

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

化學科

科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：均衡一下

關鍵詞：酸鹼中和、酸鹼溶液、分解者

編號：080209

學校名稱：

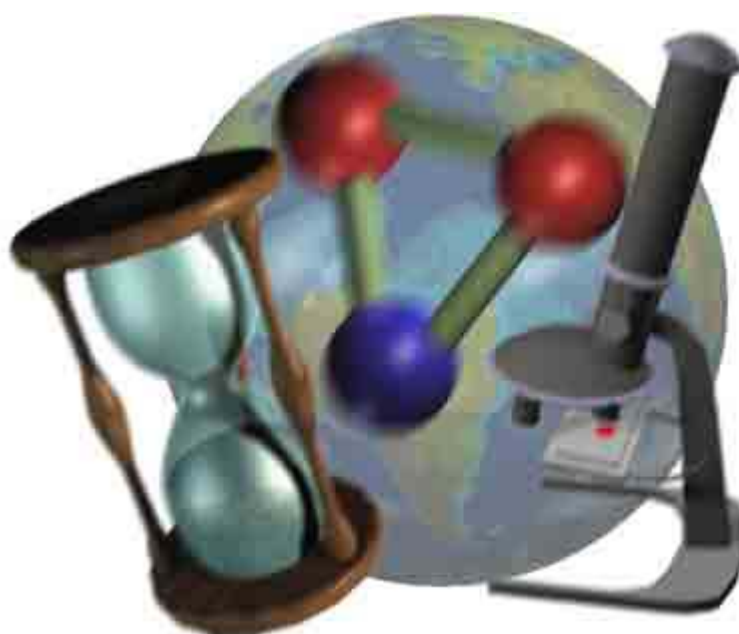
台中縣東平國民小學

作者姓名：

徐孟筠、陳伯瑞、文姿云

指導老師：

林淑芳、莊秋蘭



摘要

此研究結合「酸鹼溶液」與「分解者」的科學概念，目的在探討酸鹼中和溶液對自然環境（以黴菌作為環境指標）之影響。過程採用 pH 測定儀及自製滴定器進行實驗，並兼顧質性（觀察討論）與量化（實驗計算數值）之研究方法。

研究先蒐集生活常用溶液，檢驗其酸鹼特性；並探討不同濃度溶液之 pH 值變化；且採酸鹼滴定方式，認識酸鹼中和反應；再比較中和前、後的溶液對黴菌之影響，最後找出黴菌存活之最佳鹽類溶液。

研究發現：（1）食用溶液多為酸性溶液，洗潔用品多呈弱酸性，而洗廁劑是強酸，但其他清潔劑多為鹼性溶液。（2）加水稀釋後，研究樣本的酸性溶液之 pH 值變化較明顯。（3）清潔劑易影響黴菌之存活與分解功能，但與洗廁劑中和後會改善此現象。（4）不同的酸鹼劑量比例之鹽類溶液，對黴菌之存活與分解功能助益不同。最後研究建議，適宜的「均衡」酸鹼液，是能提高環境中黴菌分解者之功能。

壹、研究動機

當 BTB 加入各種透明溶液時，鮮豔的顏色變化，讓溶液的酸鹼性質原形畢露了 - 這是我們四年級的科學經驗；而五年級的科學課程更讓我們學習到酸鹼溶液的有趣特性；只是，有些書籍卻也提到溶液的酸鹼性質，是會影響人類的生活環境。因此，我們不禁好奇的想，當「酸」遇上了「鹼」，到底會擦出什麼樣的火花？而這樣的化學變化有什麼樣的特色？對我們的生活環境有何影響或幫助？

貳、研究目的

研究欲先分析、了解生活中常見用品溶液之酸鹼特性及濃度；並透過酸鹼滴定方式，了解酸鹼中和反應與產物，再進而探討已經由酸鹼中和處理後的溶液，是否會改變對生活環境之影響。依此目的，設計四大研究主題：

