

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

最佳(鄉土)教材獎

091405

高碳酸泉水對麵包酵母菌的影響

學校名稱：國立蘇澳高級海事水產職業學校

作者： 職三 林柔均 職二 楊巧吟 職二 蔡孟瑋 職二 林宛瑩	指導老師： 沈必正 黃俊強
---	-----------------------------

關鍵詞：酵母菌、麵包、官能品質

摘要

本研究在探討酵母菌利用高碳酸泉水處理後，對製備麵包之品質影響，結果顯示，高碳酸泉水浸漬麵包酵母菌時間越久，麵包產品的酒精濃度則越高。以高碳酸泉水浸泡 50 分鐘組並添加 1% 糖，所得酵母菌菌數最多，且為出芽生殖，並其在 30 分鐘內所產生的二氧化碳之體積最多。高碳酸泉水處理酵母菌 50 分鐘時，奶油土司的官能品評成績最好，但是此時若是添加糖反而會給予酵母菌過大的滲透壓，官能品評下降。高碳酸泉水組製備的麵包高度明顯的高於蒸餾水組的麵包。高碳酸泉水處理 50 分鐘組的麵包，其組織為 24 組中最好的。因此利用高碳酸水處理後對於麵包品質是有改善的效果。

壹、研究動機

近年來，許多生命科學與食品營養學界，提出以逆境激發生物產生特殊的蛋白，用來預防癌症、抗氧化與其他特殊的生理疾病。隨著人類平均壽命的增加，探討如何延長壽命方法，也陸陸續續為醫學界或是食品科學學者開始重視，其中研究最多的，當然是兼具減肥和延長壽命的方法，限制生物所攝取的熱量。這個方法發現已超過 70 年，仍是唯一經過不同學者反覆驗證後，證明過的有效方法。熱量限制法就是讓生物的飲食比該物種正常供應量量少 30~40%，藉此激發該生物遺傳基因中特殊的隱性基因的作用，產生特殊的蛋白質，達到減緩老化或是治療疾病的效果。從小鼠、大鼠到哺乳類動物的動物模式中，這些生物在限制飲食下，不僅可以活得較久，而且也遠比一般動物健康，同時可以避免罹患癌症、糖尿病、甚至神經退化疾病等大多數老年疾病。從學者的研究結果可以看出，這些低熱量供應下的動物，其生存力似乎特別強，唯一顯見的缺點就是有些動物會失去生育力。

了解熱量限制法的作用機制，並開發能促進這種健康效應的藥物或是食品，一直是科學家追尋的目標。許多人認為此一現象是減緩細胞利用能源分子產生能量的作用，減少了有毒副產物。但是，限制熱量並不會減緩哺乳動物的代謝，在酵母菌和線蟲中，代謝狀況反而會改變並且加快。所以許多學者提出，給予生物一種壓力，可激發生物的防衛反應，以增加生存的機會。哺乳動物對壓力的反應包括了改變細胞保衛、修護、能量製造和凋亡。(涂，2006)

對於高職階段的學生而言，沒有儀器設備的我們，也只能心嚮往之，在高一的化學課，本科展的指導老師提到，他有一次參加研討會，有人發表把鹽水泡酵母菌，做出來的麵包比較香，雖然發的比較慢。這點引起了我們的興趣，酵母菌，這種我們常常用來製備麵包的微生物，有時候很難控制，老師教我們做麵包的時候，都說，不可以把酵母和鹽放在一起，這樣會把酵母菌殺死，發酵速度變慢，甚至完全不能發酵，有些老師把酵母菌先泡水一陣子，老師認為這樣比較香，有些老師卻反對這樣做，認為沒有必要。這讓我們很困擾，所以才想到，如果能找到一種特殊的理化環境，刺激酵母菌，讓它產生不同的生理生化反應，也許能證明酵母先泡水發酵的優勢的原因何在？所以我們才想到要以高碳酸泉水來處理酵母菌。

冷泉除了義大利外，東南亞僅蘇澳冷泉達量產規模，民國前十九年，日本仙台九翰送指揮官「竹中信景」，率著部隊自蘇澳港登陸，沿著山路前行，

走著走著，因為口渴，卻見七星嶺下有泉水湧現，走至泉水處，士兵們發現此泉水散發者異味，懷疑有問題，但竹中君卻勇於大膽飲用，發覺此泉水清甜甘美。竹中君深感好奇，問了當地的居民，可是因為當時民智未開，地方人士認為這種泉水有毒，並常發現有蟋蟀、蚯蚓等昆蟲死在泉水中，誤認這種泉水有毒不敢靠近。西元一八九七年，竹中信景退役後，便帶著妻兒定居蘇澳，成為最早定居於蘇澳民間的日本人，後來著手開發碳酸泉、蘇澳道路及漁港等建設，還設廠生產彈珠汽水，日語稱「納姆內」，因為風味非常獨特，曾暢銷海內外，名噪一時。(蘇澳鎮公所，2007)

