

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082910

音酵交響曲~探討音樂對酵母菌生長的影響

學校名稱：高雄市路竹區蔡文國民小學

作者：	指導老師：
小六 鄭泊浩	李雅欣
小六 張芯甄	陳宜慧
小五 白勛澄	
小六 曾亞漩	
小五 戴子恩	
小五 曾亞隆	

關鍵詞：酵母菌

摘要

音醇交響曲探討酵母菌與聲音三要素的互動關係。本文主要研究音色、響度、音調與酵母發酵之變化情形，利用不同聲音刺激探討對酵母發酵過程是否產生影響。在控制組樣本中，酵母發酵過程大概會在50-70分鐘達到高點，並隨時間而逐漸下降。在木琴組別處理之下，發現木琴低音小聲處理之下效果最好；在胡琴組別中，以胡琴低音中聲處理下能提升發酵效果；在鋼琴組別中，在鋼琴高音大聲中能提高酵母發酵體積；在低音組別中探討響度的變化，發現小聲對酵母菌生長最好；在小聲組別中探討音調的變化，發現低音對酵母菌生長最好；在低音組別中探討音色的變化，發現木琴對酵母菌生長最好。故音色、響度、音調確實可以影響酵母的發酵速率。

壹、前言

一、研究動機

在國小五下自然康軒版第六冊一「第四單元聲音與樂器」介紹到生活中常聽見的聲音與各種樂器的音色、大小聲、高低音，而在音樂課裡也介紹到古典音樂對乳牛產乳量的影響，以及莫札特效應對於心情、提高記憶力、增進學習能力的影響，不同的音樂環境，可以改變植物的生長趨勢，種植出高達四公斤番茄與十幾斤重的大捲心菜。讓我們好奇不同的樂音是否也能對酵母發酵產生變化與關聯，藉由科學實驗的數據判斷出聲音裡的波形、振幅、頻率對酵母菌的刺激，能否提高酵母菌的活性，也希望藉由本研究了解聽了音樂的酵母菌是否能釀出更好喝的酒或製作出更好吃的麵包。

二、研究目的

- (一) 研究木琴音樂以不同音調(高音、中音、低音)與響度(大聲、中聲、小聲)之體積的發酵程度差異情形。
- (二) 研究胡琴音樂以不同音調(高音、中音、低音)與響度(大聲、中聲、小聲)之體積的發酵程度差異情形。
- (三) 研究鋼琴音樂以不同音調(高音、中音、低音)與響度(大聲、中聲、小聲)之體積的發酵程度差異情形。
- (四) 研究在相同音調(低音)去探討響度(大聲、中聲、小聲)之體積的發酵程度差異情形。

(五) 研究在相同響度(小聲)去探討不同音調(高音、中音、低音)之體積的發酵程度差異情形。

(六) 研究在相同音調(低音)去探討不同音色(木琴、胡琴、鋼琴)之體積的發酵程度差異情形。

三、文獻回顧

(一) 酵母

酵母菌是一種微生物，屬真菌類，常用來做麵包、釀酒、生產保健食品以及製作疫苗等。酵母菌一碰到甜的溶液如葡萄糖或果糖就會快速生長，將其代謝為二氧化碳或酒精，而這過程中將會產生大量的氣泡，即為發酵。本研究將透過各種不同的音色、音調與響度加入酵母發酵的實驗，測試是否能增加酵母的發酵程度，以達到更好的應用。

(二) 音色

音色是聲音的特色，根據不同的音色，即使在同一音高和同一聲音強度的情況下，也能區分出是不同樂器或人發出的。音色的不同取決於不同的泛音，每一種樂器除了一個基音外，還有許多不同頻率的泛音伴隨，而這些泛音正是決定了不同音色，能使人分辨出不同的樂器或不同的人發出的聲音。不同的音色產生不同的波型，本研究將探討不同的波型，是否能影響酵母發酵的程度。

(三) 響度

響度又稱音量，是量度聲音大小的知覺量。聲波振幅愈大則響度愈大，反之，聲波振幅愈小則響度愈小。本研究將響度分為大聲、中聲、小聲，透過聲波振幅的大小來測試酵母增減發酵的程度。

(四) 音調

聲音的高低稱為「音調」亦稱為「音域」。音調的高低是由振動的頻率來決定，振動愈快、頻率愈大，則音調愈高；振動愈慢、頻率愈小，則音調愈低。本研究將音調分為高音、中音、低音，高音具有清脆、嘹亮、尖銳的特性；中音具有溫暖、柔和、舒適的特性；而低音具有渾厚、笨重、沉穩的特性，透過振動的快慢、頻率的大小來測試與酵母發酵之間的關係。

貳、研究設備及器材

一、實驗器材

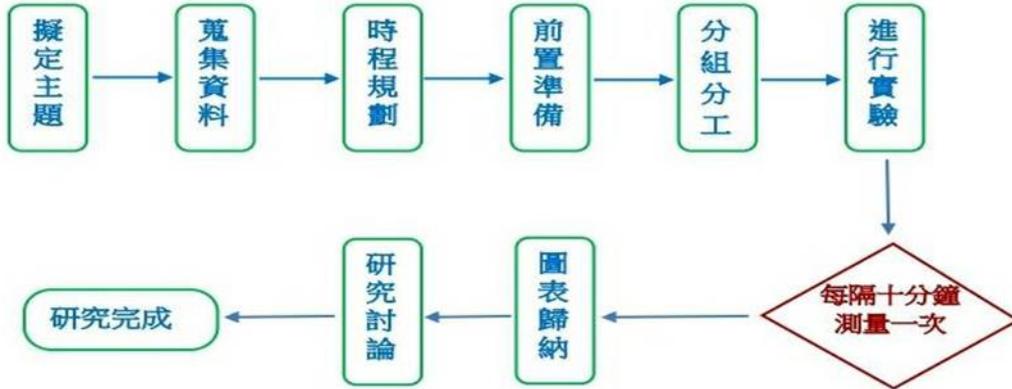
<p>平板電腦(播音設備)</p> 	<p>果汁機</p> 	<p>玻璃燒杯(1000ml)</p> 
<p>藍芽喇叭(播音設備)</p> 	<p>攪拌匙</p> 	<p>測距儀</p> 