1. 生活用品溶液之酸鹼特性
 - （1）挑選溶液樣本 - 生活用品溶液。
 - （2）測試溶液樣本之酸鹼性質。
 - （3）檢驗溶液樣本之酸鹼強度。
 - （4）呈現溶液樣本之 pH 值指標。
2. 不同濃度的生活用品溶液之酸鹼強度
 - （1）調配不同濃度的溶液樣本。
 - （2）比較不同濃度的溶液樣本之酸鹼強度變化。
3. 不同生活常見溶液的酸鹼中和情形與反應後產物
 - （1）實作「酸鹼滴定」，以了解酸鹼中和反應與酸鹼變化情形。
 - （2）探討「酸鹼中和」產物之蒸發情形與結果。
4. 酸鹼中和溶液對生活環境（指標樣本 - 黴菌）的影響情形
 - （1）觀察溶液樣本之酸鹼性質對黴菌存活與分解之影響。

- (2) 觀察酸鹼中和的溶液樣本對黴菌存活與分解之影響。
- (3) 探討適宜黴菌存活與分解的酸鹼中和之量化比例。

參、研究設備及器材

一、研究採用之設備

研究需求的兩項主要設備如下介紹說明：

1. pH 值測定儀

為使溶液之酸鹼強度較準確，實驗採用一台 pH 值測定儀，測量溶液之酸鹼強度；此儀器操作前需視當天氣溫，配合校正液（pH = 4；pH = 7）作校正的工作，方能降低實驗的誤差。

2. 酸鹼中和滴定實驗的設備

(1) **滴定器**：利用「滴管 (A)」(拿掉橡皮乳頭) 連接醫學用點滴的「橡皮管 (B)」及測定液體流量的「控制器 (C)」。
各零件用途：

- I. 滴管 (A) - 裝盛滴定劑，並可計量滴定劑體積量。
- II. 橡皮管 (B) - 可連接「滴管 (A)」和「控制器 (C)」，但不宜過長以免阻礙溶液滴定之順暢。
- III. 控制器 (C) - 控制滴定劑滴定之速度，且控制每一滴溶液量；此會比滴管較準確控制滴定量。

(2) **固定架**：可架住滴定器，方便操作與觀察酸鹼中和之實驗過程。

二、研究使用之器材

整理研究使用的器材，於下分別依照實驗項目介紹：

1. 實驗選用測試酸鹼之溶液樣本（見表一）

2. 實驗器具

- (1) 測試溶液酸鹼器具：石蕊試紙、pH 值測定儀。
- (2) 用以調配/中和溶液器具：60ml 塑膠瓶、濾紙、漏斗、玻棒、250ml 燒杯、50ml 量筒、滴管、滴定器、固定器、夾子。
- (3) 蒸發鹽類溶液器具：酒精燈、三角架、陶瓷纖維網、鐵盒。
- (4) 飼養黴菌器具：塑膠盒、白土司、鑷子、塑膠手套、口罩。

表一：實驗溶液樣本

. 食用溶液		. 清潔劑		. 洗潔用品	
代號	物品名稱	代號	物品名稱	代號	物品名稱
-1	香油	-1	漂白水	-1	海倫仙度絲洗髮精
-2	烏醋	-2	廁所清潔劑	-2	海倫仙度絲潤髮乳
-3	麻油	-3	便前芳香劑	-3	菲蘇德美沐浴乳
-4	醋	-4	廚房清潔劑	-4	薑的軍沐浴乳
-5	雀巢檸檬茶	-5	洗衣精	-5	潘婷洗髮精
-6	香醋	-6	玻璃清潔劑	-6	絲逸歡洗髮精
-7	醬油	-7	洗碗精	-7	沙宣洗髮精

