

中華民國 第50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

第一名
最佳(鄉土)教材獎

091403

礁澳仁深-不同的水對麵包香氣及微生物生長之
影響

學校名稱：國立蘇澳高級海事水產職業學校

作者：	指導老師：
職二 張曼嵐	黃俊強
職二 賀瀚謀	林怡伶
職二 黃琇敏	
職二 陸敬文	

關鍵詞：溫泉水、冷泉水、深層水

得獎感言



高一時我們接觸到了烘焙實習課程，高二時接觸到了微生物實驗，因而讓我們有了想探討問題的念頭，接著我們四個人便開始踏上科展這條奇妙的旅程。

剛開始做實驗的時候，遇到很多挫折也花了很多時間在實驗上，雖然過程中我們曾經有放棄的念頭和意見不合的時候或者時間上的衝突無法做實驗，但我們都一一面對，克服所有的問題，一路上有指導老師的鼓勵、辛苦的陪伴和細心的教導以及多所大學實驗儀器慷慨借用及指導，真的非常感謝老師們的辛勞才有這樣的成果。

成長的汗水跟眼淚讓我們嚐到甜美的果實，辛苦是值得，曾走過就會留下痕跡。

摘要

本研究在探討不同的水處理酵母菌後，對製備麵包品質之影響，結果顯示利用 28.5°C，濕度 75% 的發酵箱中進行發麴試驗，含鹽量較高的海洋深層水有延緩麴菌生長速度，但無法抑制其生長。另製成之麵包經物性測定儀及 GC 檢測後，17% 海洋深層水中礦物質含量較高對酵母菌的生長有影響，在彈性表現最不佳，對麵包製作較為不利。稀釋海洋深層水 5.6 具有最佳的彈性、香氣、軟硬度、嗜好性及官能品評最佳，第二是蘇澳冷泉水，第三是仁澤溫泉水。食品中毒菌試驗部分，發現海洋深層水對大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 與腸炎弧菌 (*Vibrio paraheamolyticus*) 三種食物中毒菌都有抑制或降低生長速率情形，仁澤溫泉水對大腸桿菌 (*E.coli*) 及金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 都有抑制的效果。

壹、研究動機

1.蘇澳冷泉水

蘇澳冷泉位於臺灣中央山脈板岩區宜蘭縣南端的蘇澳鎮，主要的地質為變質岩。蘇澳冷泉為碳酸冷泉，水溫約在 22°C 左右。冷泉水富含二氧化碳，不時由地表下的頁岩層滲出，早年曾經拿來製作彈珠汽水（日語「ナムネ」）。據說蘇澳冷泉有治療皮膚病與胃病的功能。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。

2.礁溪溫泉水

礁溪鄉以溫泉聞名，位於宜蘭縣東北角。礁溪溫泉，是台灣少見的平地溫泉。此泉色清無臭，湧到地表時約為 58°C，洗後光滑柔細不黏膩，由於富含礦物質，因此不論是浸泡、沐浴或經處理後成為礦泉水飲用，都對身體健康極有幫助。泉質屬為：碳酸氫鈉泉，富含鈉、鎂、鈣、鉀、碳酸離子等化學成份，溫度：約 55-64 度，pH 值：8，功能：可飲可浴性溫和而略帶鹼性，可治療神經痛、關節炎。

3.仁澤溫泉水

本溫泉於日據時代稱之為“旭澤溫泉”或“鳩澤溫泉”，光復後由蘭陽林管處接管，改名為“仁澤溫泉”。仁澤溫泉附近地層為第三紀中新世廬山層中段地層—仁澤段（曾長生，1978），因為仁澤段富含變質砂岩，所以成為主要溫泉之儲集層。而張麗旭（1974）於本段發現有 *Orbulina*, *Globoquadrina* 等有孔蟲化石，所以判斷本段的年代為中新世中期之地層。其岩層主要由變質砂岩與板岩互層或由板岩夾薄層變質砂岩所組成，溫泉湧自板岩裂隙中。

4. 海洋深層水

海深超過 200 公尺，深層水由於位在光線無法照到的深海中，一整年水溫均低且非常穩定，且水質穩定潔淨無汙染，又低溫且含有鈣、鎂等豐富礦物質，病原菌極為稀少，因此應用廣泛，是最不受地表環境污染的純淨水源，可以創造極高附加價值。由於海洋深層水含有人體所必需的鈣、鎂等礦物質，所以在健康飲料、食品、醫藥品等領域的應用也倍受關注。

本研究以自來水為對照組來觀察酵母菌表現的差異性。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，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水中，結果顯示，在鹽度較高環境下，酵母菌生長的遲滯期會較長。酵母菌在壓力環境下，經由烘焙後比一般環境下產生較多的 2-acetyl-1-pyrroline。(羅，2000)

因高一有烘焙課程，試想利用不同的水來製作土司，是否會影響土司的組織及烘焙後的香氣。酵母 (Yeast) 浸泡在不同水時間的多寡，會造成怎樣的影響。彈性、香氣、咀嚼性、軟硬度、嗜好性等及其他味覺的口感會有什麼差異。本實驗是將配方中的自來水改為不同的水和酵母菌泡水時間，來探討那些水適合添加在食品中。將麵包保存在 60%RH 以下較為適合，否則會受潮發黴與變質的情形發生。台灣溫度年平均約 22°C，濕度年平均 75%RH，雨天溼度約 80% ~ 90%RH，非常適合黴菌滋長。將吐司放在基本發酵箱中，以一定的溫、濕度來測它的發黴情形與軟硬度的變化，部份吐司拿去官能品評，另一部分作物性實驗，來探討土司的香氣成分。另以不同的水與洋菜混合調配，來培養大腸桿菌 (*E.coli*)、金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 與腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*)，觀察每種水對這三株菌的繁殖速度的影響，每天觀察記錄。

貳、研究目的

土司的保存期限很短，此研究希望所用的水能夠抑制黴菌生長而延長土司保存期限，我們以自來水、冷泉水、礁溪溫泉水、仁澤溫泉水、海洋深層水鹽度 5.6、深層水離子含量 17% 等六種水試驗是否能抑制黴菌生長。將吐司以官能品評來探討那種水製作的吐司比較受多人喜愛，也將吐司寄送到澎湖科技大學做吐司物性的實驗，看是否官能品評與物性實驗有所呼應。以八種水配製洋菜培養了大腸桿菌 (*E.coli*) 和金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 及腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 看是否能有效抑制這三種菌種的生長，如果此研究能有效抑制，就可把水應用到食品上。

參、研究設備及器材

一、設備

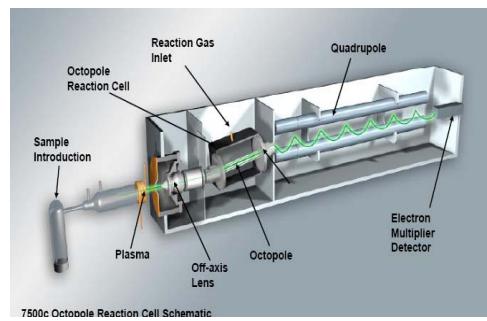
- 1.水質測定：感應耦合電漿質譜儀（Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS(Agilent 7500cs)）。
- 2.白土司製備：攪拌機、基本發酵箱、最後發酵箱、烤箱。
- 3.細菌培養試驗：三角瓶、電子天平、微波爐、殺菌釜、無菌操作箱、恆溫箱、吸量管、白金耳、L型棒、培養皿。
- 4.酵母菌發酵測定：量筒、顯微鏡。
- 5.吐司香氣成分鑑定：GC 氣相層析儀、GC/MS 氣液相層析-質譜儀、小烤箱、Solid-phase microextraction (SPME) (Supelco Co., Bellefonte, PA, U.S.A) 固相微萃取。
- 6.物性測定儀 (EZ-TEST 500N SHIMAZU, JAPAN)

二、材料

- 1.白土司製備：高筋麵粉、糖、鹽、改良劑、白油、酵母。
- 2.細菌培養試驗：洋菜粉、大腸桿菌 (*E. coli*) BCRC編號10675、金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) BCRC編號10780、腸炎弧菌 (*V. parahaemolyticus*) BCRC編號12963。
- 3.酵母菌發酵測定：快發酵母、糖。

肆、研究過程或方法

- 1.水質測定：
 - (1) 以霧化器 (Nebulizer) 將待測樣品溶液霧化，藉由載送氣流輸送，將所形成含待分析元素之氣膠 (Aerosol) 輸送至電漿中。
 - (2) 經去溶劑、分解、原子化/離子化等反應，將待分析元素形成單價正離子，再透過真空界面傳輸進入質譜儀。
 - (3) 由質量分析器 (Mass-analyzer) 將各特定質荷比 (Mass-to-charge ratios) 之離子解析後，以偵測系統偵測，進行元素定性及定量。



