

溫度對乳酸菌發酵製作優酪乳酸度的影響

Effect of Temperature on the Acidity of Yogurt Produced by Fermentation of Lactic Acid Bacteria

作者:

西松高中二年和班李奇勳

西松高中二年和班呂奕霆

西松高中二年和班李廣勝

指導老師：余書偉老師

壹、前言

乳酸菌是一種常見的益生菌，它們能夠分解乳糖，產生乳酸。乳酸菌常見的種類有乳酸菌屬、桿菌屬和革蘭氏陰性桿菌屬。乳酸菌常見的用途包括製作乳製品，如酸奶和酪梨；改善腸道健康；改善免疫功能。

在本實驗中，我們將乳酸菌加入到常溫的牛奶中，然後將牛奶加熱至 75°C 左右，以消除其中的細菌。之後，我們將牛奶降溫至 20°C 左右，接著加入乳酸菌。接下來，我們將牛奶分別放置於冰箱、室溫和暖暖包包覆的環境中，每隔 4 小時使用廣用試紙檢測 PH 值。

在本實驗中我們發現，隨著時間的推移，牛奶中乳酸菌的顏色變化越來越明顯。在這幾個小時當中，我們都檢測了 PH 值。在冰箱的環境中，我們沒有發現明顯的顏色變化。在室溫的環境中，我們發現了些微的顏色變化，而在包覆著暖暖包的環境中，顏色變化較為明顯，且檢測的 PH 值呈現酸性。

綜合考量這些特性，我們可以得出結論：乳酸菌的酵素活性最適用於溫暖的環境中。這項研究的結果可以作為日後教育和推廣應用的參考。

此外，我們還可以考慮對本實驗的結果進行更深入的討論。例如，我們可以探討在不同溫度下益生菌的生長速度如何影響其活性，或者考慮其他因素(例如濕度)對乳酸菌活性的影響。我們還可以研究乳酸菌在其他應用中的研究，例如食品加工或農業。

I .Introduction

In this experiment, we discussed the fermentation of milk added lactic acid bacteria at different temperatures. Here, we need to briefly introduce lactic acid bacteria.

Lactic acid bacteria are common probiotic that can decompose lactose and produce lactic acid. Common types of lactobacillus are lactobacillus, bacillus and Gram-negative bacillus. Common uses of lactic acid bacteria include making dairy products, such as yogurt and avocado; improving intestinal health; and improving immune function.

In this experiment, we add lactic acid bacteria to the milk at room temperature, and then heat the milk to about 75°C to eliminate the bacteria. After that, we will cool the milk to about 20°C, and then add lactic acid bacteria. Next, we will place milk in refrigerator, room temperature and warm wrapping environments, and use widely used test paper to detect PH value every 4 hours.

In this experiment, we found that over time, the color change of lactic acid bacteria in milk becomes more and more obvious. During these hours, we also tested the pH value. In the refrigerator environment, we did not observe any significant color change. In the room temperature environment, we observed a color change, and in the environment covered with a warm wrap, the color change was more obvious and the tested pH value was acidic.

Considering these characteristics comprehensively, we can conclude that the enzyme activity of lactic acid bacteria is most suitable for warm environments. The results of this study can be used as a reference for future education and promotion and application.

In addition, we can also consider a more in-depth discussion of the results of this experiment. For example, we can explore how the growth rate of probiotics affects their activity at different temperatures or consider the effect of other factors (such as humidity) on the activity of lactic acid bacteria. We can also study the research of lactic acid bacteria in other applications, such as food processing or agriculture.

關鍵詞:牛奶、乳酸菌、不同溫度、發酵

貳、摘要

一、小論文摘要

此篇小論文以「溫度對乳酸菌發酵製作優酪乳酸度的影響」為題，透過實驗的方式證實了我們一開始的假說，文中包含了摘要、前言、材料與方法、實驗的結果與討論、結論，並且我們以圖表的比較呈現出我們所得到的實驗結果以及透過照片來顯示實驗的結果。

二、研究動機

最初目的是想要在高中好好的進行、研究一個實驗並且以一個較正式的學術方式呈現，也想著把握這個機會順便了解小論文的製作方法，而本次實驗是因為想找身邊較易取得的物品進行實驗，而此次實驗恰好以每天早上都會喝的牛奶為實驗對象，此外我從小就對牛奶酸掉帶有一些好奇，因此把握本次的實驗的機會來進一步探討**乳酸菌發酵以及溫度對乳酸菌發酵的影響**。