依據經濟部的溫泉標準第3條規定，所謂的標準之冷泉，指溫泉露頭或溫泉孔口測得之泉溫小於攝氏三十度且其游離二氧化碳為 500(mg/L) 以上者，蘇澳冷泉(二氧化碳產量 2000 mg/L)是唯一合乎此一標準之冷泉。經濟部中央地質調查所曾調查蘇澳冷泉，可由其結果得知，冷泉屬於低濃度弱酸性之碳酸氫鹽泉，其酸鹼度在 6.0-6.8 之間，冷泉水中所溶解之礦物大部份由碳酸溶解岩石中之礦物而得。經送請衛生機構化驗結果不含砷，故可直接飲用。蘇澳冷泉總菌落數平均值為 4.0×10^6 CFU/100mL、大腸桿菌群平均值為 1.9×10^3 CFU/100mL、糞便性大腸桿菌群平均值為 0 CFU/100mL。(許，2005)

蘇澳冷泉的水質透明，可飲用也可沐浴，水溫約 22°C，酸鹼值為 pH=5.5，水中含碳酸根離子 68ppm，鈉離子 14.3ppm，鈣離子 10.7ppm，以水質分類屬於碳酸氫鈣泉，也是臺灣唯一的碳酸氫鈣泉。本研究係在探討冷泉泉水中高碳酸含量對麵包酵母的影響，故均改以高碳酸泉水代替其冷泉之名稱。

貳、研究目的

本研究係在探討在不適的生長環境壓力下或稱為逆境下，酵母菌表現的差異性，根據文獻指出，酵母菌在高鹽度的環境下，雖然會導致生長速度緩慢，但是其所產製的麵包，風味較佳，其組織較為緊緻，顯見酵母菌在不同的理化環境下，其所表現的生理特性會受到影響，酵母菌培養在不同鹽濃度的培養基，結果顯示，在越激烈的環境壓力下，酵母菌的遲滯期會較長而且到達對數生長期的時間也較長。酵母菌在壓力環境下，經由烘焙會比一般環境下產生較多量的 2-acetyl-1-pyrroline。(羅，2000)

本研究係採集高碳酸泉水做為酵母菌的環境壓力來源，此一高碳酸泉水經過學者研究，其碳酸鹽濃度高達 62 ppm，是台灣地區泉水中，碳酸鹽濃度最高者，且其終年水溫維持 22 度，不是酵母菌之最適生長溫度 28-33 度(村井，1904)，而且對我們而言。非常容易取得，不需要花錢買二氧化碳打氣，提桶子去裝就有了，所以我們才想到，利用此高碳酸鹽的環境，並非酵母菌生長之最佳條件製造環境壓力來處理麵包酵母菌，觀察酵母菌的生長型態，製備麵包的品質的影響，最後以官能品評的方式，來探討其食用價值性。

參、研究設備及器材

設備：

可控溫培養箱，燒杯，三角瓶，電磁攪拌器，攪拌子，攪拌機，電子天平，顯微鏡，載玻片，數位相機，吸管，滴管。

烤箱，長條型模型，吐司切割機。



圖一 高碳酸鹽泉水處理酵母菌的過程。(A)高碳酸鹽泉水(B)酵母菌培養(C)高碳酸鹽泉水製備麵包(D)麵包烤焙

肆、研究過程或方法

1.高碳酸泉水浸漬時間對酵母菌製備五峰白土司的影響

以 10 g 的酵母菌浸泡 323 g 高碳酸泉水，分別浸泡 0、10、20、30、40、50 分鐘後，依據山型白吐司的配方秤重各材料，以中速攪拌至完成，基本發酵(28°C，溼度 75%，一小時)，整形，入烤模，最後發酵 38°C，溼度 85%，一小時)，上火 160°C，下火 200°C，烤焙 45 分鐘並以吐司切割機分割後，觀察其外觀。

2.高碳酸泉水對酵母菌的影響

實驗分為蒸餾水，蒸餾水加糖，高碳酸泉水，高碳酸泉水加糖四種溶液，分別加入 0.1 g 的酵母菌，10 g 的溶液，加糖組添加的糖量為 1 g。分別將酵母菌加入後，分別於 0、10、20、30、40、50 分鐘時，以吸管取酵母菌滴在載玻片上，再利用接有數位照相機的顯微鏡，在 400 倍下觀察酵母菌的形態。

另外秤取 2g 的酵母菌，分別浸泡於 20 ml 的高碳酸泉水 0、10、20、30、40、50 分鐘後，取出以紗布濾乾。將此酵母菌和 2 g 糖與 26 g 的蒸餾水均勻混合後，倒入 100 ml 量筒中，觀察各組在 30 分鐘後，二氧化碳生產情形，拍照比較其高度。

3.高碳酸泉水對奶油吐司的官能品評影響

實驗分為蒸餾水，蒸餾水加糖，冷泉水，冷泉水加糖四種溶液，分別加以 10 g 的酵母菌浸泡 323 g 高碳酸泉水，浸泡 0、10、20、30、40、50 分鐘後，依據奶油吐司的配方秤重各材料，以中速攪拌至完成，基本發酵(28°C，溼度 75%，一小時)，整形，入烤膜，最後發酵 38°C，溼度 85%，一小時)，上火 160°C，下火 200°C，烤焙 45 分鐘，用尺量取該麵包最高處的高度並記錄之。