二、實驗材料

<p>人工酵母包</p> 	<p>果糖</p> 	<p>RO 純水</p> 
--	---	--

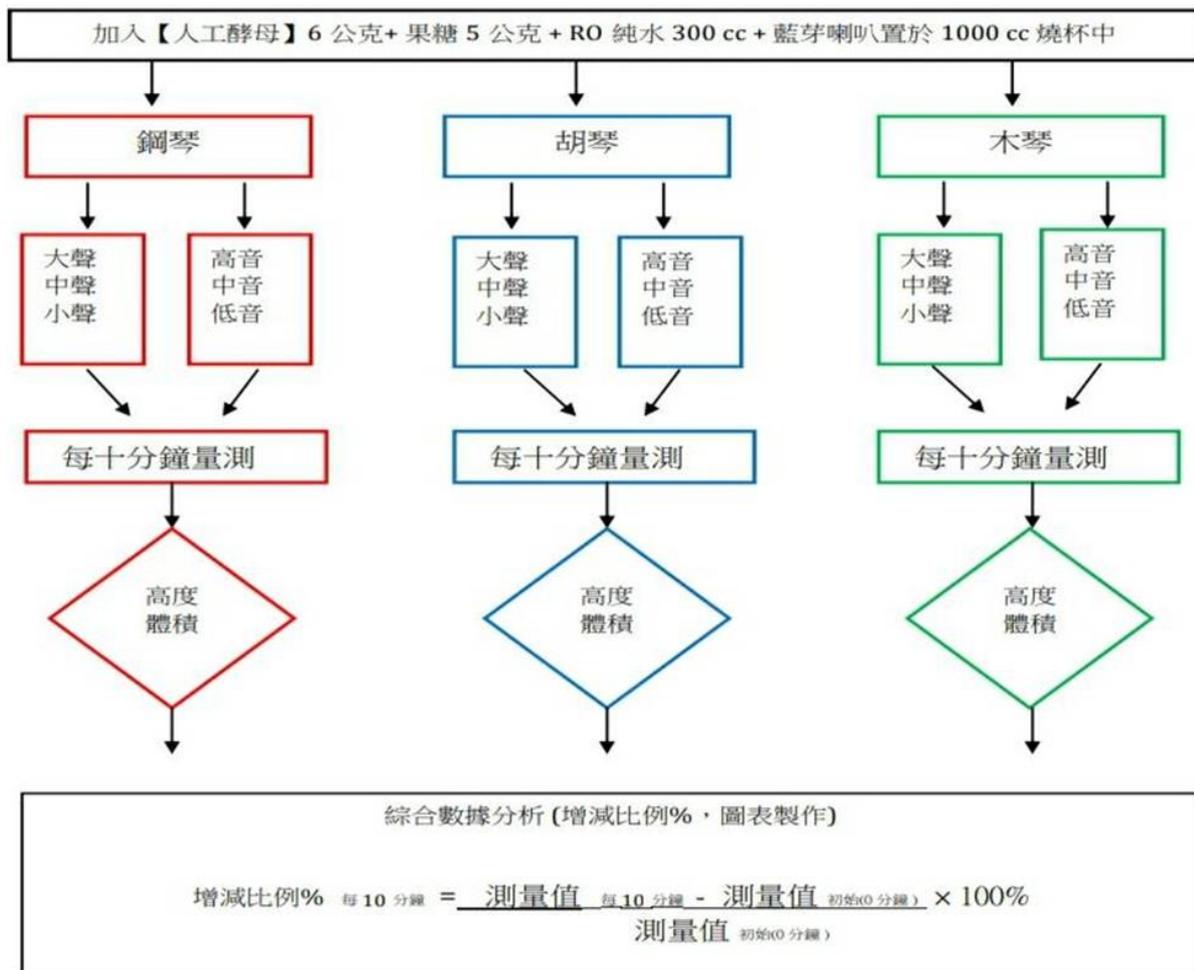
參、研究過程或方法

一、研究架構



圖一 研究架構圖

二、實驗流程



圖二 實驗量測流程圖

三、實驗步驟

步驟 1: 將300c.c.的RO水、12g的人工酵母與5g的果糖倒入果汁機中攪拌。

步驟 2: 將步驟1的液體倒入1000c.c.的玻璃燒杯中。

步驟 3: 開啟藍芽喇叭，並連結上相對應的音樂，將音樂調整為循環撥放的模式，再將喇叭置入步驟2的玻璃燒杯中。

步驟 4: 按照步驟1至步驟3製作出36杯酵母糖水，搭配27種音樂和9種無音樂，並每十分鐘測量一次酵母發酵的高度記錄下來，測量到一百分鐘為止，再由所得的高度數據乘以底面積(即體積)，則可計算出酵母增減的狀況。

步驟 5: 將所有完成的數據，透過基礎值計算各種狀況下對基礎值的增減比例，使用的公式如下：

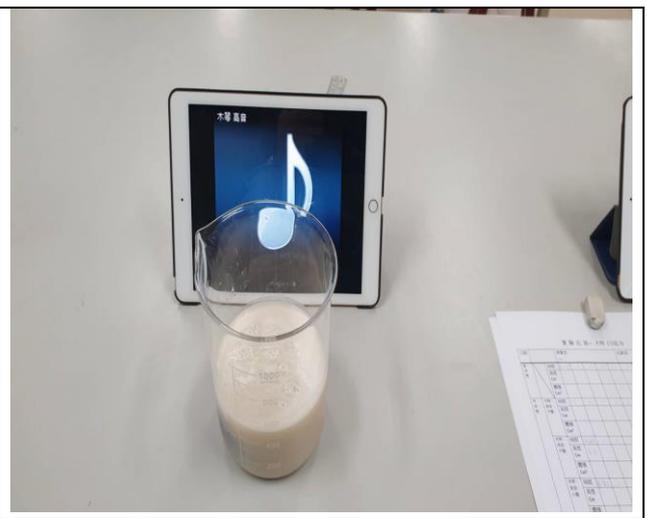
$$\text{增減比例\%每10分鐘} = \frac{\text{測量值每10分鐘} - \text{測量值初始(0分鐘)}}{\text{測量值初始(0分鐘)}} \times 100\%$$

每
2
小
時

四、實驗過程



將酵母菌、水、果糖倒入果汁機攪拌



將藍芽喇叭連結音樂置入燒杯中



測量酵母泡沫的高度



將泡沫高度記錄下來



不同音色、音調、響度實驗過程



泡沫增長情形

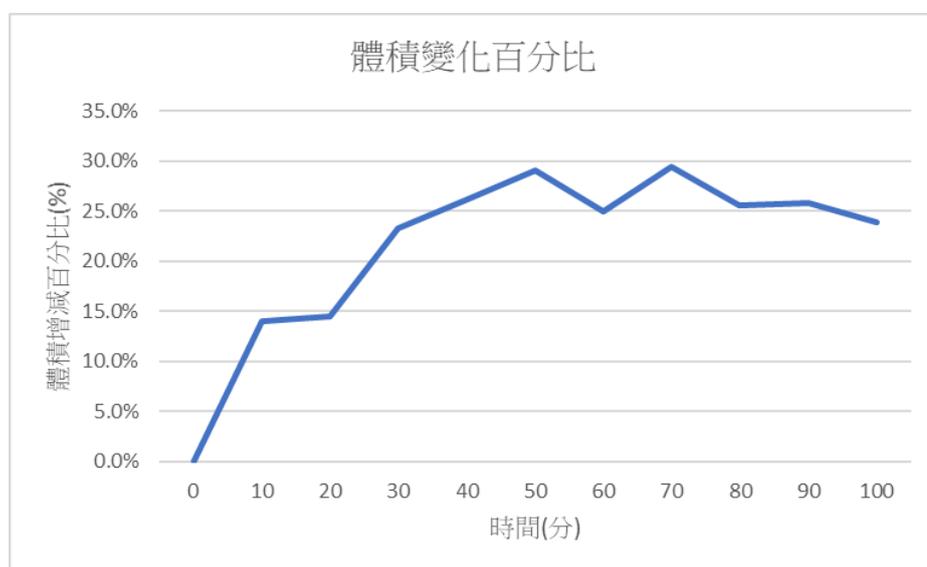
肆、研究結果

一、控制組酵母菌的發酵程度

依據圖 2 所示的實驗流程與步驟，將每 10 分鐘所測量的數值進行分析，首先進行沒有聲音的控制組，觀察在無音樂處理下酵母的發酵情況。

表一、無音樂控制組體積

時間 (分鐘)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均	百分比
0	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	599.11	0.0%
10	700.85	678.24	610.42	644.33	734.76	655.63	791.28	678.24	700.85	683.26	14.0%
20	712.15	678.24	678.24	678.24	666.94	576.50	791.28	700.85	712.15	685.78	14.5%
30	779.98	689.54	791.28	779.98	678.24	610.42	791.28	723.46	779.98	738.53	23.3%
40	734.76	734.76	791.28	734.76	791.28	678.24	678.24	779.98	734.76	756.11	26.2%
50	746.06	802.58	791.28	734.76	847.8	678.24	734.76	678.24	746.06	773.70	29.1%
60	768.67	791.28	734.76	791.28	825.19	655.63	734.76	723.46	768.67	748.58	24.9%
70	746.06	779.98	791.28	734.76	825.19	734.76	723.46	689.54	746.06	774.95	29.4%
80	723.46	791.28	768.67	678.24	813.89	678.24	712.15	689.54	723.46	752.34	25.6%
90	712.15	791.28	734.76	678.24	813.89	678.24	689.54	700.85	712.15	753.60	25.8%
100	712.15	802.58	678.24	666.94	813.89	723.46	700.85	678.24	712.15	742.30	23.9%