(圖 a) 感應耦合電漿質譜儀內部構造



(圖 b) 感應耦合電漿質譜儀外觀

2.白土司製備：

表一、白土司配方表

材料	重量(公克)	烘焙百分比
高粉	317	100
奶粉	13	4
糖	25	7.9
鹽	5	1.6
快酵	4	1.3
改良劑	3	0.9
水	197	62
白油	25	7.9

- (1) 秤取材料。
- (2) 以中速攪拌至麵糰成薄膜狀。(圖 a)
- (3) 基本發酵箱，75%RH、28°C、40分鐘。
- (4) 分割、滾圓。
- (5) 將麵糰整型後，放入烤模中。(圖 b)
- (6) 最後發酵箱放入烤模中 60 分鐘。(圖 c)
- (7) 放入烤箱，上火 160°C、下火 210°C 烘烤 40 分鐘。
- (8) 觀察一個星期的土司看發霉狀況(溫度 28.5°C 濕度 75%)。



(圖 c)攪拌



(圖 d)整型



(圖 e)發酵

3.細菌培養試驗：

- (1) 洋菜 4.6g、水 200ml 混合均勻再拿至微波加熱。
- (2) 121°C，15 分鐘殺菌。
- (3) 分別將 1,000ml 的水加 1 loop 白金耳的大腸桿菌、金黃色葡萄球菌、腸炎弧菌。
- (4) 將洋菜倒置培養皿 1/3~1/2。
- (5) 滴入 0.1ml 稀釋的細菌，塗抹培養。
- (6) 放入 37°C 培養箱觀察 7 天。
- (7) 腸炎弧菌試驗培養基加入 3% 鹽。

4. 酵母菌發酵測定：

- (1) 將 2 克的酵母倒入各種 26ml 水中攪拌。
- (2) 將 2 克的糖倒入各種水的酵母水攪拌至溶解。
- (3) 每 10 分鐘拍一次酵母菌發泡情形。

5. 吐司香氣成分鑑定：

- (1) 在 GC 中裝直徑 60m 管柱，點火預熱至螢幕上 mv (毫伏特) 數字接近零。
- (2) 利用 SPME 萃取麵包揮發性成分。
- (3) 將探針插入 GC (圖 f)。
- (4) 機器測試 1 小時，等它降溫再打第二支。



(圖 f)SPME 吸附香氣



(圖 g)GC 氣相層析儀



(圖 h)麵包香氣的探測

6. 物性測試

將土司切片 3cm 置於物性測定儀上，利用 3cm 圓盤以 50mm/min 速度下壓 2 次，依照力-時間作用圖，分別測得硬度 (N)、彈性 (%)、黏著度 (%)、膠強度 (N) 以及咀嚼度 (N)。硬度為第一圖峰的最高點，彈性為各圖峰的起始點至高點的比值，黏著度為 2 圖峰之比值，膠強度為硬度與黏著度之乘積，而咀嚼度為膠強度與彈性之乘積。

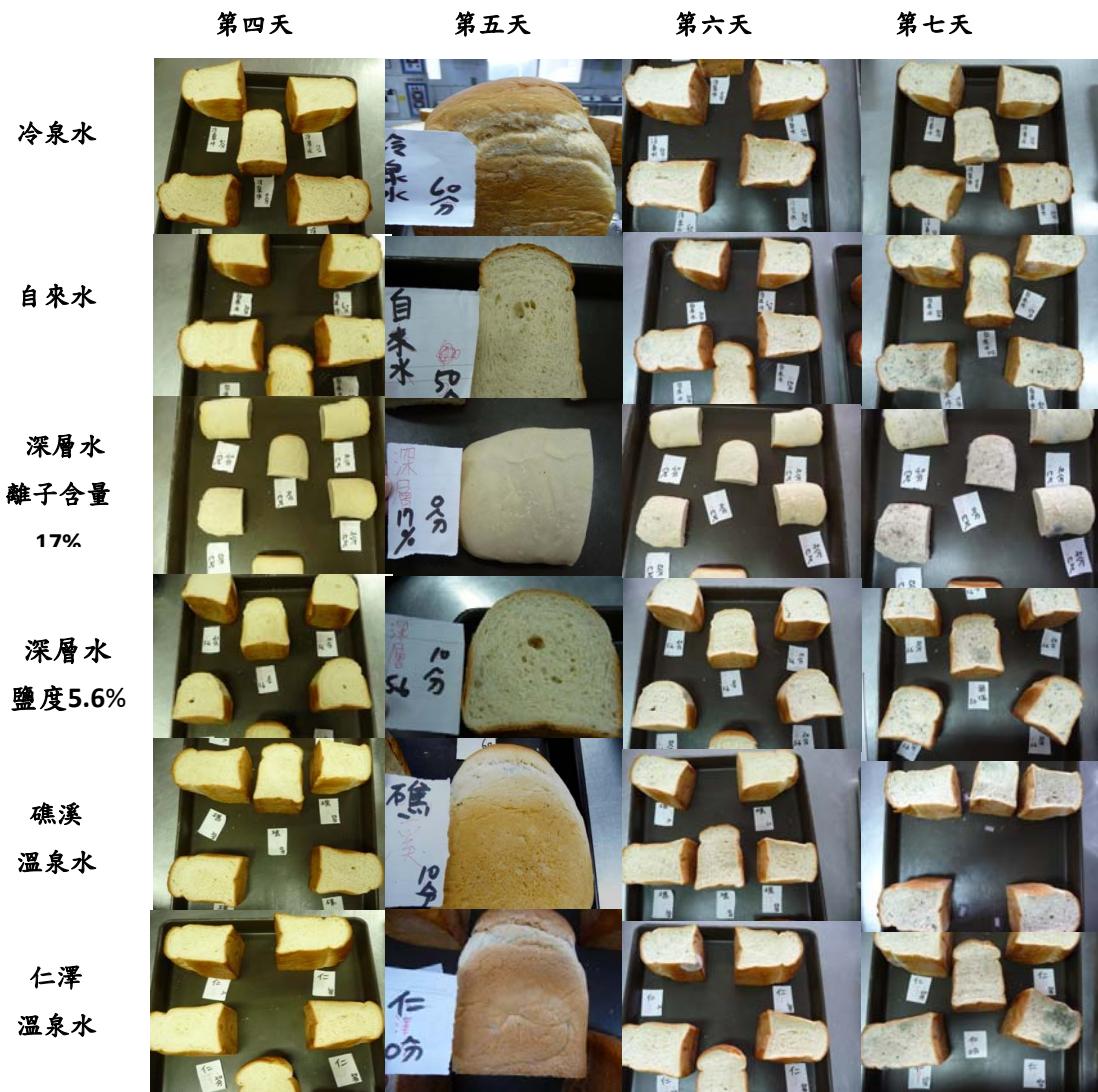
伍、研究結果

水質經儀器測定結果如表二，其中海洋深層水中各種離子的含量最多，pH 值最高，而仁澤溫泉水中鈉離子含量特別高，與維基百科及曾長生 (1978)、張麗旭(1974)，所提相符，礁溪溫泉水雖然是碳酸泉但鈉離子含量也很高，也造成 pH 值都偏高。然蘇澳冷泉水也是高碳酸泉但相對的陽離子含量都不高，因此 pH 值仍屬酸性。

表二、不同水質經儀器測定礦物質的含量

水質 離子 ppb	鈉	鎂	鉀	鈣	pH 值	鹽度
自來水	220	37	37	39	-	-
仁澤溫泉水	7,200	0.89	280	2.9	8.4	-
礁溪溫泉水	4,100	49	280	18	7.7	-
蘇澳冷泉水	260	72	18	30	6.69	-
深層水離子含量 17%	23,200	10,500	6,200	5,600	8.46	14.8
稀釋深層水鹽度 5.6	6,900	3,500	2,900	260	-	-
深層水鹽度 5.6%	7,100	4,700	3,200	300	7.53	5.6