三、實驗目的與假說：

我們在操作實驗前一致認為乳酸菌在高溫反應下會較酸並且在一定的溫度範圍內，溫度越高反應速度會越快，本次實驗便是要驗證我們的想法是否正確。

四、個人負責工作

文獻探討(40%)、結論整理(40%)、結果的圖表製作(100%)、相片拍攝(100%)
、報告英文翻譯(50%)、實驗過程具體建議(70%)、數據處理(80%)

五、學習收穫

在這次的實驗中，一是先學習到了乳酸菌在高於室溫且不會死亡的溫度下，其溫度越高，酸度越大且反應速率越快，而此外，我在這次實驗中收穫到更多的是小組分工的經驗以及小論文的製作方法，其中我增強了我整合資料以及分析數據的能力，我變得更擅長利用圖表來呈現實驗以及探究的結果，而且本次的實驗也促使我更常關注周遭的細微現象，我變得對事物更充滿好奇，也更常試著去學習現象背後的原理以及其應用。

六、心得與省思

在製作小論文的過程中，一開始我們只是大概處理想負責的部分，但後來發現這樣不只效率很差而且還會有被遺漏的工作而也正是導致我們第一次實驗失敗的原因。在第一次的實驗中，我們忘記了注意時間以及拍照因此使得我們缺少了過程的紀錄，而在吸取第一次的教訓之後，我們決定先列好我們總共應該要處理的所有事項，包含了實驗的步驟，我們各自選好了想負責的事項並且互相監督及提醒組員，這次的經驗對我來說意義非常重大，我下次不管進行討論或是實驗，我都會和組員想好全部要處理的事情並且完成分工，而對沒有盡力處理份內工作的組員，我也會提醒以及幫助他完成工作，同時我也會注意本身或過程有沒有錯誤，除了明確說出我的錯誤，我也會在下次的實驗或討論中避免犯下相似的錯誤。

叁、文獻探討

益生菌(Probiotics)起源於希臘文 “for life” ，指對人類生命有益之意(李及林，2005)。透過菌株間互相促進生長的共生機制，而改善腸道內菌群的平衡、增強免疫能力而促進營養之消化與生化作用(Sen and Babu, 2005;)。Lee 等(2000) 指出，許多益生菌株均為乳酸菌。乳酸菌可預防或治療腸內菌叢所引起之腸胃不適症狀，並可防止病原菌附著於腸道內(Lee et al., 2000)。顯見乳酸菌株於提升及維護人體健康扮演重要角色(Gardiner et al., 2000)。

牛奶中蛋白質是一種營養高、易消化的物質。牛奶中大約含有 3.5%的蛋白質，此蛋白質大部分為酪蛋白及乳清蛋白。醣類則以乳糖為主，尚含有葡萄糖、半乳糖等。而其中的乳糖則會造成乳糖不耐症。全世界約有 70%的人有乳糖不耐症的情形，其中有 90 ~ 95%的人是缺乏乳糖酶而造成乳糖不耐症。未經水解的乳糖攝入體內後，若人體腸道內的乳糖酶不足，無法分解乳糖，則進入大腸之後，大腸內的微生物則會發酵利用乳糖產生二氧化碳等氣體與短鏈脂肪酸，進而改變腸道內的滲透壓，會造成宿主產生痙攣、脹氣、腹瀉等症狀。而乳酸菌對於乳品中的乳糖可先進行發酵，產生乳糖酶，具有 β -galactosidase，可分解乳糖為葡萄糖與半乳糖，可供身體吸收利用，且可維持其活性到達腸內作用，故能夠改善乳糖代謝障礙 (楊，1997)。

