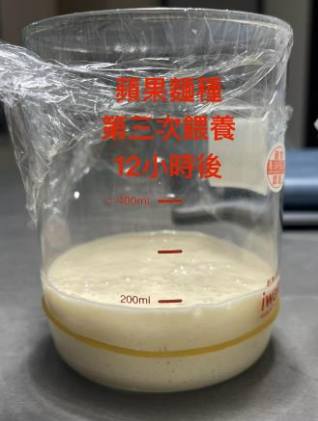
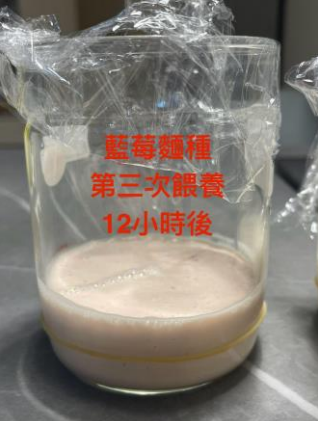
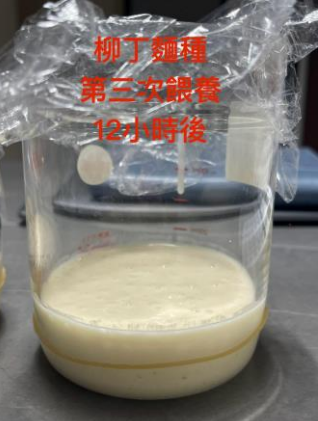
一、實驗步驟與紀錄

第一次的麵種培養			
	蘋果酵母液麵種	藍莓酵母液麵種	柳丁酵母液麵種
0 小時			
12 小時後			
觀察與紀錄： 1. 蘋果酵母培養的麵種活力較好，氣泡的顆粒較大，有明顯的組織。其次為藍莓麵種，最後是柳丁麵種。 2. 蘋果麵種的果香味濃郁；藍莓麵種為帶酸味的果香味；柳丁則沒明顯的果香味，麵粉味較兩者濃郁。 3. 經過 12 小時後，蘋果的麵種已長到 1.5 倍大，藍莓的麵種約長到 1 倍，柳丁約 0.5 倍大，氣泡的大小也有明顯的差異，蘋果氣泡最大，再者為藍莓，柳丁則最小顆。			

第二次的麵種培養			
	蘋果酵母液麵種	藍莓酵母液麵種	柳丁酵母液麵種
0 小時			
4 小時後			
12 小時後			

觀察與紀錄：

1. 第二次的餵養，為了好攪拌和清洗，換了瓶口徑約九公分的瓶子，因此麵種的爬升明顯度沒有第一次的好。
2. 水果酵母液，多次進出冰箱，也有影響到酵母的活性，在第二次餵養後，三種水果酵母的活性都沒有第一次的好。
3. 第二次餵養的狀態，藍莓麵種的的活性較另外兩種好，爬升的速度也比兩種快與高；其次為蘋果的麵種；柳丁的則沒明顯的變化。

第三次的麵種培養			
	蘋果酵母液麵種	藍莓酵母液麵種	柳丁酵母液麵種
0 小時			
12 小時後			
觀察與紀錄： 1. 因第二次的爬升效果不如預期，研究者參考了網路文獻，嘗試加入 2 克的砂糖進去幫助麵種的發酵，經過 12 小時後，在攪拌時發現麵糰有明顯的網狀組織，代表麵種的活性經過多次的餵養及糖的催化下有逐漸提升。 2. 在第三次餵養後，藍莓麵種和蘋果麵種的爬升比柳丁麵種爬升狀態好。網狀的組織也較柳丁麵種明顯，推測其原因可能是因為柳丁本來的甜度就比兩者高，故糖量的幫助有限，蘋果及藍莓加入糖後，提高了活性的活躍，因此活性在經過 12 小時後，明顯優於柳丁麵種。 3. 麵種的氣味，蘋果的聞起來的味道是溫順的果香帶點微酸；藍莓的莓果酸味高；柳丁則是帶點乳酸味。			