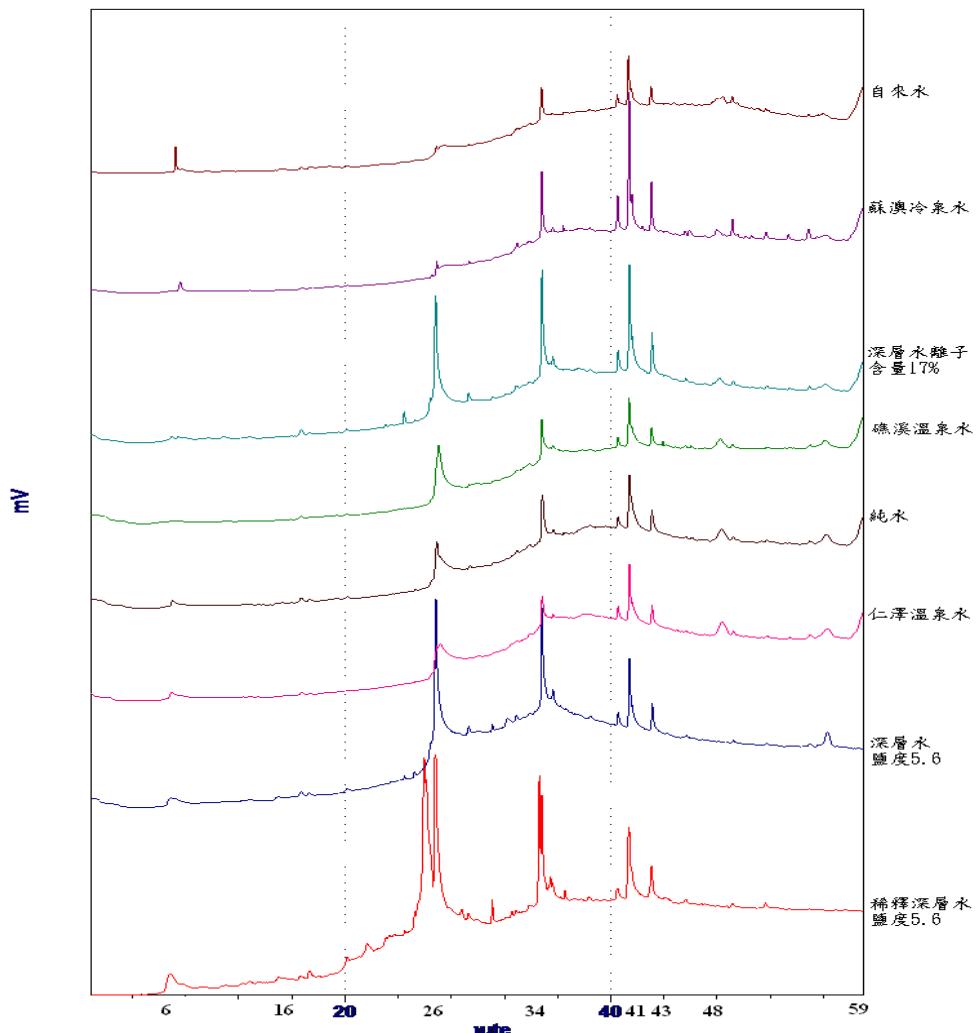
利用不同水所製成之白土司，從圖一得知，第一天至第三天觀察所有的土司皆無發黴現象，第四天仁澤溫泉水、蘇澳冷泉水及自來水所做的土司開始發黴，第五天發現，所有土司都發黴，第六天仁澤溫泉水的土司有大量菌絲產生，第七天礁溪溫泉水的土司出現黃色黴菌，仁澤溫泉水的土司出現紅色黴菌。由結果得知含鹽量較高可降低黴菌生長。



圖一、觀察土司發霉天數的觀察

圖二為加入不同的水，製成麵包後，以固相微量萃取法測得麵包香氣之氣相層析圖譜。本實驗以自來水為對照組，與其他水做比對。在滯留時間 6 分鐘，只有礁溪溫泉水無波峰出現，以自來水的波峰最高；在 16 分鐘，只有稀釋深層水鹽度 5.6 無波峰出現，深層水鹽度 5.6 的波峰最高；在 26 分鐘自來水與礁溪溫泉水無波峰出現，波峰最高為稀釋深層水鹽度 5.6，且有雙波峰；在 34 分鐘，波峰最高為稀釋深層水鹽度 5.6，波峰高度是其他的 3 倍；在 40、41、43 分鐘，波峰最高為蘇澳冷泉水；在 48 分鐘，蘇澳冷泉水、深層水鹽度 5.6 無波峰出現，自來水的波峰最高；在 49 分鐘，純水、深層水鹽度 5.6、稀釋深層水鹽度 5.6 無波峰出現，自來水的波峰最高；在 54 分鐘，自來水、深層水鹽度 5.6、稀釋深層水鹽度 5.6 無波峰出現，蘇澳冷泉水的波峰最高；在 56 分鐘，自來水、蘇澳冷泉水、稀釋深層水鹽度 5.6 無波峰出現，深層水鹽度 5.6 的波峰最高；在 59 分鐘，稀釋深層水鹽度 5.6 無波峰出現，蘇澳冷泉水的波峰最高。

由圖二得知，不同水所製成的土司，於氣相層析儀圖譜中，分別在滯留時間 6、16、26、34、40、41、43、48、59 分鐘內出現波峰，滯留時間相同所表列之波峰，推測為相同之揮發性化合物，而其波峰高度越高(或面積越大)，代表含量越高。



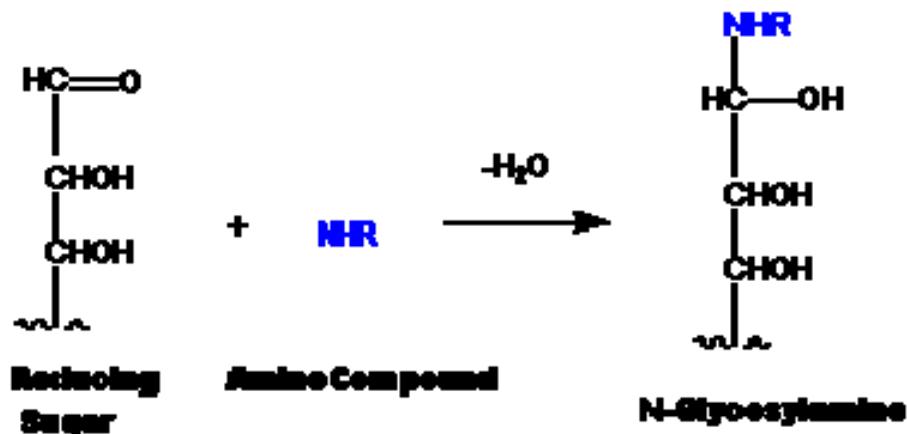
圖二、麵包之揮發性風味氣相層析圖譜

以自來水與純水製成土司之香氣成份比較，於氣相層析圖譜中（圖二）自來水在滯留時間 26、54、56 分鐘並無波峰出現，而純水在 49 分鐘無波峰出現。比較此兩實驗氣相層析圖譜，得知以自來水製成土司，揮發性成份含量及種類皆低於純水，推測自來水之氯離子影響麵糰中酵母菌之發酵，導致土司之揮發性化合物含量較低，而徐等人(1997)指出水中之礦物質能促進發酵，自來水中含有 2 ppm 氯氣可使得水中酸度增加，pH 降低，有利於酵母菌的發酵。又深層水為偏鹼水質，含有各種微量離子為酵母菌生長所需，其效果比自來水及純水 pH7.0 左右更佳（徐等人，1997）。

礁溪溫泉水、仁澤溫泉水、蘇澳冷泉水之組別中，依圖二波峰出現的滯留時間得知，礁溪溫泉水與仁澤溫泉水的出現波峰時間幾乎一致性，蘇澳冷泉水波峰

皆高於礁溪溫泉水及仁澤溫泉水，在揮發性化合物之呈現上是三者中最高。

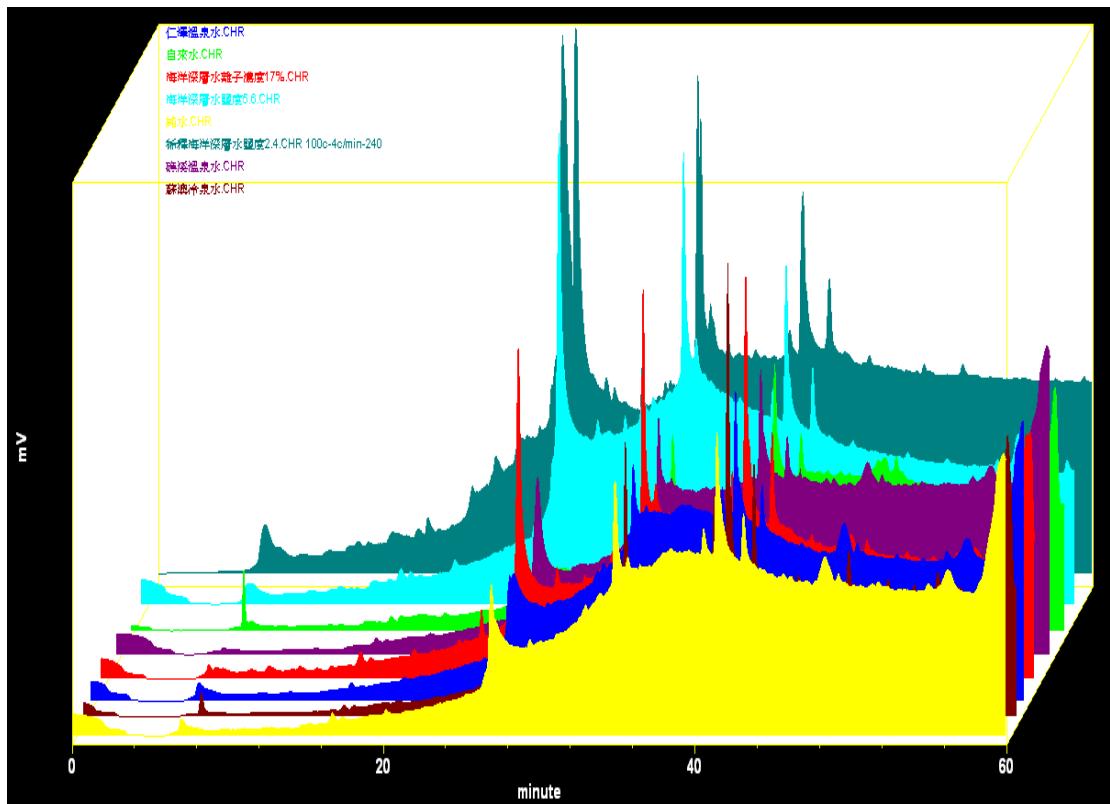
稀釋深層水之組別中，土司揮發性成分之種類及含量皆高於其它組，其中以稀釋深層水鹽度 5.6 最高，其次為深層水鹽度 5.6 及深層水離子含量 17%，推測稀釋之深層水所含之礦物質可影響麵糰發酵及烘焙時之梅納反應 (maillard reaction) (圖三)，也促進麵包風味之形成。本研究證實，稀釋深層水可促進酵母之生長繁殖，但隨著礦物質及鹽度的提高，酵母生長繁殖之活性略有降低，對應於土司揮發性化合物之含量與種類，酵母菌的活性，是影響麵包揮發性風味之重要因素。