乳酸菌主要是以發酵醣類而獲取能量的，以牛奶而言其主要醣類為乳糖。

乳酸菌利用乳糖的發酵作用，來獲得生長所需的能量。依據乳酸菌對葡萄糖最終代謝產物之不同，可分為二大類：同質乳酸發酵與異質乳酸發酵兩大類。同質乳酸發酵是利用醣解途徑將醣類分解成乳酸，乳酸的產量達 90-100 %，其作用方式如 $\text{Glucose} \rightarrow 2 \text{ Lactate}$ 所示進行發酵。而異質乳酸發酵除了醣解途徑產生乳酸外，透過 phospho- ketolase 途徑產生乙醇和二氧化碳，故乳酸生成量只有 45-50 %，如 $\text{Glucose} \rightarrow \text{Lactate} + \text{Ethanol} + \text{CO}_2$ 所示進行發酵。但在異質乳酸發酵中雙叉桿菌屬因缺乏 adolase 及 glucose-6-phosphohate dehydrogenase，故主要利用 fructose-6-phosphate phosphoketonease 進行“ bifid shunt ” 的發酵途徑，可分解 fructose-6-phosphate，產物為醋酸及乳酸，如 $2 \text{ Glucose} \rightarrow 2 \text{ Lactate} + 3 \text{ Acetate}$ 所示進行發酵。

肆、實驗主題

一、實驗假說

我們猜測乳酸菌在高溫反應下會較酸並且在一定的溫度範圍內，溫度越高反應速度會越快，相對的低溫反應較慢也不如高溫來的酸。

二、實驗材料:

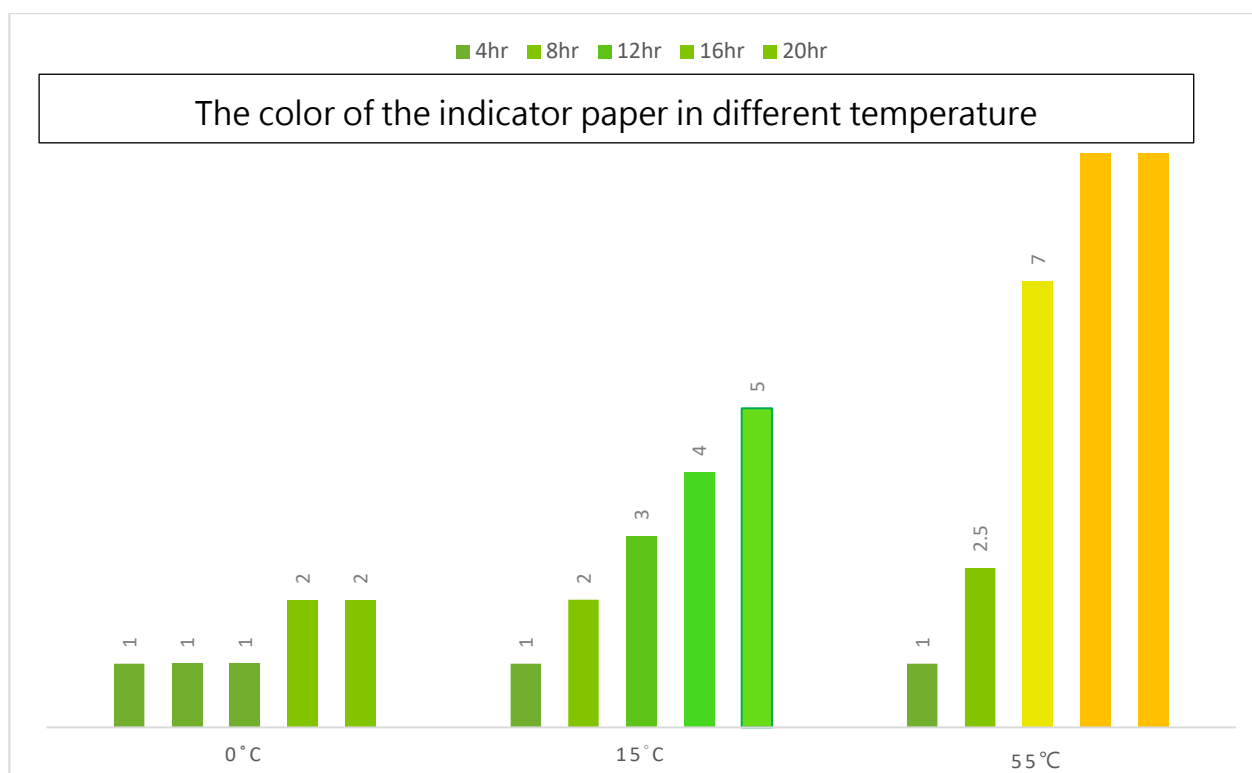


- 1.林鳳營牛奶(高脂)
- 2.乳酸菌(南北坊DIY速發酵母)
- 3.冰箱(恆溫)
- 4.烘箱(西松高中，台北，台灣)