-8	米酒	-8	地板清潔劑	-8	多芬沐浴乳
-9	波蜜果菜汁	-9	洗廁劑	-9	花王潤髮乳
-10	即溶咖啡			-10	洗手乳
-11	立頓紅茶				

總計 (種)	11	9	10
--------	----	---	----

肆、研究方法與過程

(一) 各項研究方法說明

研究主要採用的方法可由下述幾項研究主題說明：

(一)、 測試溶液之酸鹼性質

採用紅色與藍色石蕊試紙，測試溶液樣本的酸鹼性，有些黏稠度高的樣本，實驗時需慢慢讓試紙沾上溶液，並拭去多餘的黏稠液體，然後再觀察試紙之顯色情形。

(二)、 測試溶液之酸鹼強度

採用 pH 值測定儀測量溶液樣本的酸鹼強度，紀錄其 pH 值。但考量儀器之使用說明，提及過於黏稠與滑膩的溶液，不適宜測試，研究便捨棄這部分樣本。

(三)、 酸鹼中和實驗

採用自製滴定器進行酸鹼滴定實驗，藉此控制酸鹼溶液量，且觀察酸鹼強度之變化。此滴定方法有幾項前置準備的部分：

(1) 滴定器的滴管標有一刻度(見右圖甲：紅色圓圈內的綠標)，代表可裝 5 毫升的滴定劑。

(2) 控制器的轉輪處標有一刻度(見右圖乙：紅色圓圈內的綠標)，代表可控制滴定量 - 實驗估計 5 毫升的滴定劑共可產生約 61 滴溶液滴數，即每一滴溶液約 0.08 (5/61) 毫升的滴定劑。

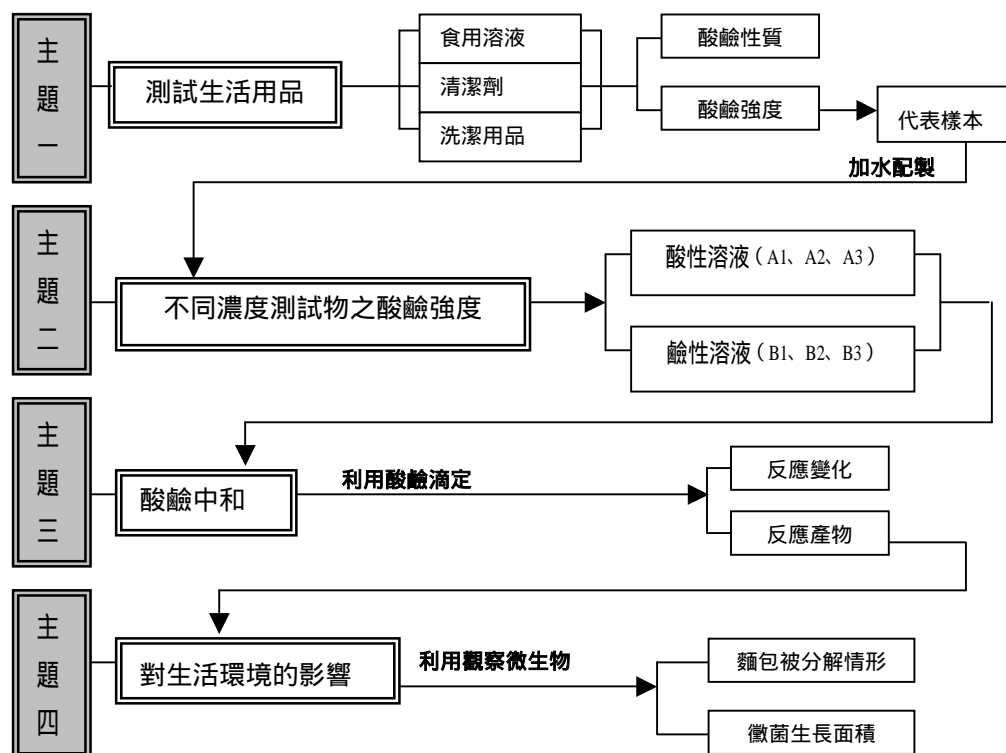
(四)、 溶液對生活環境的影響情形 - 觀察黴菌之生存與分解功能

人類生活的「環境」包含了生物與非生物，在這之間有個很重要的橋樑，就是「分解者」- 微生物。很多參考資料皆提到微生物對生活環境的貢獻，像目前國內的水質控制管理(如：糞水池、污水處理場)皆已充分利用微生物功能改善水質；因此我們決定以方便觀察的「黴菌」(真菌微生物)作為生活環境之指標(見附件二、三)。