圖三、梅納反應機制

資料來源：

http://web.archive.org/web/20041029235215/http://www.agsci.ubc.ca/courses/fnh/410/colour/3_82.htm



圖四、麵包之揮發性風味氣相層析立體圖譜

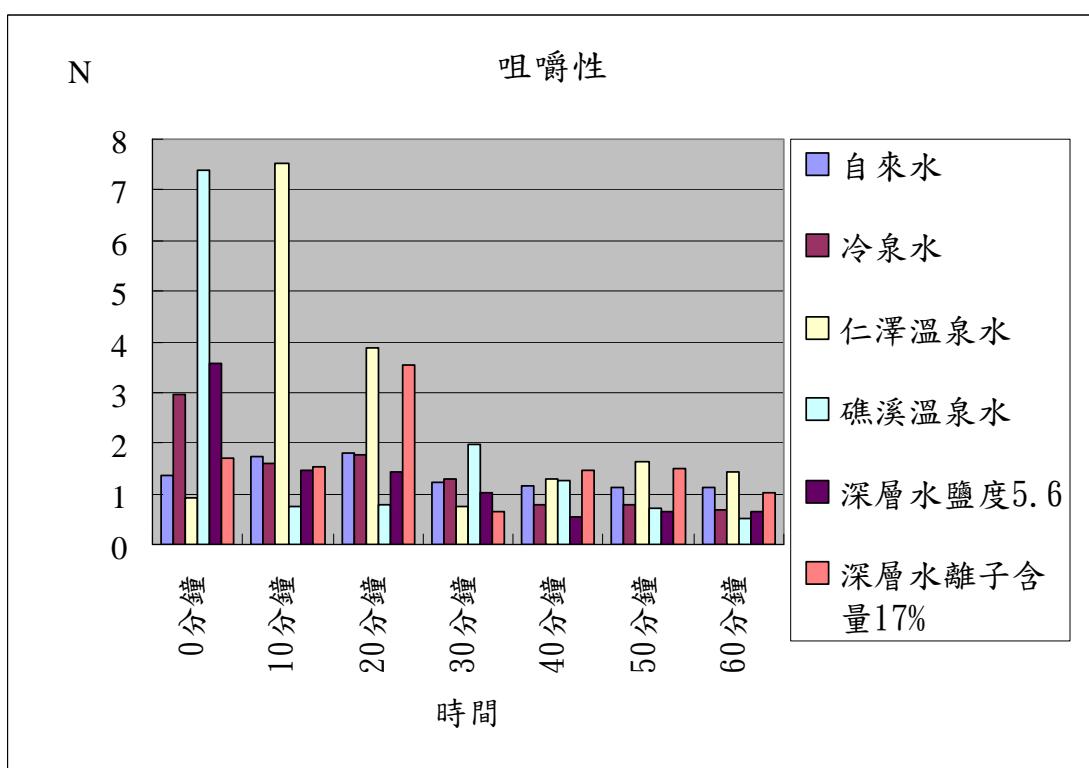
由圖四可清楚看出不同組產生之揮發性化合物，其波峰於 GC 出現之時間及高度的差異性。

表三、麵包香氣(揮發性化合物)於 GC 圖譜之波峰滯留時間

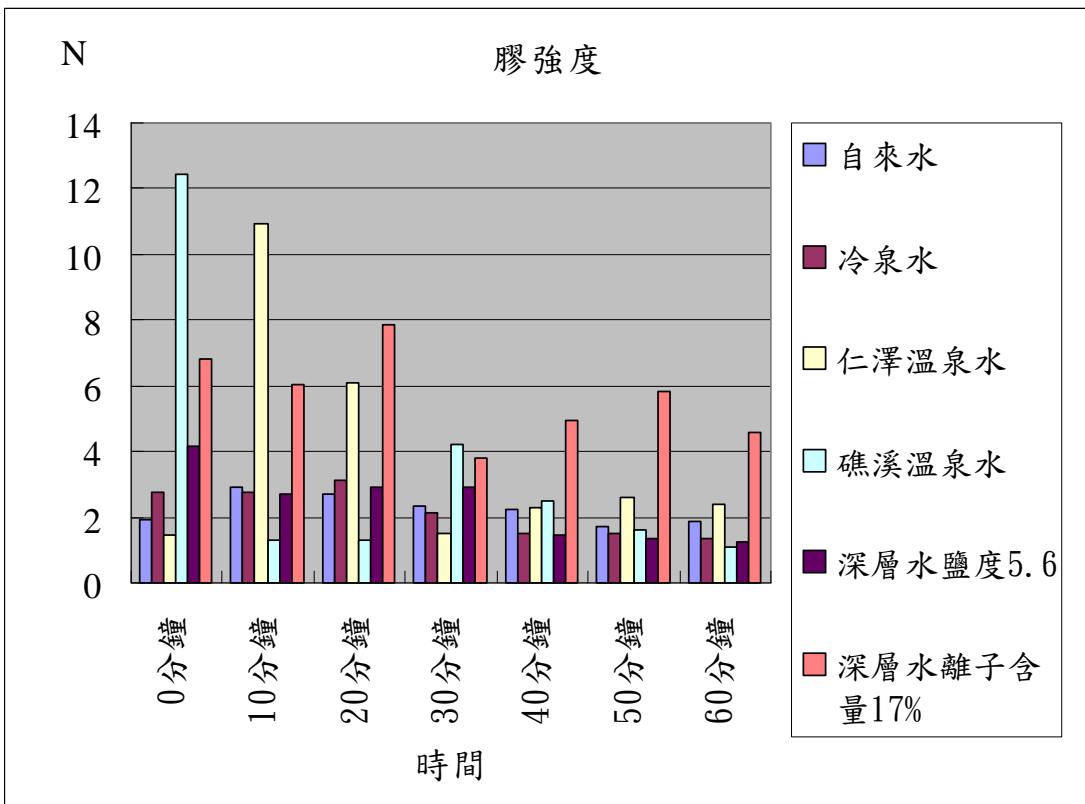
水 波峰出 現時間	自 來 水	純 水	蘇澳 冷泉 水	礁溪 溫泉 水	仁澤 溫泉 水	深層水 鹽度 5.6	深層水 離子含 量 17%	稀釋 深層 水 5.6
7	7.25	7.04	7.59		6.95	6.91	6.96	6.84
16	16.69	16.70	16.72	16.69	16.72	16.70	16.69	
26		26.90	26.89		26.90	26.82	26.80	26.76
34	34.76	34.84	34.79	34.80	34.82	34.82	34.81	34.79
40	40.46	40.52	40.56	40.51	40.54	40.54	40.53	40.51
41	41.31	41.37	41.37	41.36	41.39	41.40	41.40	41.36
43	43.00	43.07	43.04	43.05	43.09	43.10	43.09	43.05
48	48.40	48.31		48.22	48.33		48.15	48.67
49	49.11		49.13	49.14	49.19		49.19	
54		54.93	54.86	54.98	54.96		54.94	
56		56.13		56.09	56.27	56.25	56.10	
59	59.29	59.84	59.81	59.71	59.80	59.44	59.40	