將烤焙後的麵包切成 5 x 5 大小的小塊，依據亂數表(李與林，2008)亂數編號後，將上述樣品依序編入所得的亂數表中，將此樣品進行五等第嗜好性官能品評，實施條件如下：樣品數為 24 人，年齡介於 16-17 歲間，品評室溫為攝氏 20 度左右，請每個受試者，針對樣品的外觀，風味，顏色進行綜合評比後，給予最佳產品 5 分，次佳 4 分，可 3 分，尚可 2 分，不佳 1 分之分數，所有問卷均成功回收後，進行累積分數法，累積各產品得分後，統計分析其差異。

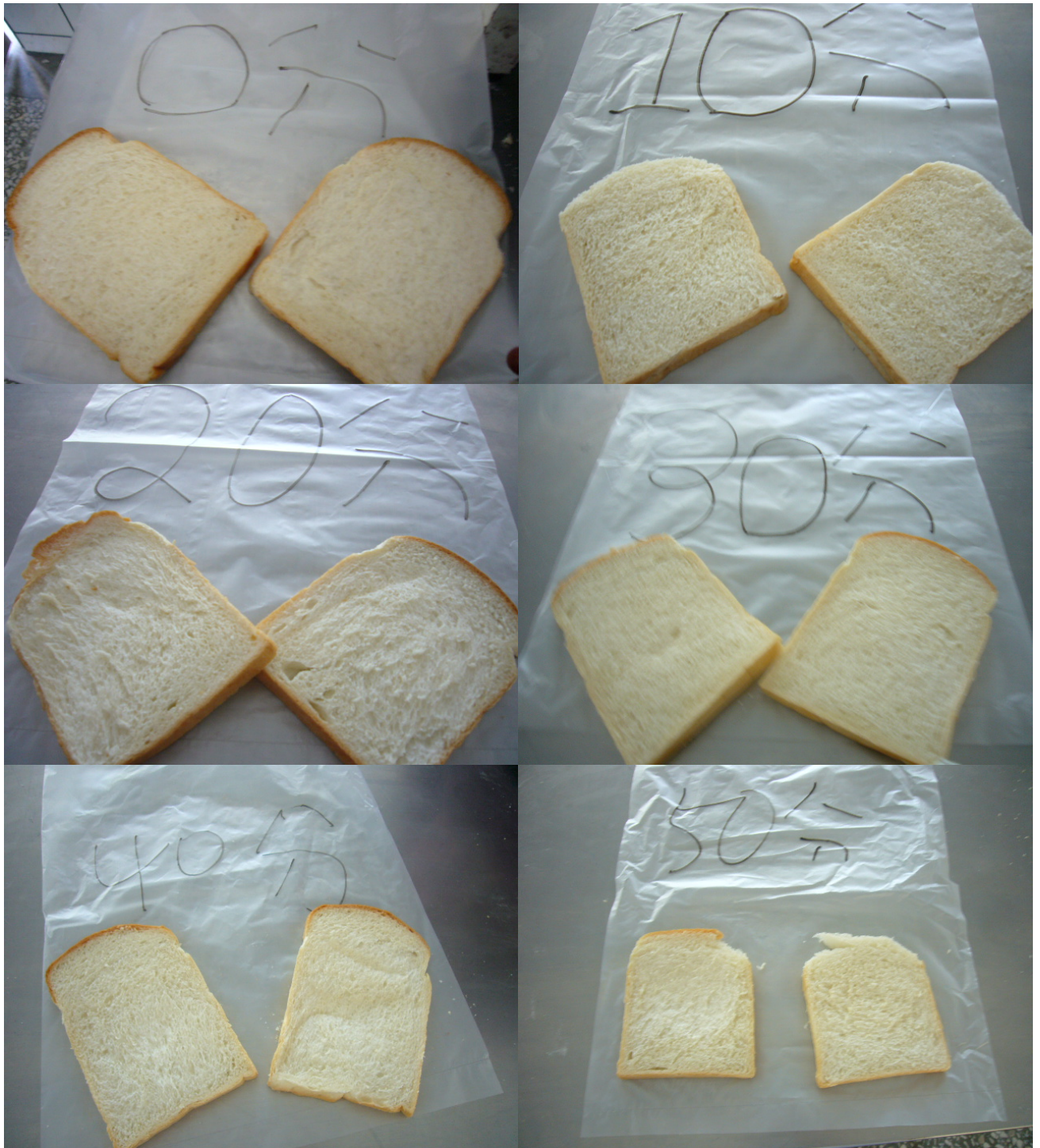
將烤焙後的麵包切面，以 800 萬畫素的數位照相機照像後，參考徐等人(1997)提出的方法，以麵包組織孔徑大小或是有無空洞進行比較。