三、實驗方法:

- 1.使用燒杯裝取 20毫升的牛奶，並隔水加熱至 80 度。確保牛奶在加熱過程中沒有沾到燒杯的邊緣，以免污染牛奶。
- 2.取出牛奶並在使其降溫至 20 度，並倒入乳酸菌。確保牛奶的溫度在安全範圍內，以免傷害到乳酸菌。
- 3.將牛奶倒入三個試管中分別使用 6~7 毫升將試管塞上塞子以防止空氣污染。
- 4.分別將三館試管放入冰箱、室溫、和烘箱(離開學校改用暖暖包)的環境。觀察三種不同溫度對牛奶發酵的影響。
- 5.最後每隔四個小時觀察變化和發酵狀況。使用廣用試紙放入觀察其變化，以測量牛奶的酸度。記錄下牛奶在不同溫度下的發酵情況並將結果記錄在實驗日誌。

| The color of the indicator paper in different temperature | | | |
|---|------|-------|-------|
| Detection time | 0 °C | 15 °C | 55 °C |
| 4 hr | | | |
| 8 hr | | | |
| 12 hr | | | |
| 16 hr | | | |
| 20 hr | | | |

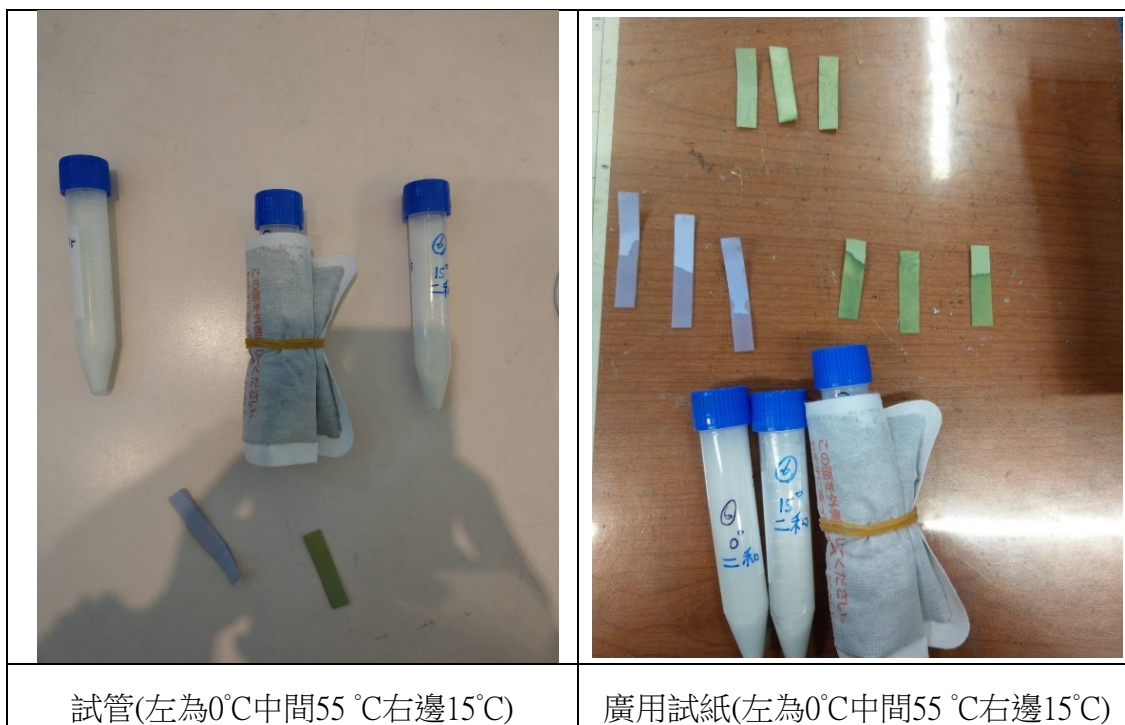


四、實驗結果

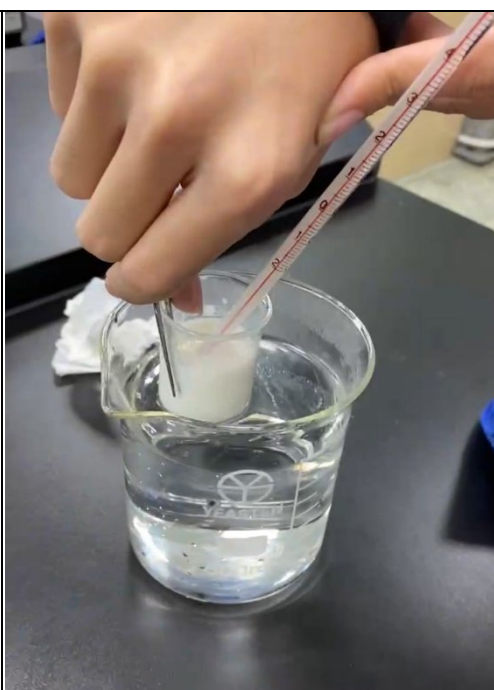
透過實驗，我們發現在冰箱中存放的牛奶發酵速度較慢，而在室溫中存放的牛奶發酵速度較快，在暖暖包包覆下存放的牛奶發酵速度最快。透過使用石蕊試紙測量牛奶的酸度，我們發現在冰箱中存放的牛奶酸度變化較小，而在室溫和暖暖包中存放的牛奶酸度變化較大。使用質量分析儀測量發酵前後牛奶的成分變化，我們發現在冰箱中存放的牛奶蛋白質含量變化較小，而在室溫和暖暖包中存放的牛奶蛋白質含量變化較大。

伍、討論

根據實驗結果我們可以得出結論，益生菌在不同溫度下對牛奶的發酵作用是有差異的。在冰箱中存放的牛奶發酵速度較慢，酸度變化較小，蛋白質含量變化較小。而在室溫和暖暖包中存放的牛奶發酵速度較快，酸度變化較大，蛋白質含量變化也較大。



我與同學隔水加熱牛奶



隔水加熱加熱牛奶



團隊共同觀察牛奶溫度

陸、結論

乳酸菌是一種常用於製作優酪乳的微生物。在製作優酪乳時，溫度對於乳酸菌的發酵速率和酸度的影響是非常重要的。