圖三、無音樂控制組體積變化百分比

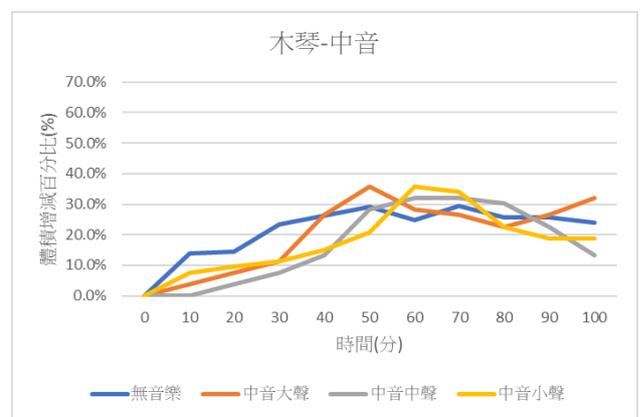
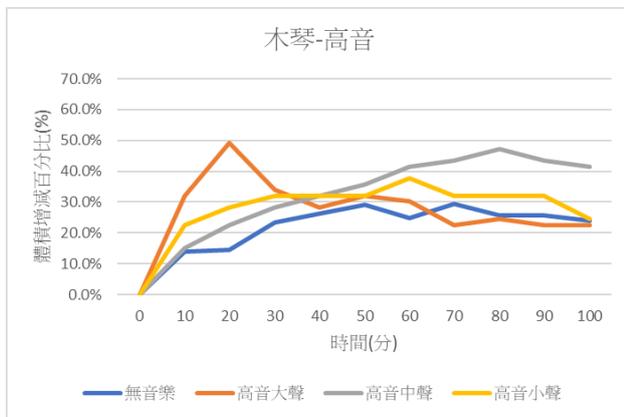
圖中可以看出，泡沫生成體積在前 10 分鐘急速增加，在 50 分鐘時達到高峰，70 分鐘後開始消泡，體積下降。

二、木琴組酵母菌的發酵程度

依據圖 2 所示的實驗流程與步驟，將每 10 分鐘所測量的數值進行分析，觀察在木琴音樂處理下酵母的發酵情況。

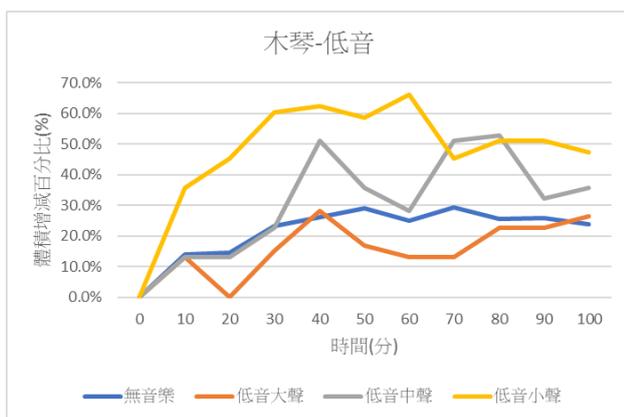
表二、木琴組體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)									
	無音樂	高音大聲	高音中聲	高音小聲	中音大聲	中音中聲	中音小聲	低音大聲	低音中聲	低音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	32.1%	15.1%	22.6%	13.2%	13.2%	35.8%	13.2%	13.2%	35.8%
20	14.5%	49.1%	22.6%	28.3%	0.0%	13.2%	45.3%	0.0%	13.2%	45.3%
30	23.3%	34.0%	28.3%	32.1%	15.1%	22.6%	60.4%	15.1%	22.6%	60.4%
40	26.2%	28.3%	32.1%	32.1%	28.3%	50.9%	62.3%	28.3%	50.9%	62.3%
50	29.1%	32.1%	35.8%	32.1%	17.0%	35.8%	58.5%	17.0%	35.8%	58.5%
60	24.9%	30.2%	41.5%	37.7%	13.2%	28.3%	66.0%	13.2%	28.3%	66.0%
70	29.4%	22.6%	43.4%	32.1%	13.2%	50.9%	45.3%	13.2%	50.9%	45.3%
80	25.6%	24.5%	47.2%	32.1%	22.6%	52.8%	50.9%	22.6%	52.8%	50.9%
90	25.8%	22.6%	43.4%	32.1%	22.6%	32.1%	50.9%	22.6%	32.1%	50.9%
100	23.9%	22.6%	41.5%	24.5%	26.4%	35.8%	47.2%	26.4%	35.8%	47.2%



圖四、木琴高音組不同響度體積變化

圖五、木琴中音組不同響度體積變化



圖六、木琴低音組不同響度體積變化

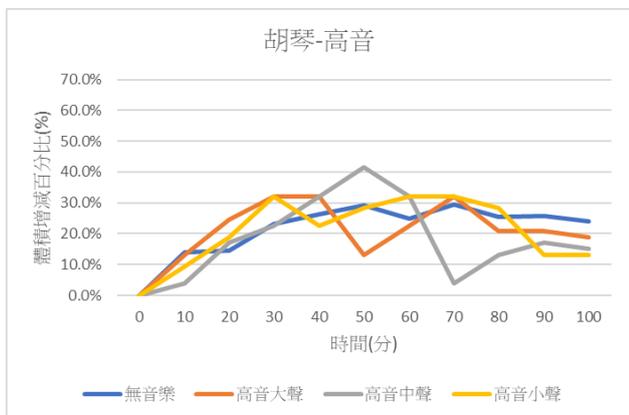
木琴組別中，在不同音調高音(圖四)、中音(圖五)、低音(圖六)處理的情況下，可以發現酵母發酵生成泡沫體積於低音的組別中有明顯的差異，在木琴低音不同響度大聲、中聲、小聲的處理下，可以發現酵母發酵效率為小聲>中聲>無音樂>大聲，因此在木琴低音小聲處理之下，可以提升酵母的發酵速率。

三、 胡琴組酵母菌的發酵程度

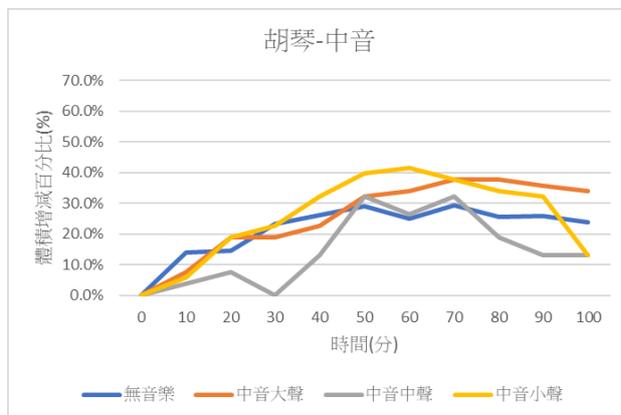
依據圖 2 所示的實驗流程與步驟，將每 10 分鐘所測量的數值進行分析，觀察在胡琴音樂處理下酵母的發酵情況。

表三、胡琴組體積

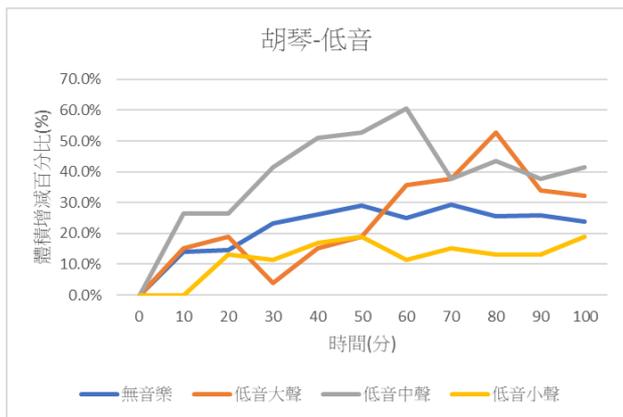
時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)									
	無音樂	高音大聲	高音中聲	高音小聲	中音大聲	中音中聲	中音小聲	低音大聲	低音中聲	低音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	13.2%	3.8%	9.4%	7.5%	3.8%	5.7%	15.1%	26.4%	0.0%
20	14.5%	24.5%	17.0%	18.9%	18.9%	7.5%	18.9%	18.9%	26.4%	13.2%
30	23.3%	32.1%	22.6%	32.1%	18.9%	0.0%	22.6%	3.8%	41.5%	11.3%
40	26.2%	32.1%	32.1%	22.6%	22.6%	13.2%	32.1%	15.1%	50.9%	17.0%
50	29.1%	13.2%	41.5%	28.3%	32.1%	32.1%	39.6%	18.9%	52.8%	18.9%
60	24.9%	22.6%	32.1%	32.1%	34.0%	26.4%	41.5%	35.8%	60.4%	11.3%
70	29.4%	32.1%	3.8%	32.1%	37.7%	32.1%	37.7%	37.7%	37.7%	15.1%
80	25.6%	20.8%	13.2%	28.3%	37.7%	18.9%	34.0%	52.8%	43.4%	13.2%
90	25.8%	20.8%	17.0%	13.2%	35.8%	13.2%	32.1%	34.0%	37.7%	13.2%
100	23.9%	18.9%	15.1%	13.2%	34.0%	13.2%	13.2%	32.1%	41.5%	18.9%