圖二 本研究所採用的麵包製作材料(A)酵母菌逆境處理製備中(B)酵母菌未接受任何處理之對照組(C)酵母菌接受高碳酸泉水環境壓力處理 50 分鐘(D)高碳酸泉水處理酵母 50 分鐘所製作的奶油土司(E)

伍、研究結果

1. 高碳酸泉水不同浸泡時間對酵母菌製備麵包的影響



圖二 高碳酸泉水不同浸泡時間對酵母菌製備麵包的影響

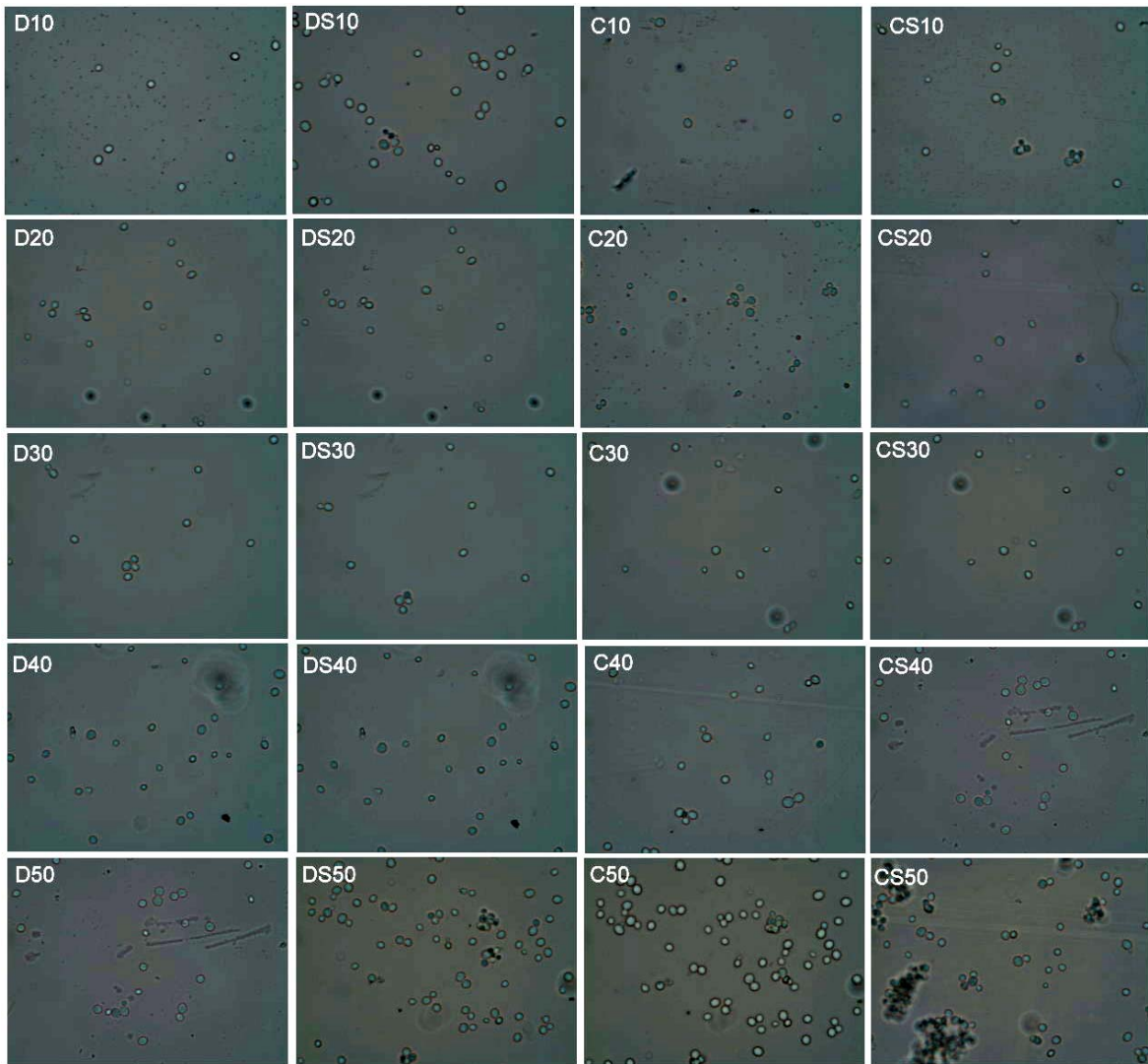
根據圖二的結果，我們可以看出，隨著高碳酸泉水浸漬酵母菌的時間增加，相同發酵時間下，以 40 分鐘的麵包，發酵的程度最佳，其次是 30 分鐘，20 分鐘，0、10 與 50 分鐘各組的麵包之間並無顯著差異，烤焙完成後，經

過官能品評，則以 50 分鐘具有最佳的麵包香味，40 分其次，10-30 分組麵包香味較低。另外，觀察麵包酒精味道時，10 分鐘組的麵包較 0 分鐘有較重的酒精味，10-30 分三組之間，麵包的酒精味道相近，40 分鐘組的酒精味道最重，50 分鐘組酒精味道較 40 分鐘組為淡。