因此設立此研究假設 - 「當黴菌之生長面積越大，麵包面積變小速率越快，則表示該溶液之酸鹼環境可適宜微生物生存，且表示此溶液應不會破壞人類的生活環境(不影響分解者之分解功能)」。我們以白土司飼養黴菌，置於透明觀察盒內，進行兩部分觀察，其一是「麵包面積的變化」，作為黴菌分解速率的分析；其二是「黴菌面積的變化」，作為黴菌存活繁殖的分析。

（二）研究過程

依據研究目的，再參考已學習過的科學概念以及相關資料，形成此研究的架構流程圖（見圖一）。



圖一：研究架構流程圖

伍、研究結果與討論

（一）研究一：生活用品溶液之酸鹼特性

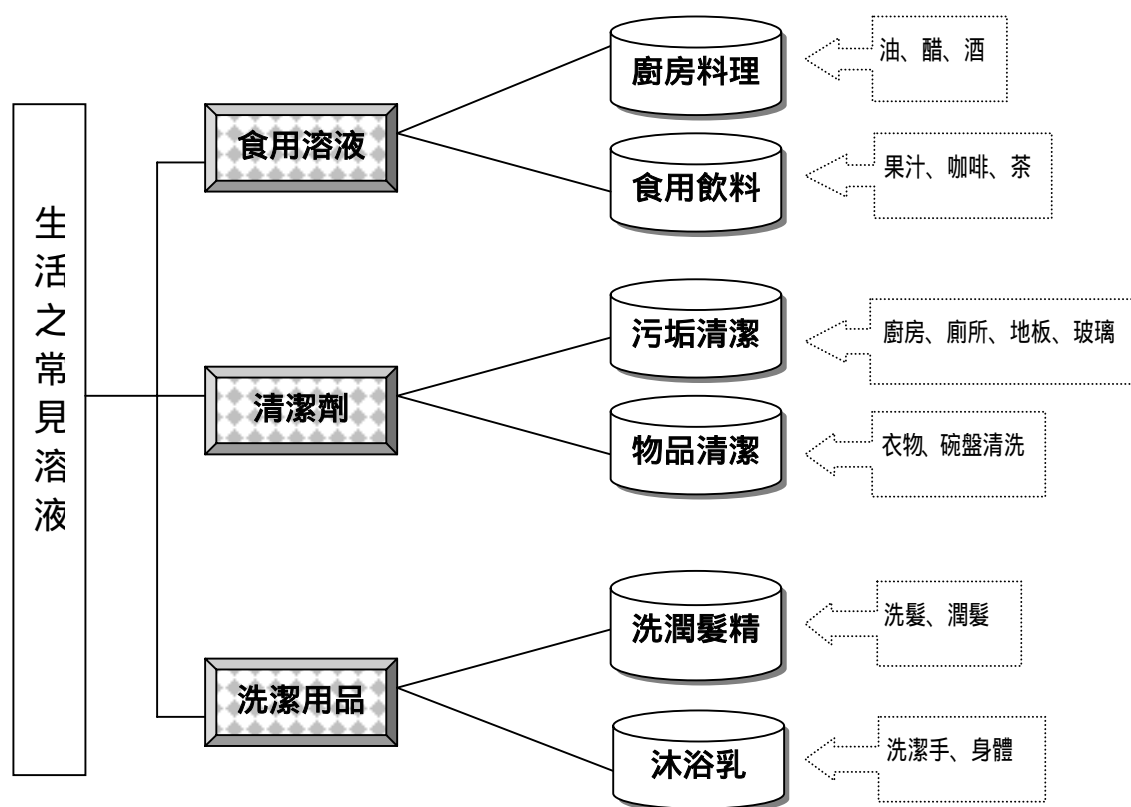
1. 挑選溶液樣本

（1）構想與討論

科學之所以有趣，在於它與我們的生活息息相關；因此從生活週遭，容易取得且常見的用品進行搜尋，挑選溶液樣本；討論結果發現，生活常見溶液普遍活躍於家裡廚房、廁所與浴室場所。因此可從與「食用相關的溶液」、「廚房及廁所場所清潔溶劑」以及「浴室洗潔用品」三方面條列、蒐集可供測試酸鹼性質的溶液（見表一）。