圖七、胡琴高音組不同響度體積變化



圖八、胡琴中音組不同響度體積變化



圖九、胡琴低音組不同響度體積變化

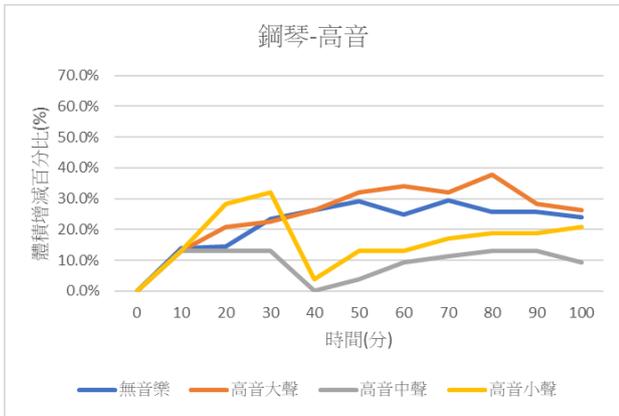
胡琴組別中，在不同音調高音(圖七)、中音(圖八)、低音(圖九)處理的情況下，可以發現酵母發酵生成泡沫體積於低音的組別中有明顯的差異，而在胡琴低音不同響度大聲、中聲、小聲的處理下，可以發現酵母發酵效率由為中聲>大聲>無音樂>小聲，因此在胡琴低音中聲處理之下，可以提升酵母的發酵速率。

四、鋼琴組酵母菌的發酵程度

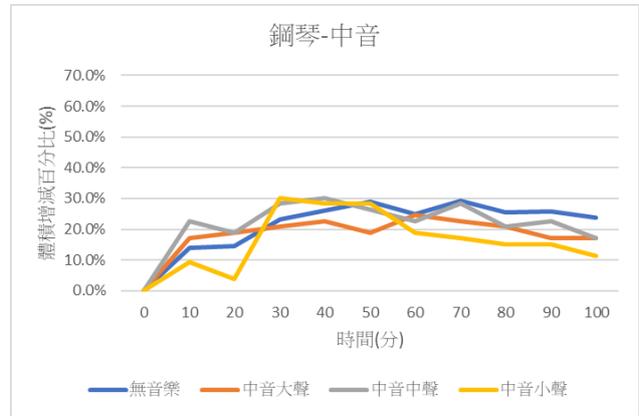
依據圖 2 所示的實驗流程與步驟，將每 10 分鐘所測量的數值進行分析，觀察在鋼琴音樂處理下酵母的發酵情況。

表四、鋼琴組體積

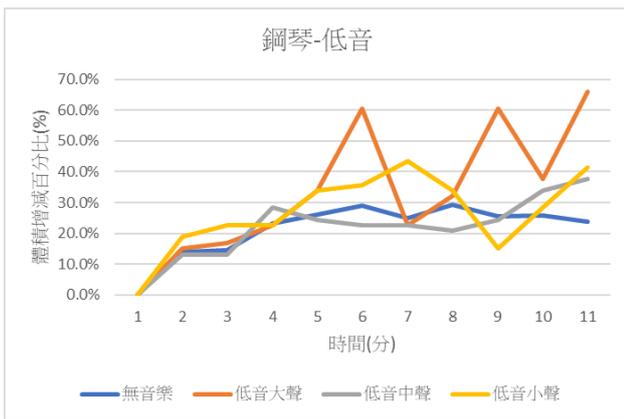
時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)									
	無音樂	高音大聲	高音中聲	高音小聲	中音大聲	中音中聲	中音小聲	低音大聲	低音中聲	低音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	13.2%	13.2%	13.2%	17.0%	22.6%	18.9%	15.1%	13.2%	0.0%
20	14.5%	20.8%	13.2%	28.3%	18.9%	18.9%	22.6%	17.0%	13.2%	13.2%
30	23.3%	22.6%	13.2%	32.1%	20.8%	28.3%	22.6%	22.6%	28.3%	11.3%
40	26.2%	26.4%	0.0%	3.8%	22.6%	30.2%	34.0%	34.0%	24.5%	17.0%
50	29.1%	32.1%	3.8%	13.2%	18.9%	26.4%	35.8%	60.4%	22.6%	18.9%
60	24.9%	34.0%	9.4%	13.2%	24.5%	22.6%	43.4%	22.6%	22.6%	11.3%
70	29.4%	32.1%	11.3%	17.0%	22.6%	28.3%	34.0%	32.1%	20.8%	15.1%
80	25.6%	37.7%	13.2%	18.9%	20.8%	20.8%	15.1%	60.4%	24.5%	13.2%
90	25.8%	28.3%	13.2%	18.9%	17.0%	22.6%	28.3%	37.7%	34.0%	13.2%
100	23.9%	26.4%	9.4%	20.8%	17.0%	17.0%	41.5%	66.0%	37.7%	18.9%



圖十、鋼琴高音組不同響度體積變化



圖十一、鋼琴中音組不同響度體積變化



圖十二、鋼琴低音組不同響度體積變化

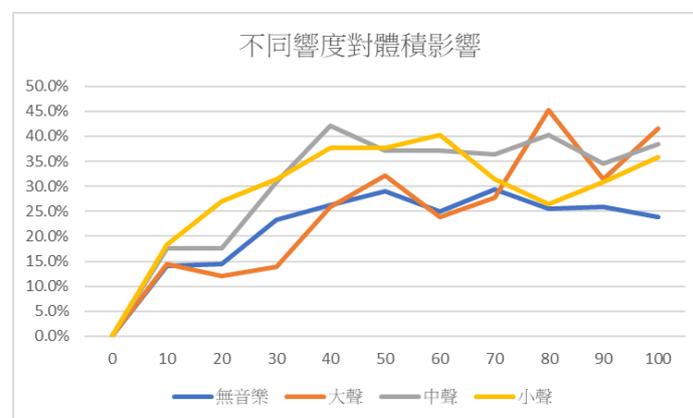
鋼琴組別中，在不同音調高音(圖十)、中音(圖十一)、低音(圖十二)處理的情況下，可以發現酵母發酵生成泡沫體積於高音的組別中有明顯的差異，並且在鋼琴高音不同響度大聲、中聲、小聲的處理下，可以發現酵母發酵效率為**大聲>無音樂>小聲>中聲**，因此在**鋼琴高音大聲**處理之下，可以提升酵母的發酵速率。

五、不同響度對酵母菌發酵影響

根據研究一二三結果中，發現三種樂音以低音的體積生長較好，於是進一步將三種樂音低音數據做響度分析，了解響度對酵母的發酵情況。

表五、木琴胡琴鋼琴低音組平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	大聲	中聲	小聲
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	14.47%	17.60%	18.23%
20	14.5%	11.97%	17.60%	27.03%
30	23.3%	13.83%	30.80%	31.43%
40	26.2%	25.80%	42.10%	37.77%
50	29.1%	32.10%	37.07%	37.73%
60	24.9%	23.87%	37.10%	40.23%
70	29.4%	27.67%	36.47%	31.47%
80	25.6%	45.27%	40.23%	26.40%
90	25.8%	31.43%	34.60%	30.80%
100	23.9%	41.50%	38.33%	35.87%



圖十三、不同響度體積變化

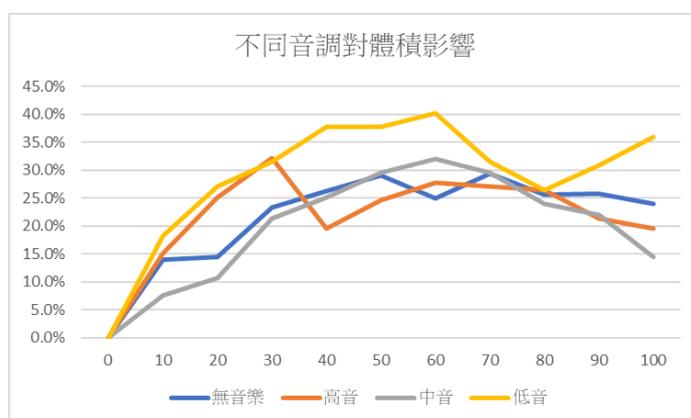
在此研究中，我們可以發現在觀察點 50~70 分鐘處，不同響度(圖十三)時酵母發酵生成泡沫體積是小聲和中聲>無音樂和大聲，因此可推論出，響度過大，對酵母菌的生長反而沒有幫助；響度較小，卻能讓酵母菌穩定的生長。