表四、麵包香氣(揮發性化合物)於 GC 圖譜之波峰高度

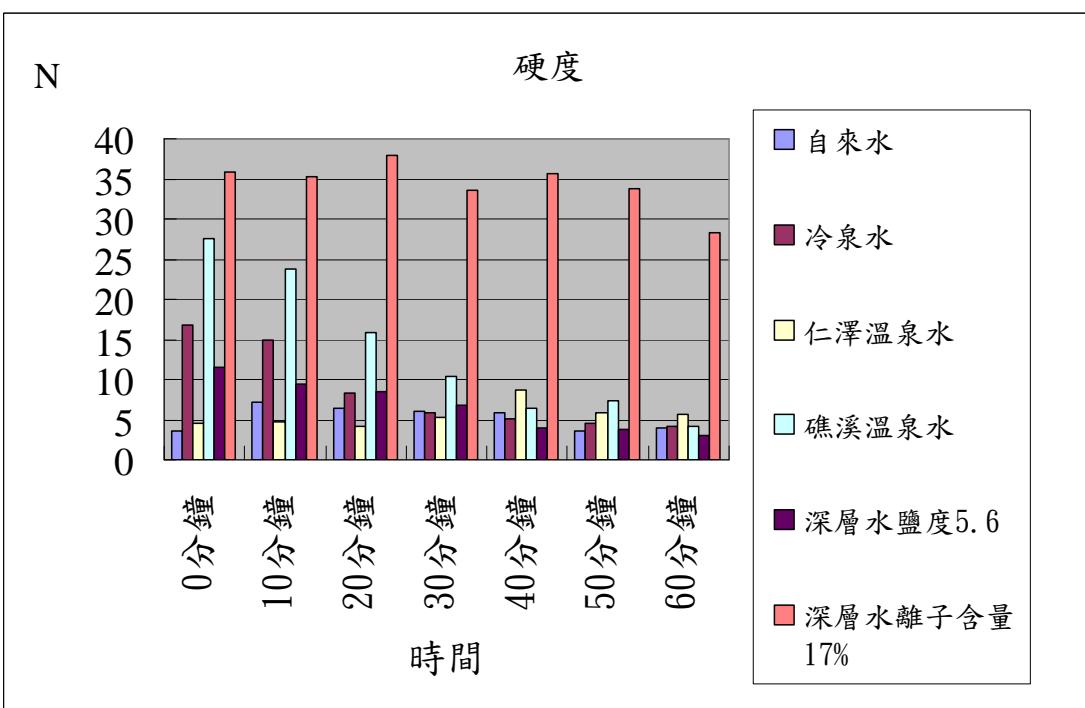
水 波峰 長度	自 來 水	純 水	蘇澳 冷泉 水	礁溪 溫泉 水	仁澤 溫泉 水	深層水 鹽度 5.6	深層水 離子含 量 17%	稀釋 深層水 鹽度 5.6
	10.85	2.11	3.98		2.94	3.42	2.15	7.95
	1.07	1.87	0.85	1.07	1.10	2.69	2.46	
	19.07	7.55			13.91	79.86	54.89	89.10
	26.69	29.37	41.68	23.86	25.20	72.38	62.37	74.86
	20.66	13.49	28.39	7.79	13.66	24.94	25.30	22.72
	36.63	30.74	72.08	23.52	30.79	47.62	61.59	48.42
	22.62	13.35	33.00	8.47	11.19	27.51	31.56	30.81
	15.36	4.98		4.13	5.68		9.80	9.68
	15.16		13.57	1.49	1.71		8.15	
		1.36	6.32	1.25	1.74		3.23	
		3.53		3.04	4.02	8.76	3.65	
	22.67	4.16	29.60	1.00	1.68	2.14	22.79	