徐等人(1997)指出，影響酵母菌發酵的因子有溫度，氫離子濃度，酒精濃度，糖種類，滲透壓與酵母的濃度，糖濃度應在 5% 以下有促進發酵的效果，超過 5% 的時候，反而會抑制麵包酵母的增長，他們認為這是高滲透壓環境對麵包酵母的生長造成不利的影響所導致。參酌本研究所使用具有高碳酸泉水的壓力條件，先前的研究均未提及，的確我們是第一個做，具有創新性殆無疑義。本研究所提供的環境，應該類似滲透壓不同的環境，由圖一的結果也可以看出，浸泡高碳酸泉水的超過 50 分鐘時，反而會抑制麵包酵母的發酵作用。

再者，徐等人(1997)也指出，麵包材料中對酵母發酵的影響因子有糖、鹽、丙酸鈣、甜味料、死酵母與水，其中，水中的礦物質能促進發酵，自來水中為了殺菌所添加的 2 ppm 氯氣可以使得水中酸度增加，pH 降低，有利於酵母的發酵，此一結論剛好可以用來解釋本研究之結果，先利用 pH 達 5.5 的高碳酸泉水處理麵包酵母 40 分鐘，即可促進酵母快速生長發酵，並且產生更多的二氧化碳，讓麵包發酵的更快。

2. 高碳酸泉水與糖添加與否對酵母菌的影響



圖三 不同浸泡時間對酵母菌外觀的影響。D:蒸餾水，DS：蒸餾水加糖，C：高碳酸泉水，CS：高碳酸泉水加糖。

圖三的結果顯示，將酵母菌先行培養 40 分鐘以上，的確可以讓酵母菌先發育完全，通過其三十分鐘的細胞週期，效果應該會比較好，在圖四的官能品評也證實了酵母菌菌體外觀觀察的結果，也就是 40 分以上的培養組，各組的麵包官能品評得分均較高。加糖與否對 40 分鐘以前的酵母菌外觀來看，似乎沒有太大的影響，在浸泡時間達到 50 分鐘時，蒸餾水加糖，高碳酸泉水組與高碳酸泉水加糖三組的顯微鏡觀察，都有看到酵母菌的聚集情形，經過和指導老師討論後，老師認為，這時候酵母菌已經開始進行出芽生殖，所以會觀察到一團團的酵母菌，而且加糖的各組，情形特別明顯，因為細胞進行出芽生殖，所以在圖五的結果，才出現官能品評得分較低的結果。但是另一個指導老師提出，也可能是高滲透壓導致酵母菌開始萎縮，失去在

溶液中移動的能力，所以開始絮集，很可惜，我們沒有掃描式電子顯微鏡的支援，沒有辦法確認哪一個說法是正確的，但是參考圖四的結果來看，我們認為，在高碳酸泉水加糖這種高滲透壓環境下，酵母菌應該可能是被破壞了，所以，官能品評的得分明顯的較低。

然後是高碳酸泉水對酵母菌的影響，我們的結果顯示，高碳酸泉水浸泡 40 分鐘以內，對酵母菌並不會產生外觀上的影響，這點可以反駁文獻所說，冷泉水動物掉下去就死，也無法生長魚蝦，導致先民不敢飲用的傳說，這高碳酸泉水對酵母菌並無構造上的影響，所以應該不致於造成酵母菌的遺傳特性改變。另一個也可以呼應圖五的結果是，高碳酸泉水浸泡 50 分鐘組，酵母菌觀察到的菌數最多，而且我們在兩組高碳酸泉水的處理組中，都看到進行出芽生殖的酵母菌菌落，而經過高碳酸泉水先行處理的酵母菌，酵母菌出芽生殖的生長情形更好，這點就可以解釋，利用這種處理後的酵母來製作麵包後，進行官能品評的時候，其得分顯著的較高。

3. 高碳酸泉水浸泡時間對酵母菌產生二氧化碳量的影響



圖四 不同浸泡時間對酵母菌產生二氧化碳體積的影響。

徐等(1997)指出，麵包酵母菌的品質好壞，可以利用單位時間內生產二氧化碳的體積來評估，產生越多的二氧化碳，其品質較佳。所以我們將麵包酵母菌浸泡在高碳酸泉水 0、10、20、30、40 與 50 分鐘後，瀝乾高碳酸泉水後，和糖水混合均勻後，觀察 30 分鐘後產生的二氧化碳量，結果如圖四，圖四中可以看出，未浸泡高碳酸泉水的對照組(0 分)產生的二氧化碳最少，僅 60 ml，其次是添加 10-30 分鐘組，大幅的提高了二氧化碳的體積，達到 70-80ml，浸泡 40 分鐘組可到 86 ml，浸泡 50 分鐘組最高，可達到原來液體體積的三倍以上，約 100 ml。此結果證明了我們先前的推論，高碳酸泉水的環境壓力，促使麵包酵母菌的表現趨向我們所要的方向，大量生產二氧化