六、不同音調對酵母菌發酵影響

根據研究一二三結果中，發現三種樂音以小聲的體積生長較好，於是進一步將三種樂音之小聲數據做響度分析，來了解音調對酵母的發酵情況。

表六、木琴胡琴鋼琴小聲組平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	高音	中音	低音
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	15.07%	7.53%	18.23%
20	14.5%	25.17%	10.70%	27.03%
30	23.3%	32.10%	21.37%	31.43%
40	26.2%	19.50%	25.17%	37.77%
50	29.1%	24.53%	29.57%	37.73%
60	24.9%	27.67%	32.07%	40.23%
70	29.4%	27.07%	29.57%	31.47%
80	25.6%	26.43%	23.90%	26.40%
90	25.8%	21.40%	22.03%	30.80%
100	23.9%	19.50%	14.47%	35.87%



圖十四、不同音音調體積變化

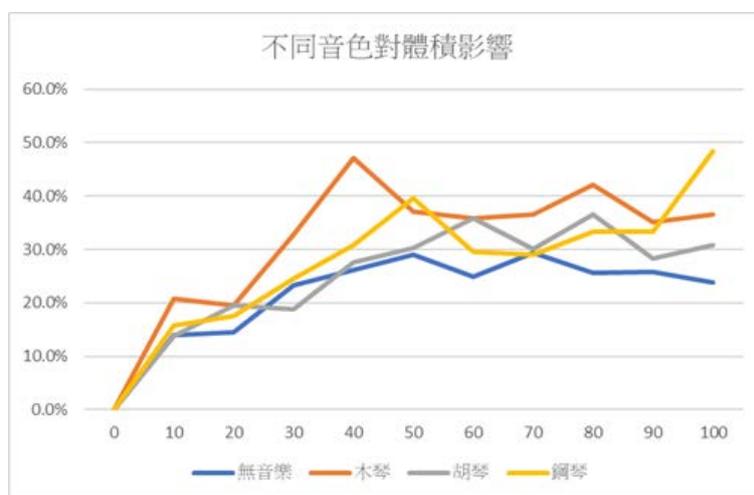
在此研究中，我們可以發現在觀察點 50~70 分鐘處，不同音調(圖十四)時酵母發酵生成泡沫體積高度是低音>中音、無音樂>高音，因此可推論出，音調高，振動頻率越高對酵母菌的生長，反而不利；音調低，卻能讓酵母菌穩定的生長。

七、不同音色對酵母菌發酵影響

根據研究一二三結果中，進一步將三種樂音之低音大中小聲數據做音色分析，來了解音色對酵母的發酵情況。

表七、木琴胡琴鋼琴低音大中小聲之平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	木琴	胡琴	鋼琴
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	20.73%	13.83%	15.73%
20	14.5%	19.50%	19.50%	17.60%
30	23.3%	32.70%	18.87%	24.50%
40	26.2%	47.17%	27.67%	30.83%
50	29.1%	37.10%	30.20%	39.60%
60	24.9%	35.83%	35.83%	29.53%
70	29.4%	36.47%	30.17%	28.97%
80	25.6%	42.10%	36.47%	33.33%
90	25.8%	35.20%	28.30%	33.33%
100	23.9%	36.47%	30.83%	48.40%



圖十五、不同音色體積變化

在此研究中，我們可以發現酵母菌生長體積為木琴>鋼琴>胡琴和無音樂，而胡琴和無音樂曲線幾乎重疊，木琴則是一直高於無音樂的曲線，故推論木琴的音色較利於酵母菌的生長。

伍、討論

一、為什麼要用無音樂方式來研究酵母發酵情形？

利用無音樂處理的控制組首先觀察酵母發酵的情形，得知酵母發酵的時間曲線，以利於後續不同樂器處理組別比較觀察的依據，實驗發現酵母菌發酵體積在前 10 分鐘急速增加，發酵效果在 50 分鐘時達到高峰，而於 70 分鐘後體積開始下降，以 50-70 分鐘這這階段的發酵當作後續判斷的標準。

二、為什麼選用這三種樂器？

這三種樂器為日常常見的樂器，木琴、胡琴與鋼琴這三種不同樂器音色落差與差異性大，鋼琴為鍵盤樂器與木琴為打擊樂器、胡琴為弦樂器，挑選三種不同性質的樂器所發出的音樂，觀察不同樂器對酵母發酵作用的影響。

三、為什麼要固定藍芽喇叭在燒杯底部？

將藍芽喇叭固定於燒杯底部降低可以降低測量泡沫生成高度的誤差，方便結果的觀察測量，並且穩定音樂於酵母混合液底部播放，降低音樂影響撥放誤差。

四、不同響度對酵母菌生長的影響為何？

在三種樂音低音組別中，會發現小聲和中聲>無音樂和大聲，推論酵母菌在小中聲的樂音環境中，因音樂分子帶動酵母菌微振動能讓其穩定的生長；反之，在沒有音樂的刺激，和大聲(振動程度大)刺激過大的環境下，酵母菌的生長卻沒有顯著的變好。

五、不同音調對酵母菌生長的影響為何？

在三種樂音小聲組別中，會發現低音>中音、無音樂>高音，因此可推論出，音調越高(振動頻率越快)會阻撓酵母菌的生長；中音則和無音樂差不多；而在低音頻率下，卻能讓酵母菌穩定的生長。

陸、結論

本實驗探討音色、響度、音調與酵母發酵體積之變化情形，比較不同聲音對酵母發酵過程是否產生影響。結論分為以下四點論述：

一、無音樂處理酵母發酵情形

在前 10 分鐘急速增加，發酵效果在 50 分鐘時達到高峰，而於 70 分鐘後體積開始下降，因此後續實驗以 50-70 分為酵母發酵效率觀察時間點。

二、木琴對酵母菌的發酵程度影響

在木琴低音小聲處理之下，可以提升酵母的發酵速率。

三、胡琴對酵母菌的發酵程度影響

在胡琴低音中聲處理之下，可以增加酵母的發酵速率。

四、鋼琴對酵母菌的發酵程度影響

在鋼琴高音大聲處理之下，可以提高酵母的發酵速率。

五、不同響度對酵母菌的發酵程度影響

在三種樂音低音的組別中，響度越大，對酵母菌的生長，沒有幫助；響度越小，卻能讓酵母菌穩定的生長。因此響度不同對酵母生長會產生影響。

六、不同音調對酵母菌的發酵程度影響

在木琴小聲的組別中，音調越高，對酵母菌的生長，反而不利；音調越低，卻能讓酵母菌穩定的生長。因此音調不同對酵母生長也會產生影響。

七、不同音色對酵母菌的發酵程度影響

木琴的音色較利於酵母菌的生長。因此音色不同對酵母生長也會產生影響。

柒、參考資料及其他

- 一、紀婉菁 (2012) · 鋼琴音色教學探討-以愛蒙之《世界鋼琴教本》為例 · 臺南：國立臺南大學音樂學系。
- 二、黃福坤 (1999年11月13號) · 聲音的三要素——響度、音調、音品 · 取自
<https://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/modules/sound/section2.html>
- 三、響度 · 維基百科 · 取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9F%BF%E5%BA%A6>
- 四、翁月媚 · 酵母菌 · 取自
<https://pws.niu.edu.tw/~whhsu/class/ci05.htm>
- 五、酵母 · 維基百科 · 取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B5%E6%AF%8D>
- 六、YAP KUO (2021年01月24日) · 「酵母菌」不僅能做麵包、釀酒，還可用於生產保健食品及新冠肺炎疫苗 · 科技新報 · 取自
<https://technews.tw/2021/01/24/yeast-can-be-used-to-produce-new-crown-pneumonia-vaccine/>
- 七、韋恩 (2019年7月15日) · 讓人類愛上的發酵食品-麵包 · 科學人雜誌 · 取自
<https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?id=4385>
- 八、生物科課程-發酵作用 (2021年9月12日) · 翻譯自PASCO教學資源 · 取自
<https://edu.kyst.com.tw/blog/detail/72?page=14>
- 九、烘焙機器人(2013年6月10日) · 酵母無氧發酵與有氧呼吸作用的探討 · 取自
<https://cake101.pixnet.net/blog/post/30654402>
- 十、Adadi, P., Harris, A., Bremer, P., Silcock, P., Ganley, A., Jeffs, A. G., & Eyres, G. T. (2021). The Effect of Sound Frequency and Intensity on Yeast Growth, Fermentation Performance and Volatile Composition of Beer. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(23), 7239.
<https://doi.org/10.3390/molecules26237239>
- 十一、Harris, A., Lindsay, M. A., Ganley, A., Jeffs, A., & Villas-Boas, S. G. (2021). Sound Stimulation Can Affect *Saccharomyces cerevisiae* Growth and Production of Volatile Metabolites in Liquid Medium. *Metabolites*, 11(9), 605.
<https://doi.org/10.3390/metabo11090605>