第四次的麵種培養			
	蘋果酵母液麵種	藍莓酵母液麵種	柳丁酵母液麵種
0 小時	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale yellow. Red text on the jar reads "蘋果麵種 第四次餵養".	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale purple. Red text on the jar reads "藍莓麵種 第四次餵養".	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale orange. Red text on the jar reads "柳丁麵種 第四次餵養".
12 小時後	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale yellow with some bubbles. Red text on the jar reads "蘋果酵母麵種 第四次餵養 12小時後".	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale purple with some bubbles. Red text on the jar reads "藍莓酵母麵種 第四次餵養 12小時後".	 A glass jar with a silver lid and a yellow rubber band. The liquid is a pale orange with some bubbles. Red text on the jar reads "柳丁酵母麵種 第四次餵養 12小時後".
觀察與紀錄： - 四次餵養後，麵種的穩定性有明顯的提高，經過 12 小時後，藍莓麵種的爬升效果打 2.5 倍；蘋果麵種的也接近 2.5 倍；柳丁麵種的則是爬升 1 倍。 - 經過四次的餵養，發現麵種的氣泡有逐漸變大顆，網狀組織能穩定的成形，故選擇在此次餵養後進行收種製作吐司。			

研究結果與討論

一、在培養酵母液時，柳丁的發酵狀態是優於蘋果與藍莓的，但在麵種的培養卻沒有較兩者的活性好，研判應該是柳丁酵母水溶液延誤收成，故已經有許多酵母死亡，導致後續的麵種培養效果不佳。

二、甜度的提升對麵種的穩定性有明顯的幫助，能提升麵種的活性，讓麵種的發酵過中更順利。

三、瓶子的選擇也是很重要的，麵種的培養適合口徑不大，瓶身高的器皿，才能看得出來麵種的變化。

第三節 自製水果酵母吐司與速發酵母製成的吐司作比較

利用以上實驗的結果與討論後的策略，三種水果酵母製作的麵種加入吐司配方，與市售的速發酵母做得吐司做蓬鬆度的與口感的比較，製作步驟：

製作流程說明：			
材料：高筋麵粉 310 克、糖 31 克、奶粉 12 克、鹽 4 克、酵母 4 克、奶油 31 克、蛋 45 克			
1. 將奶油以外的材料放進去攪拌機中，低速攪拌一分鐘，調整中速攪拌五分鐘，等成團微光滑後加入奶油，再用中速攪拌 5 分鐘。			
2. 五分鐘後先觀察麵糰是否已成團並產生光澤，若未達到光澤成團，需再用中速攪拌至理想狀態，可拿出一小團麵團手拉開，觀察是否成拉成透光薄膜。			
3. 將麵糰取出，整型成圓形，進行 50 分鐘的第一階段發酵。			
4. 第一階段發酵完成後，進行麵糰的排氣與整型並放去吐司膜中進行最後的 40 分鐘發酵發酵完成（約 7 成滿）後放入烤箱烘烤 25 分鐘後，觀察吐司模具邊框左右兩邊是否上色，再將烤盤轉向，烤 10 分鐘，觀察上色狀態後即可出爐。			
學生操作過程：			
			