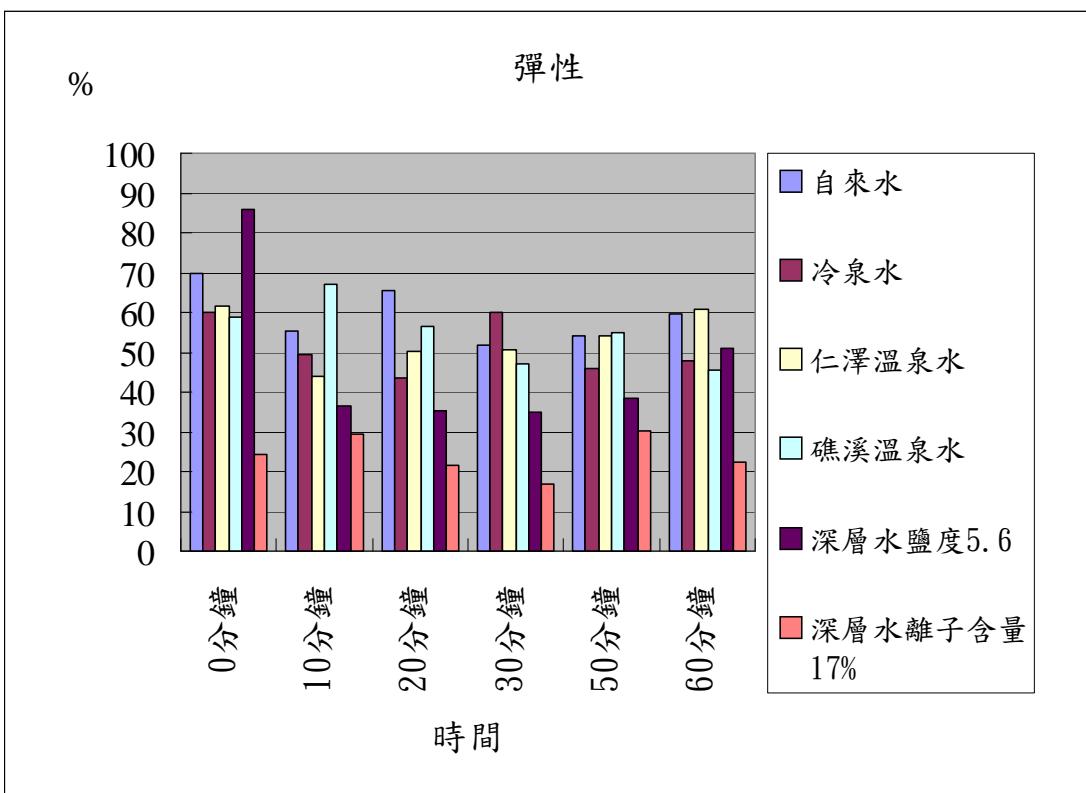
圖五、酵母泡不同的水依所泡的時間差異所測之咀嚼性



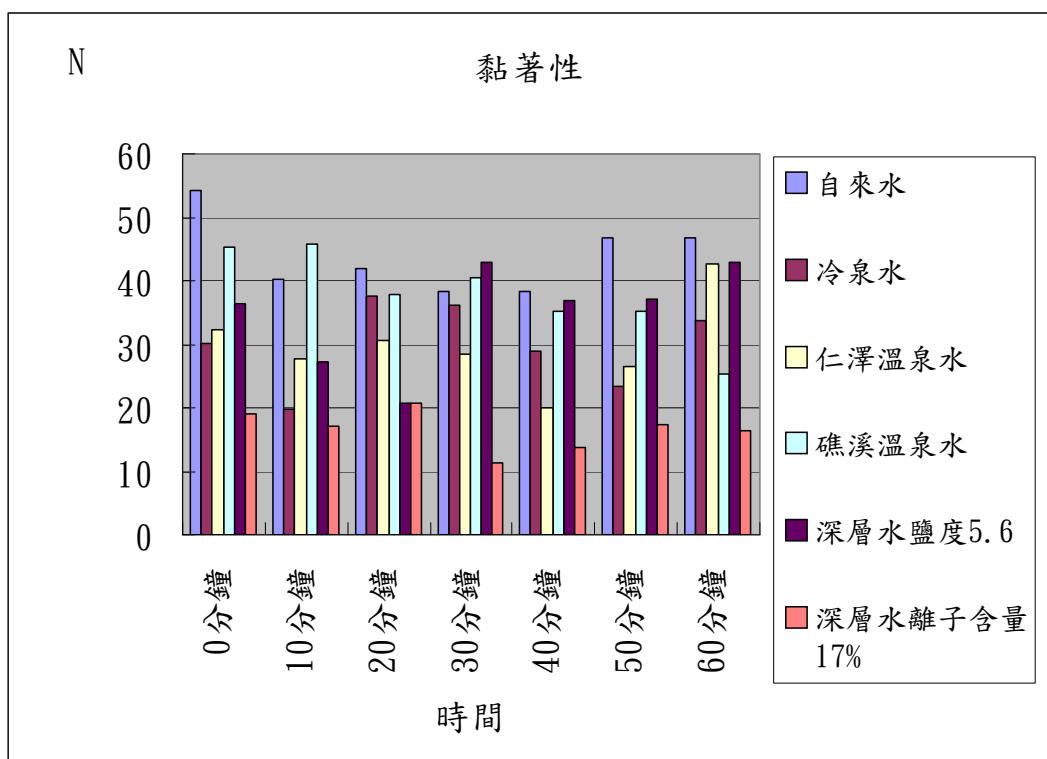
圖六、酵母泡不同的水依所泡的時間差異所測之膠強度



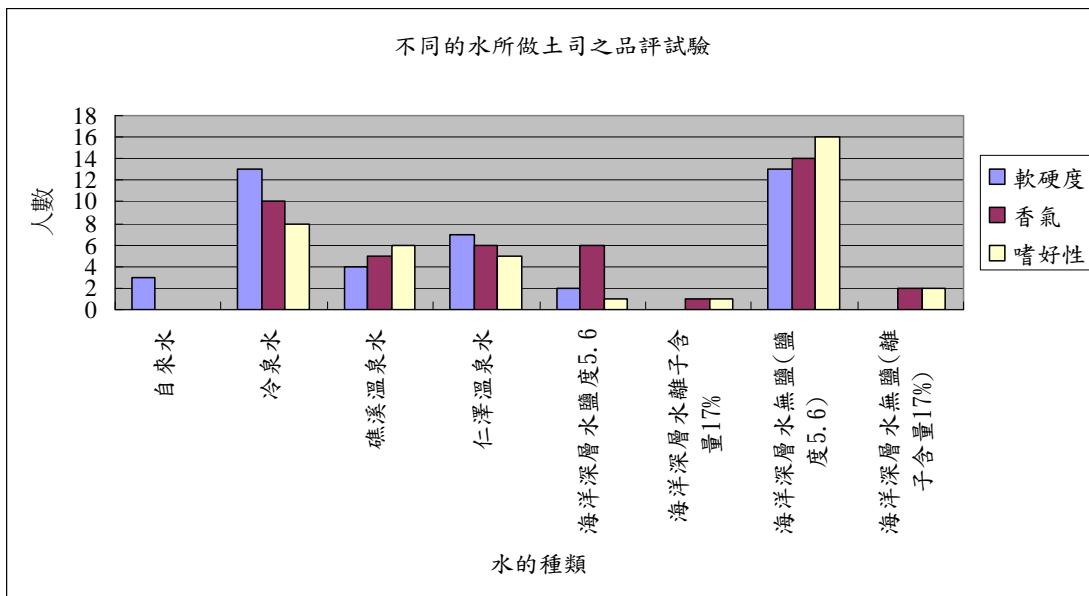
圖七、酵母泡不同的水依所泡的時間差異所測之硬度



圖八、酵母泡不同的水依所泡的時間差異所測之彈性



圖九、酵母泡不同的水依所泡的時間差異所測之黏著性



圖十、不同的水所做土司官能品評試驗統計結果

依圖五顯示，咀嚼性為礁溪溫泉水在 0 分鐘及仁澤溫泉水在 10 分鐘表現最高；圖六顯示，礁溪溫泉水在 0 分鐘及仁澤溫泉水在 10 分鐘膠強度最高；圖七顯示，硬度方面海洋深層水離子含量 17% 最高，可能是高鹽度抑制酵母菌生長，麵糰無法發酵所致；圖八顯示，0 分鐘時海洋深層水鹽度 5.6 在彈性百分比最高；圖九顯示，0 分鐘時自來水黏著性最大。

由圖十得知，在香氣、軟硬度、嗜好性方面，官能品評結果為稀釋深層水鹽度 5.6(無鹽)最高，與圖八經物性測定儀所測出之彈性一致，和表四稀釋深層水鹽度 5.6 的結果吻合。第二是蘇澳冷泉水，第三則是仁澤溫泉水。

李玫琳等 (2008) 指出，為了探討一系列的樣品品質好壞，常使用順位評分法來判斷其中最佳加工條件，並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評比。我們針對自來水、蘇澳冷泉水、礁溪溫泉水、仁澤溫泉水、海洋深層水鹽度 5.6、海洋深層水離子含量 17%、海洋深層水鹽度 5.6(配方不添加鹽)、海洋深層水離子含量 17%(配方不添加鹽)等八組製成的白土司進行官能品評，樣品數為 50 人，年齡介於 16-17 歲間，品評溫度為 20°C 左右，官能品評表設計如下：

您好!請大家經品嘗後仔細填寫表格，謝謝大家的配合。

*請依據喜好度填入 1-8 數字，8 喜愛度最高，1 喜好度最低。

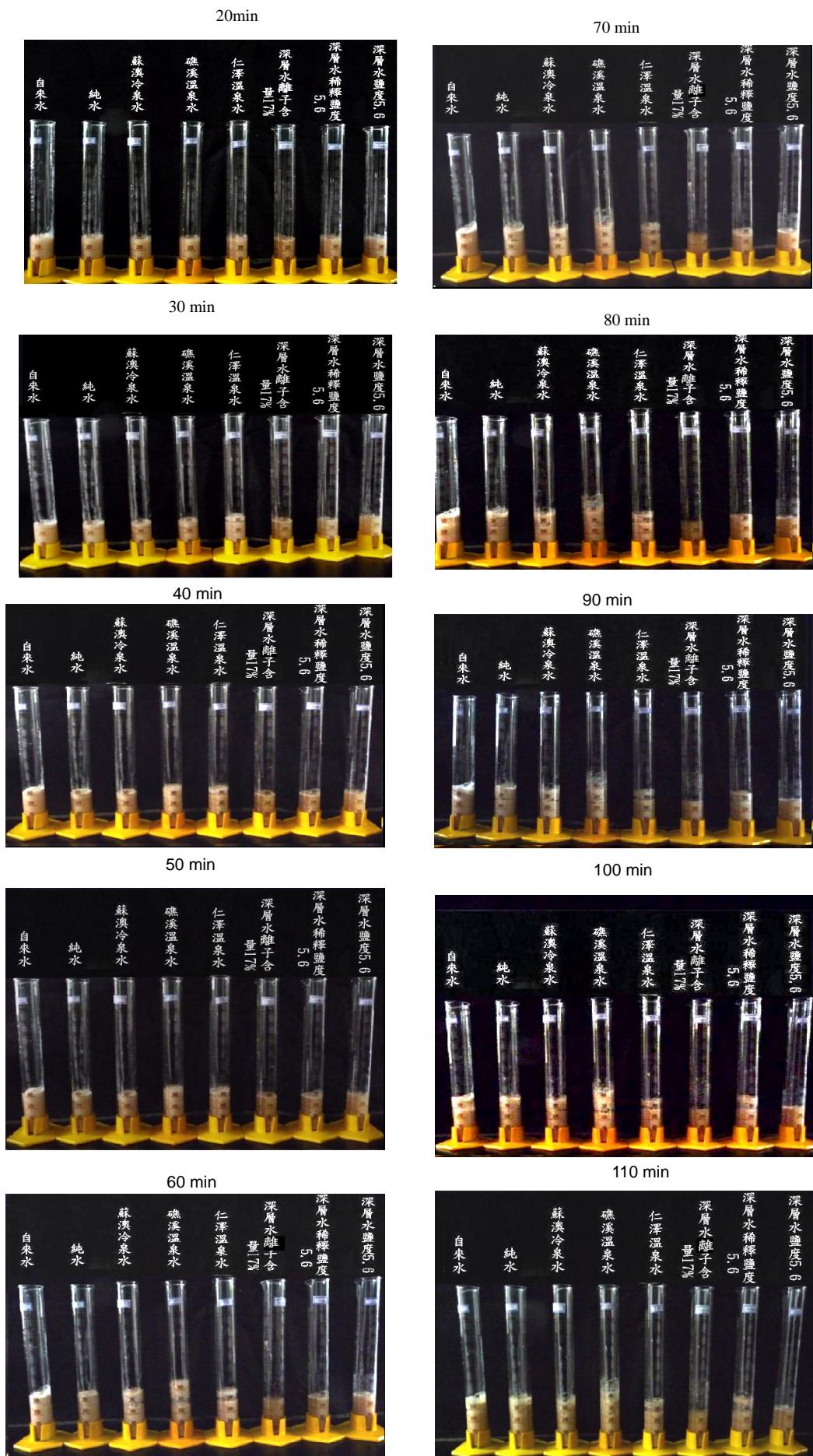
狀態 編號	口感 軟硬度	味覺 香氣	含水量	甜度	嗜好性
713					
209					
580					
464					
112					
327					
695					
974					

徐等(1997)指出，麵包酵母菌的品質好壞，以單位時間內產生二氧化碳的體積來評估，產生越多的二氧化碳，品質較佳。將麵包酵母菌浸泡在不同水 20、30、40、50、60、70、80、90、100、110 分鐘後，觀察產生二氧化碳量，結果如圖十一。以尺測量泡沫的高度如表四，可看出海洋深層水離子含量 17% 泡沫升高最少，礁溪溫泉水有明顯升高，推測礁溪溫泉水屬碳酸氫鈉泉，富含鈉、鎂、鈣、鉀、碳酸離子等化學成份都是酵母菌生長所必須之礦物質有關(徐等,1997)。徐等(1997)指出加入 1.5~2% 的鹽，對麵包製作最佳，但海洋深層水鹽度 5.6%、海洋深層水離子含量 17% 已超過甚多，對酵母菌生長有抑制作用，泡沫升高最少。圖十二結果顯示，以顯微鏡觀察酵母菌經不同水浸泡後生長情形，礁溪溫泉水及稀釋海洋深層水 5.6 浸泡的酵母菌出芽生殖較多，有助於酵母菌在麵包的發酵。經 17% 海洋深層水浸泡 50 分鐘的酵母菌，出芽生殖現象很少。