十二、植物也有耳朵？講真！音樂能讓農作物增產！（2018 年 7 月 18 日）· 中國鄉村之聲 · 取自

<https://kknews.cc/agriculture/v6k2bnl.html>

十三、辛菲 (2012 年 11 月 10 號) · 古典音樂對健康 功效獨特 · 新紀元週刊 · 取自

<https://www.epochtimes.com/b5/12/11/3/n3721023.htm>

十四、綠色力量 (2017 年 12 月) · 植物聽音樂！？ · 綠田野 · 取自

https://www.greenpower.org.hk/html5/chi/an_129.shtml

十五、廖竟好 · 發酵作用 · 取自

<http://www.bio.fju.edu.tw/teaching-excellence-project/content04/html/11.htm>

十六、烘焙志 (2018 年 10 月 12 日) · 酵母無氧發酵與有氧發酵作用的解析 · 取自

<https://kknews.cc/zh-tw/health/a4objjn.html>

【評語】 082910

本作品探討音樂對酵母菌活性的影響，運用不同樂器音調、響度區分出音樂對於酵母菌發酵相較於無音樂組有顯著的影響。此題材的想法頗為新穎，但酵母菌並無聽覺，因此應考慮不同的音波、震動頻率可能對酵母菌生長產生的影響，或許可進一步用顯微鏡觀察酵母菌。實驗設計應考慮變因控制和重複測量的必要性，此作品的實驗設計每一項音樂類型只備置一個量測環境，雖做長時間的測量，但仍忽略酵母菌的起始狀況需透過重複實驗才得以檢視。

作品簡報



音醇交響曲

探討音樂對酵母菌生長的影響

國小組 ★ 生活與應用科學(二)

摘要

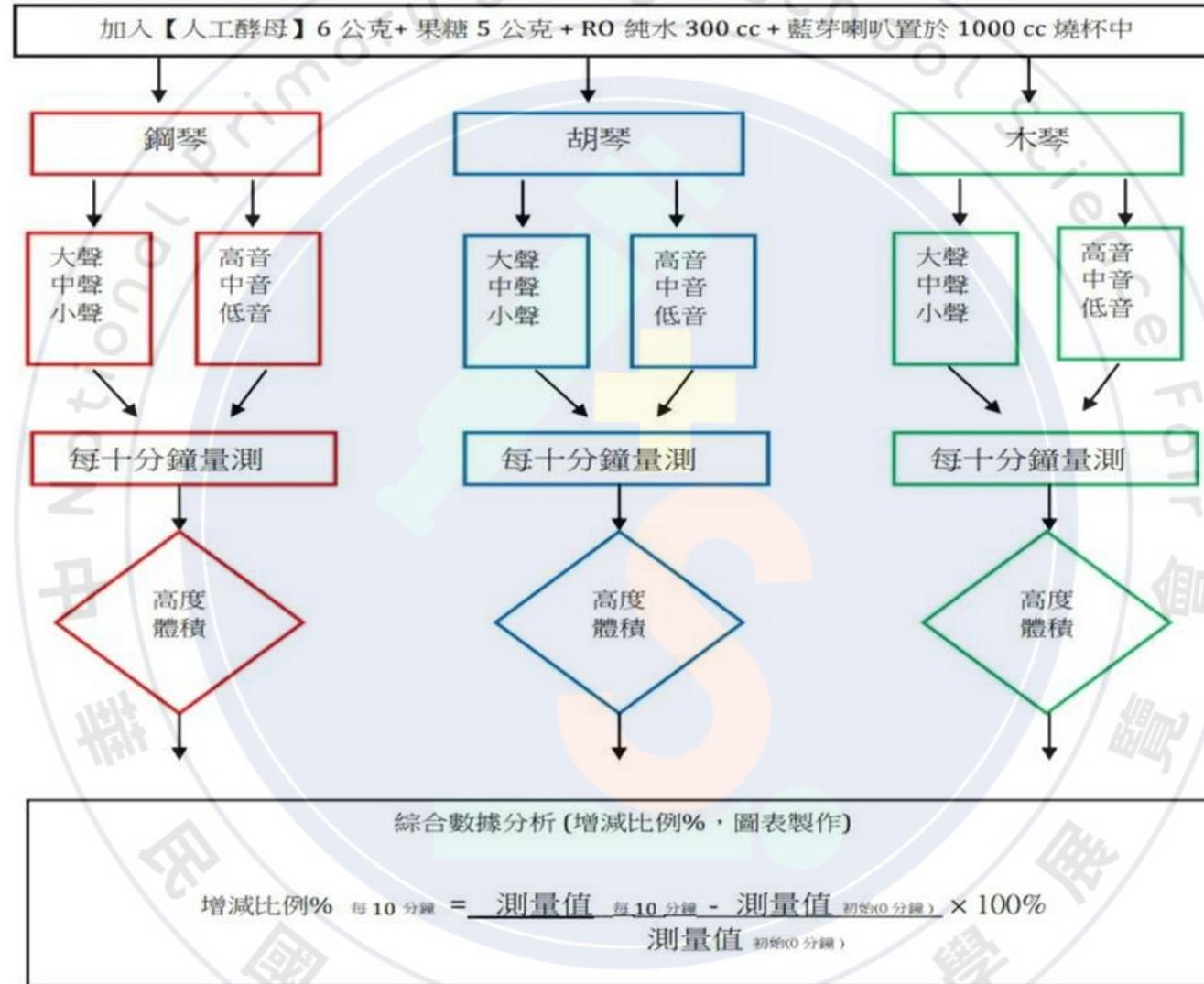
- ◎本文主要研究音色、響度、音調與酵母發酵之變化情形，
- ◎酵母發酵過程大概會在50-70分鐘達到高點。
- ◎木琴低音小聲、胡琴低音中聲、鋼琴高音大聲中能提高酵母發酵體積。
- ◎三種樂器中的音樂以小聲、低音對酵母菌生長最好，木琴、胡琴、鋼琴三種樂器以木琴的音色對酵母菌生長最好。
- ◎音色、響度、音調確實可以影響酵母菌生長的速率。

研究動機

自然課~各種樂器的音色、響度、音調
音樂課~古典音樂對乳牛產乳量的影響

讓我們好奇不同的樂音是否也能對酵母發酵產生變化與關聯，藉由科學實驗的數據判斷出聲音裡的波形、振幅、頻率對酵母菌的刺激，能否提高酵母菌的活性，也希望藉由本研究了解聽了音樂的酵母菌是否能釀出更好喝的酒或製作出更好吃的麵包。