碳，使得麵包的體積與風味都獲得了提升。

4.高碳酸泉水對麵包官能品評的影響

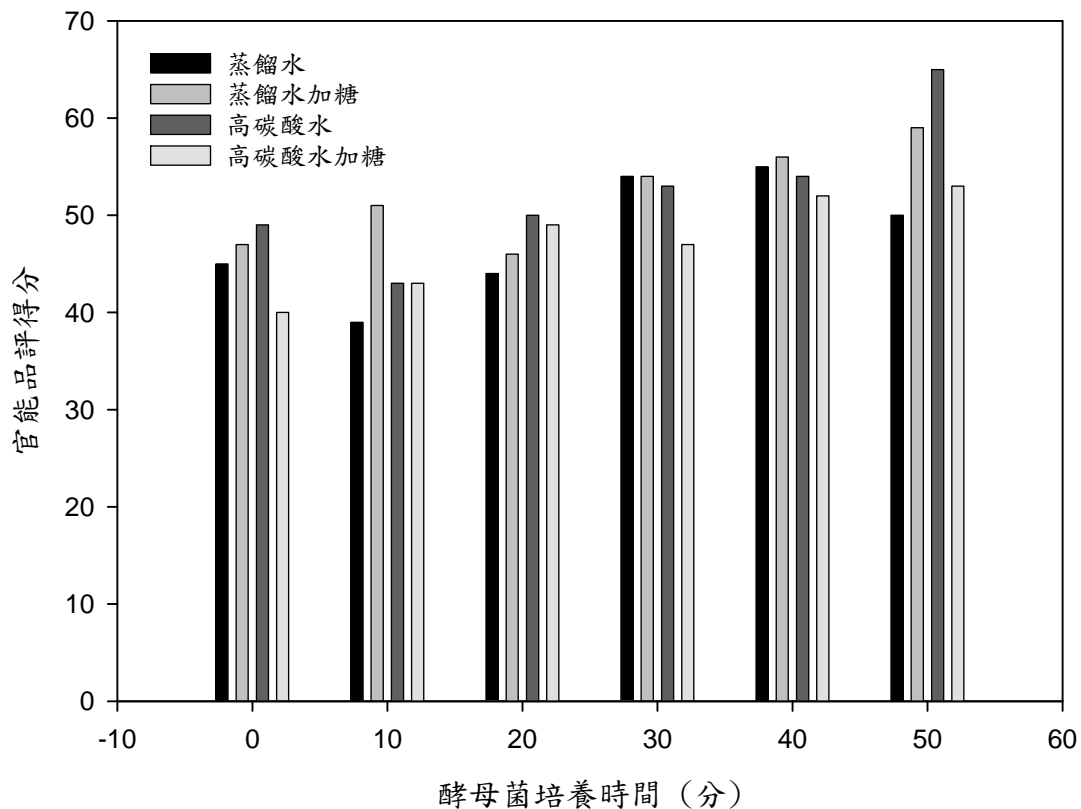
李和林(2008)指出，為了探討一系列的樣品品質好壞，吾人常使用順位評分法來判斷其中最佳加工條件，並且配合亂數對照表將樣品重新編號，避免受試者有猜測的機會，影響實驗結果，此法特別適用於視覺官能品評與嗅覺官能品評，因為受試者均為本科學生，幾乎都擁有麵包丙級技術士證照，對麵包品質的觀察應可代表超過消費者，而接近烘焙業者之標準。所以，我們針對蒸餾水，蒸餾水加糖，高碳酸泉水，高碳酸泉水加糖等四組浸泡酵母菌 0、10、20、30、40、50 分鐘後，烘焙而成的奶油土司進行五等第法之官能品評，樣品數為 24 人，年齡介於 16-17 歲間，品評室溫為攝氏 20 度左右，官能品評表如下：