從表五得知，發現稀釋海洋深層水鹽度 5.6、海洋深層水鹽度 5.6、海洋深層水離子含量 17% 以外，其他的水在 50 分~70 分發泡最高，深層水因它所含的微量元素非常多，會抑制酵母菌發酵 (徐等,1997)，深層水稀釋鹽度 5.6 從 80 分才開始發泡，可能是酵母菌在 80 分才開始活化。

表五、不同的水與糖不同浸泡時間對酵母菌的影響

水 高度 (cm)	自來 水	純水	蘇澳 冷泉 水	礁溪 溫泉 水	仁澤 溫泉 水	深層 水 鹽度 5.6	深層 水 離子 含量 17%	深層 水 稀釋 鹽度 5.6
0min	0	0	0	0	0	0	0	0
20min	0.4	0.5	0.5	0.9	0.8	0.2	0.4	0.4
30min	0.7	0.6	0.6	1.1	1.8	0.3	0.4	0.4
40min	1.6	1.0	1.1	2.1	2.5	0.3	0.5	0.4
50min	2.3	2.3	2.8	4.1	3.2	0.3	0.5	0.4
60min	1.8	2.2	1.9	4.8	1.8	0.3	0.3	0.3
70min	2.3	2.4	1.0	3.9	2.0	0.3	0.3	0.7
80min	2.6	2.1	2.0	3.1	1.8	0.3	0.3	1.2
90min	1.6	2.0	1.9	2.6	1.9	0.5	0.3	1.6
100min	1.4	1.8	1.9	3.3	2.0	0.3	0.3	2.6
110min	1.4	1.6	1.0	2.4	1.8	0.3	0.3	2.4

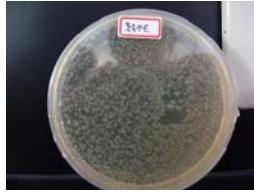
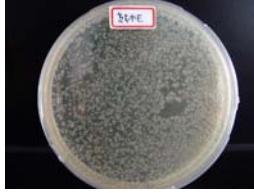
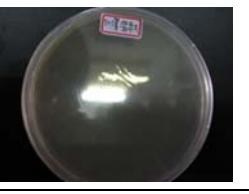
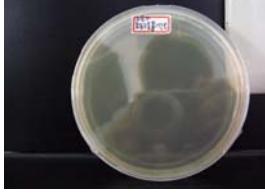
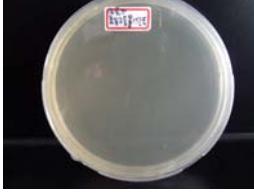
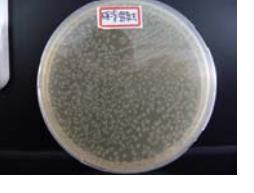
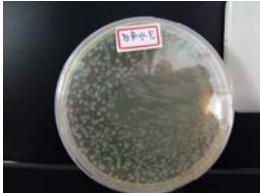
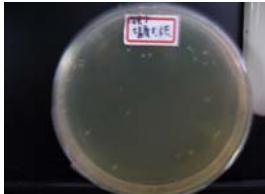


圖十一、酵母菌發泡實驗

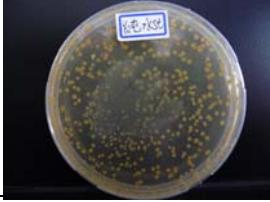
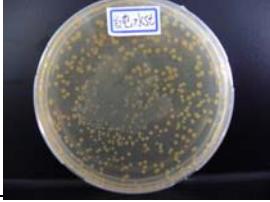
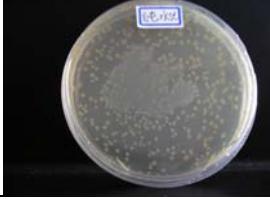
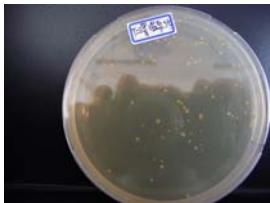
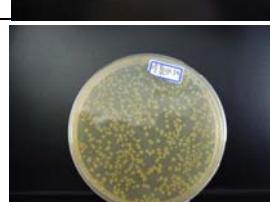
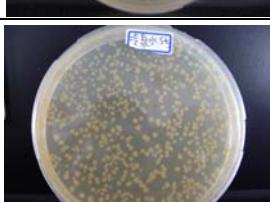
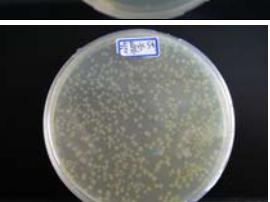
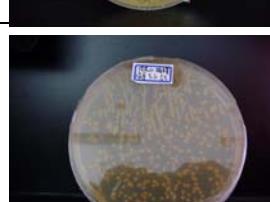
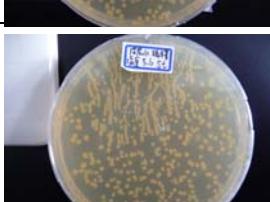
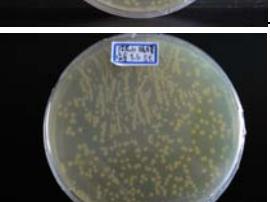
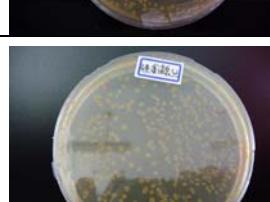
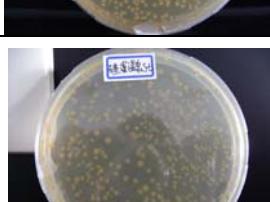
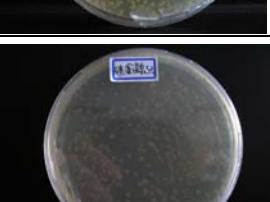
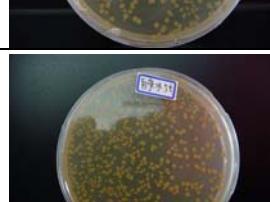
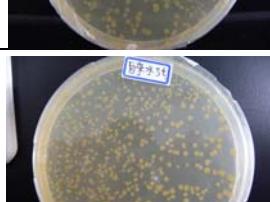
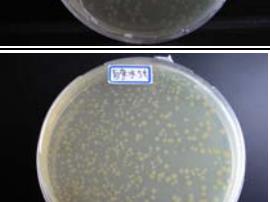
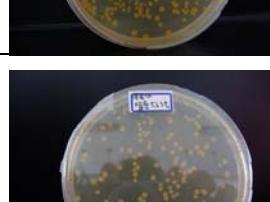
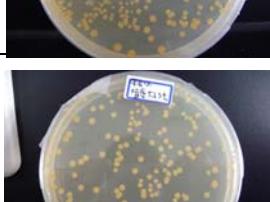
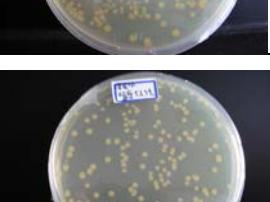
時間 水	10min	20min	30min	40min	50min
仁澤溫泉水					
礁溪溫泉水					
深層水 鹽度 5‰					
濃度 深層水 離子 17‰					
鹽度 稀釋 深層水 5‰					
純水					
冷泉水					
自來水					

圖十二、顯微鏡觀察酵母菌浸泡於不同水中生長情形

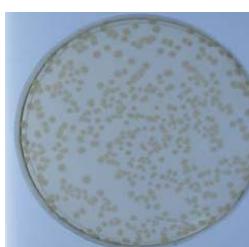
利用不同水所製成之培養基分別培養大腸桿菌 (*E.coli*)、金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 及腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 觀察其生長情形，結果如圖十三、圖十四、圖十五。圖十三結果顯示仁澤溫泉水及海洋深層水 17% 培養基沒有大腸桿菌 (*E.coli*) 菌落生成，5.6% 深層水及稀釋 5.6% 深層水培養基皆有少數菌落長出，其餘的水所製成之培養基於第一天皆有大腸桿菌 (*E.coli*) 菌落長出，沒有抑制效果。由結果得知仁澤溫泉水及海洋深層水 17% 對大腸桿菌 (*E.coli*) 具有抑制生長效果。圖十四結果顯示海洋深層水 17% 培養基金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 菌落生成很少，仁澤溫泉水培養基所生成之金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 菌落相對於其他水質所製成之培養基形成之菌落較少，其餘的水所製成之培養基於第一天皆有大量菌落長出。由圖十四結果得知海洋深層水 17% 及仁澤溫泉水對金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 有降低其生長速率，但無法抑制其生長，其餘的水皆無法降低其生長速度。圖十五結果顯示，超過 5.6% 以上之海洋深層水所製成之培養基沒有腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 菌落長出與蔡明吉、李建霖等指出相符，其餘的水雖也加入 3% 鹽所製成之培養基都有腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 菌落長出，顯示超過 5.6% 以上之海洋深層水可以抑制腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 生長，其餘的水皆無法抑制腸炎弧菌 (*V. paraheamolyticus*) 的生長。對照表二水中礦物質含量高之水質對於食品中毒細菌生長都有降低生長速度或抑制生長的效果。