實驗流程



圖二 實驗量測流程圖

研究結果一~無音樂控制組

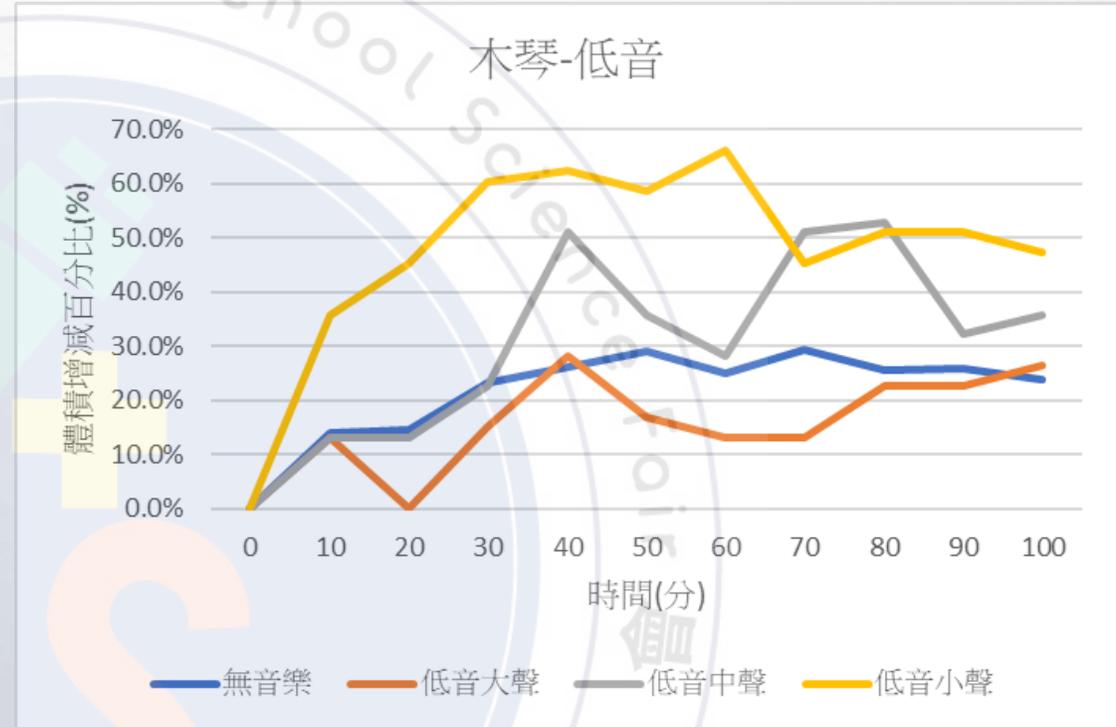
時間 (分鐘)	9次平均體積(cm^3)	百分比
0	599.11	0.0%
10	683.26	14.0%
20	685.78	14.5%
30	738.53	23.3%
40	756.11	26.2%
50	773.70	29.1%
60	748.58	24.9%
70	774.95	29.4%
80	752.34	25.6%
90	753.60	25.8%
100	742.30	23.9%



前10分鐘急速增加，
50分鐘時達到高峰，
70分鐘後開始消泡，體積下降。

研究結果二~木琴組

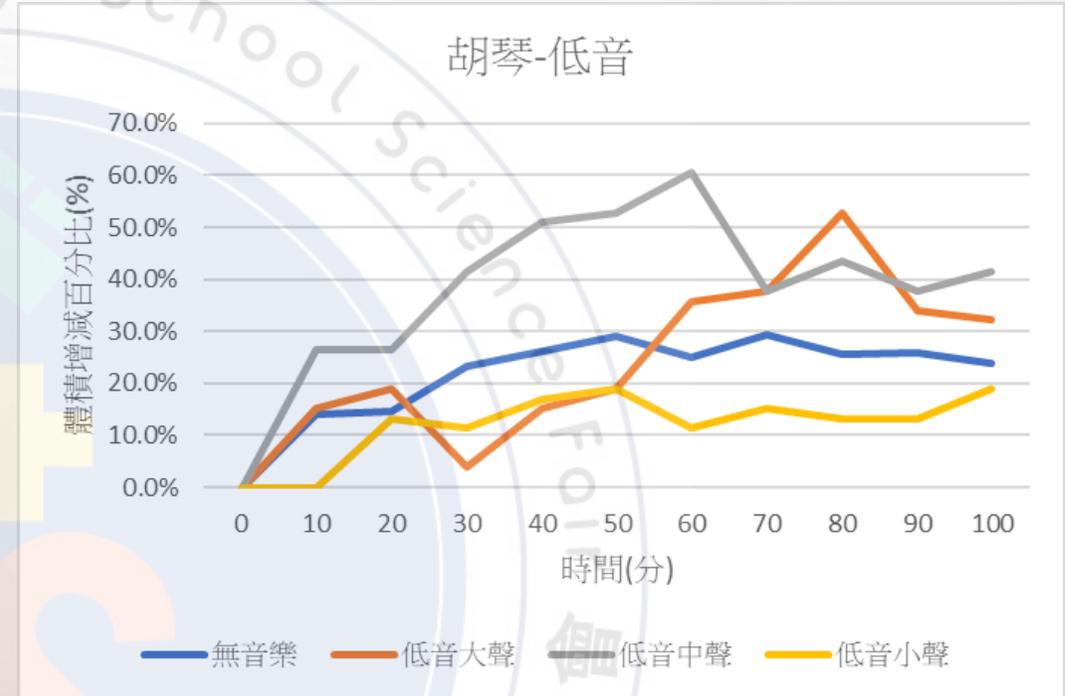
時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	低音大聲	低音中聲	低音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	13.2%	13.2%	35.8%
20	14.5%	0.0%	13.2%	45.3%
30	23.3%	15.1%	22.6%	60.4%
40	26.2%	28.3%	50.9%	62.3%
50	29.1%	17.0%	35.8%	58.5%
60	24.9%	13.2%	28.3%	66.0%
70	29.4%	13.2%	50.9%	45.3%
80	25.6%	22.6%	52.8%	50.9%
90	25.8%	22.6%	32.1%	50.9%
100	23.9%	26.4%	35.8%	47.2%



在60分鐘時木琴低音環境下，
 小聲>中聲>無音樂>大聲，
 酵母菌在木琴低音小聲的環境下，
 能提高生長效率和發酵體積。

研究結果三-胡琴組

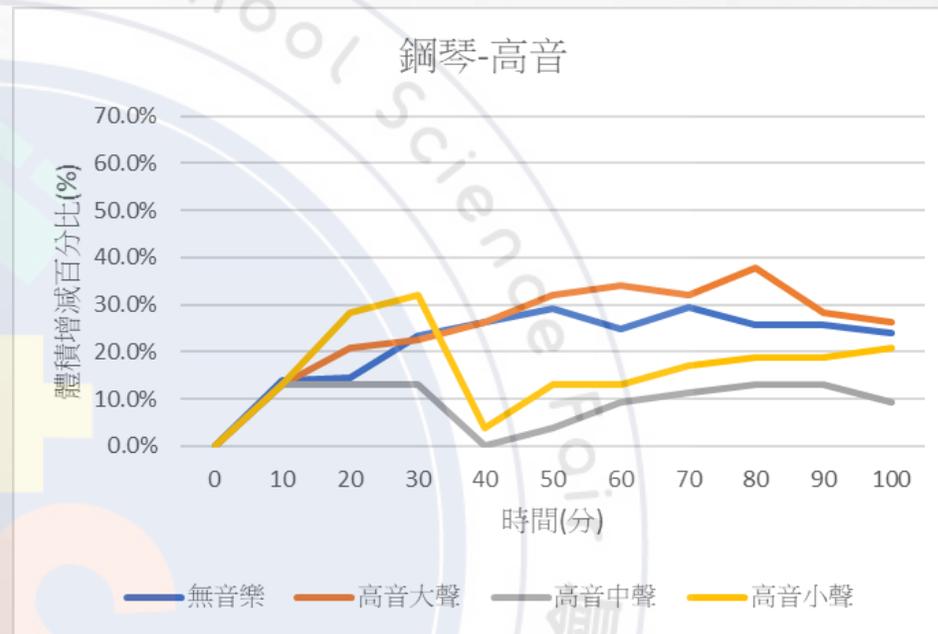
時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	低音大聲	低音中聲	低音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	15.1%	26.4%	0.0%
20	14.5%	18.9%	26.4%	13.2%
30	23.3%	3.8%	41.5%	11.3%
40	26.2%	15.1%	50.9%	17.0%
50	29.1%	18.9%	52.8%	18.9%
60	24.9%	35.8%	60.4%	11.3%
70	29.4%	37.7%	37.7%	15.1%
80	25.6%	52.8%	43.4%	13.2%
90	25.8%	34.0%	37.7%	13.2%
100	23.9%	32.1%	41.5%	18.9%



在60分鐘時胡琴低音環境下，
中聲 > 大聲 > 無音樂 > 小聲
 酵母菌在**胡琴低音中聲**的環境下，
 能提高生長效率和發酵體積。

研究結果四~鋼琴組

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	高音大聲	高音中聲	高音小聲
0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10	14.0%	13.2%	13.2%	13.2%
20	14.5%	20.8%	13.2%	28.3%
30	23.3%	22.6%	13.2%	32.1%
40	26.2%	26.4%	0.0%	3.8%
50	29.1%	32.1%	3.8%	13.2%
60	24.9%	34.0%	9.4%	13.2%
70	29.4%	32.1%	11.3%	17.0%
80	25.6%	37.7%	13.2%	18.9%
90	25.8%	28.3%	13.2%	18.9%
100	23.9%	26.4%	9.4%	20.8%