食材秤重	雞蛋秤重	加入水果酵母麵種	奶油秤重
			
藍莓麵團成型	柳丁麵團成型	拉開成透光薄膜	拉開成透光薄膜



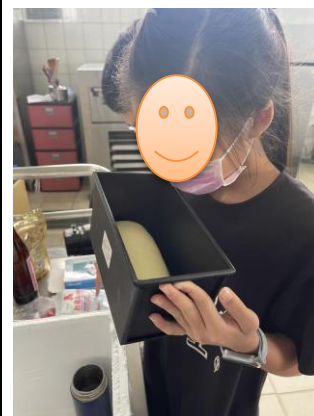
觀察入模後的吐司



觀察入模後的吐司



觀察入模後的吐司



觀察入模後的吐司



觀察入模後的吐司



透過手指戳麵團觀察
麵團回彈力



透過手指戳麵團觀察
麵團回彈力



透過手指戳麵團觀察
麵團回彈力



速發酵母的氣泡非常
大又漂亮



最終回的蘋果酵母氣
泡也是又大又漂亮



速發酵母麵糰



藍莓酵母麵糰



蘋果酵母麵糰



柳丁酵母麵糰



速發酵母吐司



蘋果酵母吐司



藍莓酵母吐司



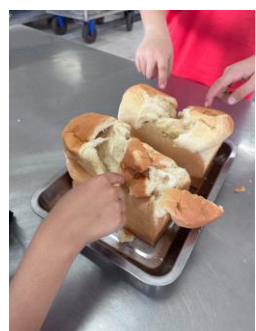
柳丁酵母吐司



手撕吐司觀察組織



摸摸看感受蓬鬆度



手撕吐司觀察組織



手撕吐司觀察組織



觀察吐司內部的紋路



聞不同吐司的氣味



摸摸看感受蓬鬆度



聞不同吐司的氣味



用手摸看看吐司內部的蓬鬆感



試著撕開吐司感受不同吐司的緊實程度



比較圖：





研究結果與討論

- 一、在吐司製作的過程中，速發酵母的發酵速度比水果酵母的發酵速度快。
- 二、攪拌成團的階段，速發酵母所需要的水量較三種水果酵母多，薄膜的細緻度也較三種水果酵母好。
- 三、麵糰的柔軟度，水果酵母的柔軟程度明顯比速發酵母的更柔軟。
- 四、麵糰的濕潤度，水果酵母的濕潤程度明顯比速發酵母的更濕潤。
- 五、麵團的氣味，藍莓吐司的味道帶著酒香味；蘋果吐司的有淡淡的果香；柳丁吐司的則沒有明顯的氣味。

第四節 說明水果酵母和市售速發酵母對麵包蓬鬆度的影響

利用以上實驗的結果與討論後的策略，實驗步驟



研究結果與討論

- 一、速發酵母的麵包在後發階段澎的最高，但在口感上來說是偏乾且扎實。
- 二、水果酵母中的蘋果酵母在後發階段是第二高，口感上來說與其他水果酵母一樣皆較為鬆軟與濕潤。
- 三、特別的是蘋果酵母製作的吐司帶有一股發酵的酒香味，而藍莓酵母製作的吐司則有一股濃濃的養樂多香味。
- 四、我們試吃後主觀認為好吃程度是：蘋果酵母吐司>藍莓酵母吐司>柳丁酵母吐司>速發酵母吐司，因為蘋果酵母吐司較鬆軟較 Q，嚐起來有淡淡的酒香味道，吃起來也比較濕潤。

第五章 結論、建議與心得

本研究旨在探討不同天然水果酵母液製成麵種的因素和差異，最後再用自製的天然水果酵母麵種製作吐司，並觀察其蓬鬆度上的差異因素為何。本章共分為三節說明，第一節依據結果與討論歸納出結論；第二節依據結論提出研究建議，提供其他研究者作為科學研究的參考，並提供相關資訊做為自然科教師發展相關課程之依據；第三節是研究小組每位組員的心得。

第一節 結論

- 一、環境和溫度對於製作天然水果酵母液有著極大的影響，由於我們是在冬天進行此項研究，因此光第一步製作水果酵母液就失敗多次，最後發現溫度和環境污染程度的掌控及水果的挑選都要作為考量後，才終於迎來成功的果實。

圖片為第一次失敗的水果酵母液與麵種培養過程：

		
不合適的水果挑選 導致水果酵母液臭酸	器皿的消毒不夠徹底	學生們徒手抓麵粉 污染培養的環境
		
器皿的消毒不夠徹底	學生們徒手抓麵粉 污染培養的環境	最終吐司無法成功發酵 變成如饅頭的狀態

二、經過了多次失敗的經驗，了解到水果酵母液餵養成及酵母麵種培養的階段更是要注意污染源，很容易不小心就污染了麵種，而造成培養失敗，因此每一次餵養都要特別小心。

三、成功的水果酵母麵種要製作成吐司時，須考慮添加得麵種與麵粉的比例，我們曾經因為比例計算錯誤而失敗，第二次在做時，就有多注意比例的問題，因此才能有成功的吐司可以好好享用。