	第一天	第二天	第三天
純水			
仁澤溫泉			
海洋深層 水 17%			
冷泉水			
深層水稀 釋 5.6%			
礁溪溫泉			
自來水			
深層水 5.6%			

圖十三、不同水質對大腸桿菌 (*E.coli*) 生長的影響

	第一天	第二天	第三天
純水			
仁澤 溫泉水			
深層水 離子含量 17%			
蘇澳 冷泉水			
稀釋深層 水鹽度 5.6			
礁溪 溫泉水			
自來水			
深層水 鹽度 5.6			

圖十四、不同的水質對金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 生長的影響

	仁澤溫泉水	海洋深層水 17%	冷泉水
腸炎弧菌			
深層水稀釋 5.6		礁溪溫泉水	深層水 5.6
			

圖十五、不同水質對腸炎弧菌 (*V. parahaemolyticus*) 生長的影響

陸、討論

利用不同的水探討麵包香氣的成分以及對微生物的應用，海洋深層水含微量礦物質較高，在麵包香氣上比使用自來水喜好度高，推測稀釋之深層水所含之礦物質可影響麵糰發酵及烘焙時之梅納反應 (maillard reaction)，促進麵包風味之形成，本研究亦證實，從表四泡沫高度及圖十一泡沫生成情形和圖十二顯微鏡下酵母菌生長情形，得知稀釋深層水可促進酵母之生長繁殖，但隨著礦物質及鹽度的提高，酵母生長繁殖之活性略有降低，對應於土司揮發性化合物之含量與種類是影響麵包揮發性風味之重要因素。從 GC 氣相層析儀的分析，在同一時間出現的波峰高度愈高，所含的香氣化合物含量高。麵包產生之揮發性氣味，有醇類 (alcohols)、醛類 (aldehydes)、酸類 (acids) 及酮類 (ketones) 等化合物，這些揮發性氣味主要來自麵粉及添加物之風味、酵母發酵之產物及烘焙後產生之梅納反應 (maillard reaction)，而本專題以固相微量萃取方法所得之揮發性成分，經參考文獻 (Ruiz et al, 2003) 及比對滯留時間，可能之揮發性化合物以 Furfural、Benzaldehyde、2-Nonenal、2,4-Decadienal、乙醇 (ethanol) 及醋酸 (acetic acid) 為主；其中 Furfural 為六碳糖 (hexose) 於酸性環境下，高溫脫水分解而形成的，為麵包普遍存在之香味物質，而 Benzaldehyde 杏仁味，亦為梅納反應之產物；2-Nonenal 之甜瓜味及 2,4-Decadienal 之油味皆可能來自油脂高溫裂解之產物，而乙醇 (ethanol) 及醋酸 (acetic acid) 為酵母菌發酵之產物，由於麵包揮發性成分相當複雜，後續將持續探討麵包風味形成之機制及分析方法。

黴菌的生長受水分、溫度、光度等因素的影響，本次實驗控制在溫度 28.5°C，濕度 75% 的發酵箱中進行，含鹽量較高的海洋深層水可延緩黴菌生長之速度，但無法抑制其生長。

酵母菌的成長受到環境中溫度、pH 值、礦物質等因子的影響。本實驗產生泡沫多寡與水中礦物質含量有關，由圖七得知，17% 海洋深層水中礦物質含量較高對酵母菌的生長有影響，在彈性表現最不佳，對麵包製作較為不利。但鹽度較低的 5.6% 海洋深層水有最佳的彈性及官能品評最佳接受度，是可以嘗試開發此類產品。

本實驗利用不同水質對常見食物中毒菌的影響，從圖十三、十四得知仁澤溫泉水對於大腸桿菌 (*E. coli*) 的抑制效果較佳，大腸桿菌 (*E. coli*) 適合生長的 pH 值的範圍為 6~7，仁澤溫泉的 pH 值在 8.4，大腸桿菌 (*E. coli*) 無法生長，黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 因 pH 值的範圍在 7.0~7.5，抑制效果比大腸桿菌 (*E. coli*) 差，其他可能是水中含有其他離子或是微生物代謝產物所造成，將待將來再進一步探討。腸炎弧菌 (*V. parahaemolyticus*) 適合 pH 值的範圍 7.5~8.5 之間，NaCl 範圍為 2~3 %就可生長，除海洋深層水離子含量 17% 外，所有水皆生長。另發現海洋深層水對此三種菌都有抑制或降低生長速率的情形。從表一得知鈉離子等鹼性離子含量高之水質對食物中毒菌有抑制效果，但碳酸泉等酸性水質對食物中毒菌較無抑制效果。

本實驗以自來水為對照組，部分鹽度較高水質可延長麵包發黴時間及殺菌效果，如何利用這些水的優點並發展成一般大眾都能接受之健康食品，如鹽度降低適合腎臟病人可食用之麵包等，甚至利用這些水質的特性，在食用後亦可抑制腸胃中幽門桿菌之生長，將是再進一步研究的課題。

柒、結論

- 一、海洋深層水有延緩黴菌生長之速度。
- 二、稀釋鹽度 5.6 海洋深層水有最佳的彈性及官能品評最佳接受度。
- 三、適量提高礦物質及鹽度可促進酵母之生長繁殖及麵糰之發酵和烘焙時之梅納反應 (maillard reaction)，進而促進麵包風味之形成。
- 四、海洋深層水對食物中毒菌生長具有抑制效果。
- 五、鹼性離子含量高之水質對食物中毒菌較有抑制效果，但碳酸泉等酸性水質對食物中毒菌較無抑制效果。

捌、參考資料及其他

謝誌

- 1.感謝國立澎湖科技大學食品科學系張弘志教授實驗室協助物性測定儀與物理性的分析進行。
- 2.感謝國立澎湖科技大學食品科學系邱采新教授實驗室協助腸炎弧菌研究之進行。
- 3.感謝國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系吳友平教授實驗室協助 GC/MS 氣液相層析-質譜儀與成分分析進行。

- 4.感謝經國管理暨健康學院食品保健系蔡政融講師協助 GC 氣相層析儀與成分分析進行。
- 5.感謝台灣自來水公司第八區管理處檢驗室技術士朱緯廷先生協助感應耦合電漿質譜儀水質分析測定。
- 6.感謝財團法人石材暨資源產業研究發展中心免費提供海洋深層水及相關資料。
- 7.感謝林務局羅東林區管理處提供仁澤溫泉水。

參考文獻

- 1.維基百科，
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%98%87%E6%BE%B3%E5%86%B7%E6%B3%89>
- 2.曾長生（1978）宜蘭縣清水及土場地區地質及地熱產狀，台灣石油地質，第十五號，第 11~23 頁。
- 3.張麗旭(1974)臺灣變質區第三系基於小型有孔蟲之生物地層學研究，中國地質學會會刊；第 17 號，第 85-93 頁。
- 4.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論文。111 頁。屏東縣。
- 5.徐華強等(1997)實用麵包製作技術。中華穀類研究所。197-207 頁，臺北縣。
- 6.李玫琳等(2008)食品化學與分析II。復文書局。191-192 頁，臺南市。
- 7.蔡明吉、李建霖等 <http://aqua.nvri.gov.tw/disSheet.aspx?id=vN4STCohyx4%3D>。
- 8.梅納反應機制：
http://web.archive.org/web/20041029235215/http://www.agsci.ubc.ca/courses/fnh/410/colour/3_82.htm
- 9.仁澤溫泉水 <http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=9290>
- 10.礁溪溫泉 <http://www.wintimes.com.tw/play/207/262/262-1-1.htm>
- 11.深層水 <http://www.t-deepsea.jp/taiwan/jiten1.html>，
<http://www.taiwanyes-dow.com.tw/ch/index.html>
12. Ruiz J. A., Quilez J. , Mestres M. , and Guasch J. 2003. Solid-Phase Microextraction Method for Headspace Analysis of Volatile Compounds in Bread Crumb. Cereal Chem. 80(3):255–259.

【評語】091403

1. 說明書資料詳盡，能充分瞭解使用引用文獻。
2. 能善用鄉土試驗材料進行研究分析。
3. 圖表數據宜加強統計分析。
4. 能善用校外資源。
5. 酵母菌生長觀察宜量化。