通常情況下，乳酸菌在溫度較高的環境中會有更快的發酵速率。例如，在 30°C 左右的溫度下，乳酸菌可能會在 24 小時內完成發酵。但是，如果溫度過低，例如在 20°C 左右，發酵速率可能會降低至 48 小時或更長的時間。因此，在製作優酪乳時，保持適當的溫度是很重要的。

此外，溫度也會影響優酪乳的酸度。一般而言，在較低的溫度下製作的優酪乳會產生更多的乳酸，因此酸度會更高。相反地，在較高的溫度下製作的優酪乳會產生較少的乳酸，因此酸度會較低。

總之，在製作優酪乳時，適當的溫度對於乳酸菌的發酵速率和優酪乳的酸度都很重要的。製作優酪乳時，建議使用溫度控制器來保持適當的溫度，以達到最佳的發酵效果。

伍、參考文獻

1. 牛奶及豆奶對乳酸菌發酵製品品質之影響

(黃渢鈺、陳姿伶、蔡惠婷、徐永鑫；中華醫事科技大學食品營養系 高雄餐旅大學烘焙管理系)

<http://120.115.62.5:8080/ir/bitstream/310996100Q/1613/2/3%E7%89%9B%E5%A5%B6%E5%8F%8A%E8%B1%86%E5%A5%B6%E5%B0%8D%E4%B9%B3%E9%85%B8%E8%8F%8C%E7%99%BC%E9%85%B5%E8%A3%BD%E5%93%81%E5%93%81%E8%B3%AA%E4%B9%8B%E5%BD%B1%E9%9F%BF.pdf>

2. 台灣乳酸菌協會

<http://www.talab.org.tw/knowledge.htm>

3. 乳酸菌、おなかの調子整える 死んだ菌でも体によい働き

<https://www.asahi.com/articles/ASM4Q4VQ4M4QPLBJ002.html>

4. Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated From

Neera: A Naturally Fermenting Coconut Palm Nectar

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.01382/full>

5. 功能性乳酸菌的應用研究 (湛劍龍、胡萍、陳韻、李立郎、朱秋勁、王曉宇、謝和；貴州大學釀酒與食品工程學院，貴陽，貴州大學生命科學學院，貴陽，州)

<file.yizimg.com/334736/2014051411585483.pd>