四、麵糰發酵時間也需要掌控，表定時間 不一定符合現場操作時間，溫度若較高，麵糰發酵快，就不能讓他發酵的時間過久。

五、天然水果酵母液製作的吐司在製作階段就能感受到麵糰的柔軟，最後品嚐時的口感略帶濕潤，非常美味。

第二節 對未來研究的建議

如果有足夠的經費可以準備更精準的實驗器材，就能再納入更多種精密儀器進行實驗，並且持續探究更多更廣的相關影響。

第三節 研究小組組員心得

- A 生：這次的實驗讓我認識了「酵母」，我以前就聽過酵母一詞，但卻沒看過，所以一直很好奇。這次的實驗，不僅讓我們親手製作水果酵母，還做了麵包。沒想到要將一個酵母養成功是這麼困難的一件事，養酵母不但要定時幫它餵麵粉，還要控制溫濕度…。雖然我們在製作的過程中，有一些失敗，但在老師的教導及鼓勵下，我們成功的找出失敗的原因，並重新製作水果酵母，製作麵包。在製作麵包的過程中，我們也學習到不少新知，我覺得做麵包有點困難，因為要知道怎麼備料、秤重、觀察…。要將一份麵包做好的確很困難，有些材料秤錯，甚至是搞混，就有可能要重來。實在是很不容易呀！
- B 生：這次的科展讓我學到很多關於酵母的知識，從中最讓我印象深刻的是使用酵母製作而成的麵包，雖然失敗很多次，但是我們也從失敗中了解我們出問題的地方，並且重新改過，在多次的失敗，我們最後還是成功了。在這次實驗中，我覺得很有趣，也有許多收穫，希望可以在一次，持續做實驗的歡樂感。
- C 生：這一次的實驗，雖然有一些失敗，但是讓我們學到許多關於酵母的知識，也讓我們知道失敗的原因，在小時候不知道酵母是什麼東西，但是現在知道酵母是用來做麵包的，在做實驗的時候很忙碌，也有很多次的失敗，但在最後一次的實驗中我們還是成功了，如果有下一次的話，我很希望再來一次。
- D 生：這次的科展實驗中，我知道水果酵母的製作步驟及水果酵母的發酵過程，我覺得最有趣的是餵水果酵母吃麵粉，雖然我沒有體驗到這個過程，但還是覺得非常的有趣，第一次的開始做麵包時，我們做了三種不同的水果酵母，分別是蘋果酵母、檸檬酵母、香蕉酵母和一個沒有加水果酵母的麵包，最後出爐的只有沒有加水果酵母的那個麵包，後來我們決定在養一次水果酵母，我們用了一樣的材料，一樣的製作方式，使用不同的水果酵母，但是最後終於成功了。
- E 生：這次的科展，是由我們六年級的學生負責，而我也是裡面的其中一個成員，在實驗的過程中，常常遇到困難，例如酵母死掉，比例錯誤，雖然我們失敗了兩三次，但是老師不斷鼓勵我們，並和我們一起討論為什麼失敗，讓我們的實驗一次比一次好，在做麵包的過程，我也發現了不同水果做出來的效果、口感、味道等等，都有很大的不

同，在做麵包的時候，老師也會時不時地幫助我們，在大家有疑問跟我們講解這件事要用這種方式的原因,就算我們做錯了哪一步,老師也不會責怪我們。

F 生：經過這次的實驗,雖然有許許多多的波折，途中做的水果酵母全部失敗，越做越怪，不過我意外的學到很多，在幼兒園的時候，我以為酵母是不能吃，因為經過發酵，所以當時的我對酵母是一竅不通，但是現在因為科展的關係，意外捲入酵母的知識裡面，而學到的知識,讓我對酵母的世界充滿好奇，可望這下次實驗的到來，看這酵母一天一天的成長，也讓我對這次的實驗非常滿意，不管結果是哭還是笑，我都已經很滿足了！酵母的世界，讓我覺得人生有了一種前所未有的成就感，也讓我對酵母知識不是一竅不通，而是融會貫通，希望以後還有緣分進到這充滿知識及快樂的學習知識裡。

參考資料

1. 哪個最有「酵」- 市售酵母與自製水果酵母之探討，第 59 屆中小學科學展覽會。
2. 酵傲江湖天然美味好パン望-利用天然酵母菌發酵，新營國小數理類獨立研究。
3. 水果微笑 努力起「酵」- 探究自製新鮮水果酵母液對於麵種發酵的影響，第 54 屆中小學科學展覽會。
4. 不同水果和添加糖的方式對酵母液麵種的影響，臺南市 106 年度國小獨立研究作品。