冷泉水製備麵包官能品評表

時間：_____ 地點：_____ 學生號碼：_____

請就您拿到的麵包樣品，給予 1 到 5 分的評分。

91	57	78	63	89	85
98	15	84	49	51	17
67	53	84	31	15	71
82	61	99	17	25	44

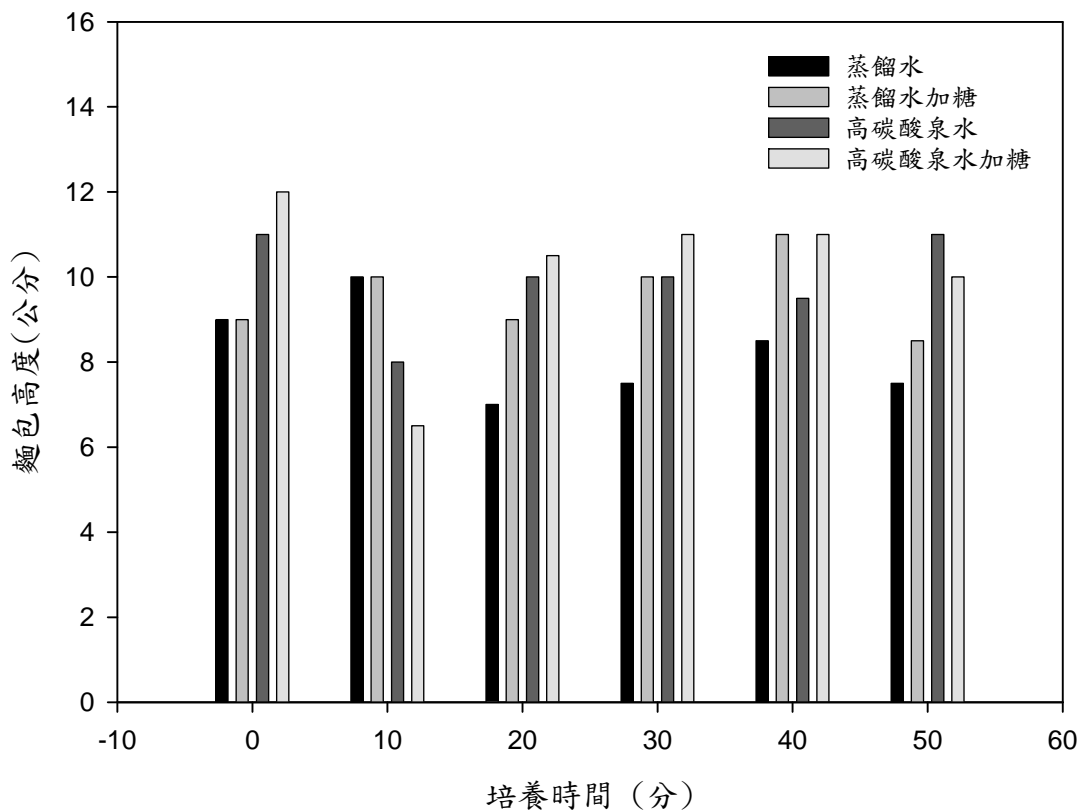


圖五 高碳酸泉水與糖不同浸泡時間對酵母菌製備麵包的影響

從圖五可以看出，隨著浸泡時間的增加，四種不同處理條件下，酵母菌製備的麵包官能品質的確有上升的趨勢，所以先前的論戰，麵包製備的時候，酵母菌是否需要先行培養，然後再製作，我們的結論是，需要先行培養30分鐘以上，其產生的麵包風味較佳。

比較加糖培養與未加糖培養的結果顯示，蒸餾水組加糖培養在10與50分鐘可以顯著地提升麵包得分，其他組則並未有明顯差異，這點和徐等(1997)指出，糖可以促進麵包酵母增長，是相同的，所以可以檢驗出我們的製作水準是沒有問題的，所以探討高碳酸泉水有無加糖對麵包品質影響的結果，可以看出，除了10-20這一段兩者並未有差異外，其他各組均可以看出，加糖後，麵包的官能品評反而得分較低，可見得，此時糖在此一食品系統已經扮演了提高滲透壓的角色，而非促進酵母菌的生長，所以產生的香味成份差。

比較蒸餾水和高碳酸泉水的兩種產品，結果均可以看出，除了30-40分組兩者並無明顯差異外，其他各組均為高碳酸泉水組得分明顯的高於蒸餾水組，顯示給予酵母菌適當的環境壓力，酵母菌代謝情形的確會改變，並且朝向對產品芳香有利的方向進行。根據圖四，我們建議利用高碳酸泉水處理酵母菌50分鐘時，奶油土司的官能品評成績最好。



圖六 高碳酸泉水與糖不同浸泡時間對酵母菌製備麵包高度的影響

麵包製備完成後，其最後產品的高度，是用來評價產品品質的一個重要指標，丙級烘焙食品麵包技術士檢定項目中，均把未達相對高度的產品，列入不合格的項目之一，麵包產品的高度，其影響因素有烘焙溫度，酵母所產生的二氧化碳量，最後發酵的溫度等，其中影響最大的，當屬二氧化碳量(徐等，1997)。從圖六可以看出，在 0 分鐘時，添加高碳酸泉水的兩組都明顯的較蒸餾水組的麵包高度為高，顯示碳酸泉水所含的二氧化碳在此組中發揮了明顯增加麵團中二氧化碳量的功能，增加了麵包的高度。10 分鐘時，高碳酸泉水組的麵包顯著地降低了麵包的高度，顯示此逆境抑制了麵包酵母的增長，隨著浸泡時間的增加，高碳酸泉水組的麵包高度較蒸餾水組的高度明顯的增加，到了 50 分鐘時，高碳酸泉水組的麵包高度又明顯的高於蒸餾水組，顯示此時，酵母菌已經產生了特殊的生理生化反應機制，能抵禦此一環境壓力，且產生了夠多的二氧化碳，提高了麵包的體積。而添加糖在除了 10 分鐘組以外的各實驗組，均能較未添加糖的各組能提高麵包的高度，顯示控制酵母菌產生二氧化碳的主要因子應該是糖，其次才是環境中的滲透壓或是二氧化碳濃度等環境壓力條件。