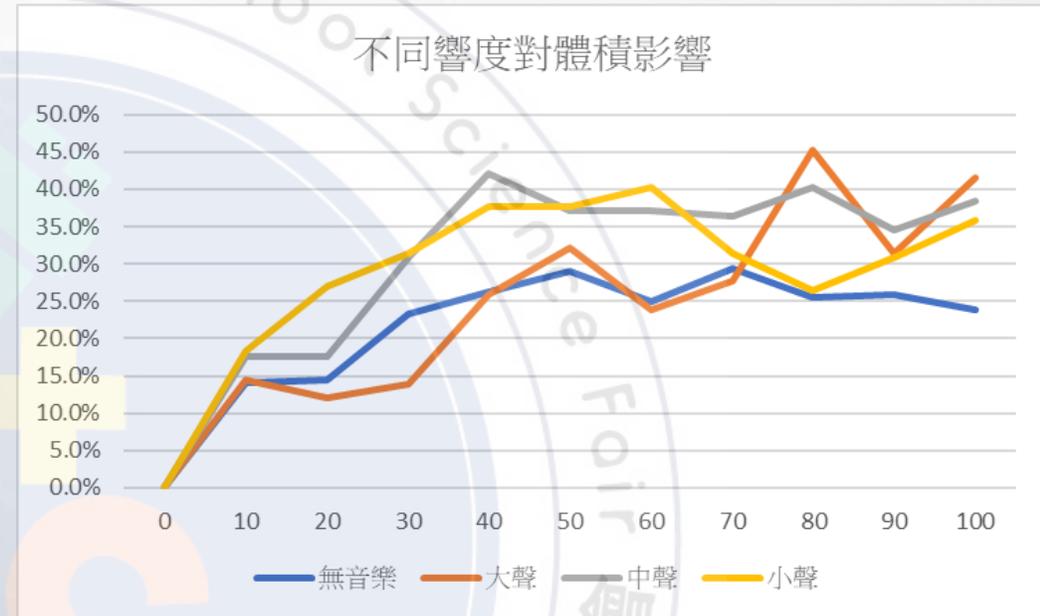


在60分鐘時鋼琴高音環境下，
大聲>無音樂>小聲>中聲
 酵母菌在**鋼琴高音大聲**的環境下，
 能提高生長效率和發酵體積。

研究結果五~不同響度對酵母菌的影響

木琴胡琴鋼琴低音組平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	大聲	中聲	小聲
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	14.47%	17.60%	18.23%
20	14.5%	11.97%	17.60%	27.03%
30	23.3%	13.83%	30.80%	31.43%
40	26.2%	25.80%	42.10%	37.77%
50	29.1%	32.10%	37.07%	37.73%
60	24.9%	23.87%	37.10%	40.23%
70	29.4%	27.67%	36.47%	31.47%
80	25.6%	45.27%	40.23%	26.40%
90	25.8%	31.43%	34.60%	30.80%
100	23.9%	41.50%	38.33%	35.87%



在60分鐘時三種樂器的低音環境中，

小聲和中聲 > 無音樂和大聲

響度過大，對酵母菌的生長沒有幫助

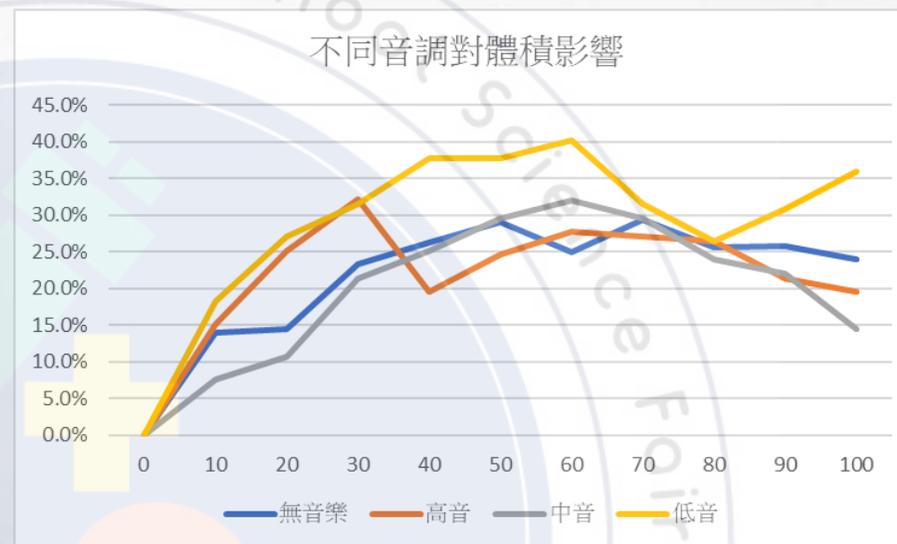
響度較小，微弱振動促進酵母菌吸收

果糖效率，能讓酵母菌穩定的生長

研究結果六~不同音調對酵母菌的影響

木琴胡琴鋼琴小聲組平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	高音	中音	低音
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	15.07%	7.53%	18.23%
20	14.5%	25.17%	10.70%	27.03%
30	23.3%	32.10%	21.37%	31.43%
40	26.2%	19.50%	25.17%	37.77%
50	29.1%	24.53%	29.57%	37.73%
60	24.9%	27.67%	32.07%	40.23%
70	29.4%	27.07%	29.57%	31.47%
80	25.6%	26.43%	23.90%	26.40%
90	25.8%	21.40%	22.03%	30.80%
100	23.9%	19.50%	14.47%	35.87%



在60分鐘時三種樂器小聲的環境下，

低音 > 中音、無音樂 > 高音

音調高，不利於酵母菌的生長；

音調低，微弱振動頻率促進酵母

菌吸收果糖效率，能讓酵母菌

穩定的生長。

研究結果七~不同音色對酵母菌的影響

木琴胡琴鋼琴低音大中小聲之平均體積

時間 (分鐘)	體積增減百分比(%)			
	無音樂	木琴	胡琴	鋼琴
0	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%
10	14.0%	20.73%	13.83%	15.73%
20	14.5%	19.50%	19.50%	17.60%
30	23.3%	32.70%	18.87%	24.50%
40	26.2%	47.17%	27.67%	30.83%
50	29.1%	37.10%	30.20%	39.60%
60	24.9%	35.83%	35.83%	29.53%
70	29.4%	36.47%	30.17%	28.97%
80	25.6%	42.10%	36.47%	33.33%
90	25.8%	35.20%	28.30%	33.33%
100	23.9%	36.47%	30.83%	48.40%



在70分鐘時，三種樂器在低音環境的大中小聲平均體積中，
木琴 > 鋼琴、胡琴和無音樂
音色對酵母菌影響差距不大，惟木琴的音色較利於酵母菌的生長。

結論

- 一、在無音樂控制組樣本中，酵母發酵過程大概會在50-70分鐘達到高點，並隨時間而逐漸下降。
 - 二、在木琴組別處理之下，發現木琴低音小聲處理之下能提高酵母發酵體積。
 - 三、在胡琴組別中，以胡琴低音中聲處理下能提高酵母發酵體積。
 - 四、在鋼琴組別中，在鋼琴高音大聲中能提高酵母發酵體積。
 - 五、在三種樂器低音組別中探討響度的變化，發現小聲對酵母菌生長最好。
 - 六、在三種樂器小聲組別中探討音調的變化，發現低音對酵母菌生長最好。
 - 七、在三種樂器低音組別中探討音色的變化，發現木琴對酵母菌生長較好。
- 所以音色、響度、音調確實可以影響酵母菌的生長。

參考資料

- 一、黃福坤（1999年11月13號）·聲音的三要素——響度、音調、音品·取自
<https://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/modules/sound/section2.html>
- 二、植物也有耳朵？講真！音樂能讓農作物增產！（2018年7月18日）·中國鄉村之聲·取自
<https://kknews.cc/agriculture/v6k2bn1.html>

特別收錄

{使用Spectroid app測9種旋律音樂最後一音的頻率}

木琴低音	木琴中音	木琴高音
586HZ	1172HZ	1828HZ
胡琴低音	胡琴中音	胡琴高音
393HZ	592HZ	1184HZ
鋼琴低音	鋼琴中音	鋼琴高音
149HZ	293HZ	586HZ

酵母菌在木琴低音、鋼琴高音生長好，
因為這兩種音樂頻率一樣，
也是適合酵母菌生長的頻率。