圖七 高碳酸泉水與糖不同浸泡時間對酵母菌製備麵包組織的影響

麵包製備完成後，其最後產品的切面的組織，是用來評價產品品質的一個重要指標，丙級烘焙食品麵包技術士檢定項目中，把產品中有大孔洞造成品質低下的產品，列入不合格的項目之一，麵包產品的內部組織孔洞，其影響因素有酵母所產生的二氧化碳量，最後發酵的溫度等，其中影響最大的，當屬二氧化碳量(徐，1997)，圖七的結果顯示，酵母先浸泡 40 分鐘，產品的組織最細緻，大型孔洞最少，僅高碳酸泉水加糖組的產品其孔洞較大，待浸泡時間達到 50 分鐘時，蒸餾水不論加不加糖，產品孔洞均大量增加，品質低下，對照產品高度組，也是此一條件高度最差，顯示蒸餾水組不宜浸泡過久。而以高碳酸泉水處理 50 分鐘組的麵包，其組織為 24 組中最好的，當然，此一結果也反應了高度的結果，官能品評的結果也非常的接近，高碳酸泉水

加糖 50 分鐘組，則產生了一些大孔洞。探討高碳酸泉水處理時間的關係，顯示，40 分鐘前的各組，高碳酸泉水對產品的影響均為產生較大的孔洞，造成品質下降，加糖可以減緩孔洞的產生，可是在蒸餾水組，加糖就會增加孔洞的產生，綜合以上的結果，滲透壓對酵母菌的影響的確會反映在產品的品質上，利用高碳酸泉水浸泡酵母菌 50 分鐘，可以得到最佳的細緻麵包組織。

陸、討論

透過給予生物環境壓力，的確會改變生物的生理生化代謝模式，反應在食品製造過程上，可以作為高職階段學生探討逆境的教材依據，畢竟對酵母菌進行基因工程轉接改良，並非高職階段學生所能完成的研究主題。而且進行基因工程後的酵母菌，又必須進行銷毀處理，必須有安全作業的標準作業程序與設備，不宜在高職中進行。

李(2007)指出，酵母菌於發酵工業上應用廣泛，除釀酒、麵包製造等大宗傳統發酵產品外，特定酵母菌可製成單細胞蛋白，作為蛋白質營養劑或製成飼料供動物食用。部份酵母菌甚可生產一些高價產物如輔酶 Q10、超氧歧化酶(superoxide dismutase)及工業上各式有用的酵素、蛋白質及各式代謝產物等，除此之外，一種類似啤酒酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)的食用酵母菌(*Saccharomyces boulardii*)已獲多個國家認可作為益生菌 (probiotic)，這種腸道益生菌可以拮抗腸道中的病原菌和治療慢性腹瀉症。酵母菌的其他應用性仍持續研究中。此外，酵母菌和裂殖酵母菌 (*Schizosaccharomyces pombe*)，亦常作為學術基因遺傳、細胞生理、細胞分化等學術研究之主要模式。甚至在基因工程領域中，選殖後的基因常植入酵母菌中，以進行選殖基因產物的生產。

本研究的結果顯示，高碳酸泉水的確可以給予酵母菌適當的壓力，促使酵母菌產生較佳的代謝產物，生產品質較佳的麵包。後續的研究，將利用高碳酸泉水給予酵母菌逆境後，探討其對胃幽門螺旋桿菌的抑制效果，進一步開發具健康食品功能的酵母菌食品。

柒、結論

- 1.高碳酸泉水浸漬麵包酵母菌時間越久，產品的酒精濃度越高。
- 2.高碳酸泉水浸泡 50 分鐘組，酵母菌經出芽生殖所產生菌數最多。
- 3.高碳酸泉水處理酵母菌 50 分鐘時，奶油土司的官能品評成績最好。
- 4.高碳酸泉水組的製備的麵包高度明顯的高於蒸餾水組的麵包。
- 5.高碳酸泉水處理 50 分鐘組的麵包，其組織為 24 組中最好的。
- 6.利用高碳酸泉水給於酵母菌適當之處理，可以改善麵包的品質。

捌、參考資料及其他

1. 羅偉誠(2000)環境壓力對土司重要香氣成分 2-acetyl-1-pyrroline 合成之影響。屏東科技大學食品科學系碩士。111 頁。屏東縣。
2. 涂可欣譯(2006) 辛克萊 (David A. Sinclair)、賈倫堤 (Lenny Guarente) 著，啟動長壽基因，科學人雜誌。第 50 期。
3. 原幹洲 (1937) 臺灣史蹟，主要市街史竝概況名所舊蹟。拓務評論臺灣支社，臺北市。
4. 徐華強等(1997)實用麵包製作技術。中華穀類研究所。202-207 頁，臺北縣。
5. 李玫琳等(2008)食品化學與分析 II。復文書局。191-192 頁，台南市。
6. 李清福 (2007) 生物技術的尖兵 ----- 酵母菌簡介。
digiku.nmns.edu.tw/.../FungiUnit/2007-012.html

【評語】 091405

- 1、 主題及研究方法簡潔，但欠深入之探討及分析。
- 2、 能高度結合地區性特色，納入實驗材料進行研究。