（2）結果

我們總共找到 30 種溶液，分成「食用溶液」、「清潔劑」及「洗潔用品」三類別（見圖二）。樣本的名細分類情形呈現於表一。



圖二：研究蒐集的溶液樣本之分類

2. 測試生活中常見用品溶液之酸鹼性質

(1) 實驗方法與過程

研究選用藍色與紅色石蕊試紙，分別測試實驗樣本的酸鹼性質。過程如下：

先將實驗樣本分成「食用溶液」、「清潔劑」以及「洗潔用品」

分別將三大類別的溶液裝入 60ml 透明塑膠瓶內，分箱放置。

再一一取樣以紅色及藍色石蕊試紙檢驗酸鹼性質，並且紀錄。

(2) 結果

試紙檢驗酸鹼之顯色結果呈列於表二，其說明於下：

食用溶液皆使試紙呈現紅色反應，代表屬於酸性。

清潔劑則多為鹼性，試紙呈現藍色反應，只有洗廁劑以及便前芳香劑呈紅色；參考樣本包裝之成分說明，我們發現前者成分含混合酸，後者含檸檬酸，也因此為酸性溶液。

洗潔用品的試紙顯色較不明顯，洗髮、潤髮及沐浴乳皆使試紙呈現淡紅色，代表弱酸性，只有洗手乳未能使紅、藍試紙變色，推測應該為中性。

表二：溶液樣本的酸鹼性質與濃度

溶液樣本之酸鹼測定			
溶液類別	酸鹼性質		酸鹼強度 (PH 值)
	藍色石蕊試紙	紅色石蕊試紙	
食用溶液	-1 香油	R	-
	-2 烏醋	R	-
	-3 麻油	R	-
	-4 醋	R	-
	-5 雀巢檸檬茶	R	3.06 ^{A3}
	-6 香醋	R	-
	-7 醬油	R	-
	-8 米酒	R	4.48 ^{A4}
	-9 波蜜果菜汁	R	3.05 ^{A2}
	-10 即溶咖啡	R	4.82 ^{A7}
	-11 立頓紅茶	R	4.55 ^{A5}
清潔劑	-1 漂白水	B	10.41 ^{B1}
	-2 廁所清潔劑	B	7.60 ^{B5}
	-3 便前芳香劑	R	4.80 ^{A6}
	-4 廚房清潔劑	B	9.83 ^{B2}
	-5 洗衣精	B	-
	-6 玻璃清潔劑	B	8.79 ^{B3}
	-7 洗碗精	B	-
	-8 地板清潔劑	B	8.75 ^{B4}
	-9 洗廁劑	R	1.02 ^{A1}
洗潔用品	-1 海倫仙度絲洗髮精	R	-
	-2 海倫仙度絲潤髮乳	R	-
	-3 菲蘇德美沐浴乳	R	-
	-4 薑的軍沐浴乳	R	-
	-5 潘婷洗髮精	R	-
	-6 絲逸歡洗髮精	R	-
	-7 沙宣洗髮精	R	-
	-8 多芬沐浴乳	R	-
	-9 花王潤髮乳	R	-
	-10 洗手乳	B	7.10

註：1. R 表示試紙呈現紅色，B 表示試紙呈現藍色。

2. 酸鹼強度一欄「-」表示該溶液過於黏稠或滑膩，無法使用儀器檢驗。

3. A1 代表實驗溶液中的最強酸，A2 代表第二強酸 依此類推。

4. B1 代表實驗溶液中的最強鹼，B2 代表第二強鹼 依此類推。

3. 檢驗溶液樣本之酸鹼強度

(1) 實驗方法與過程

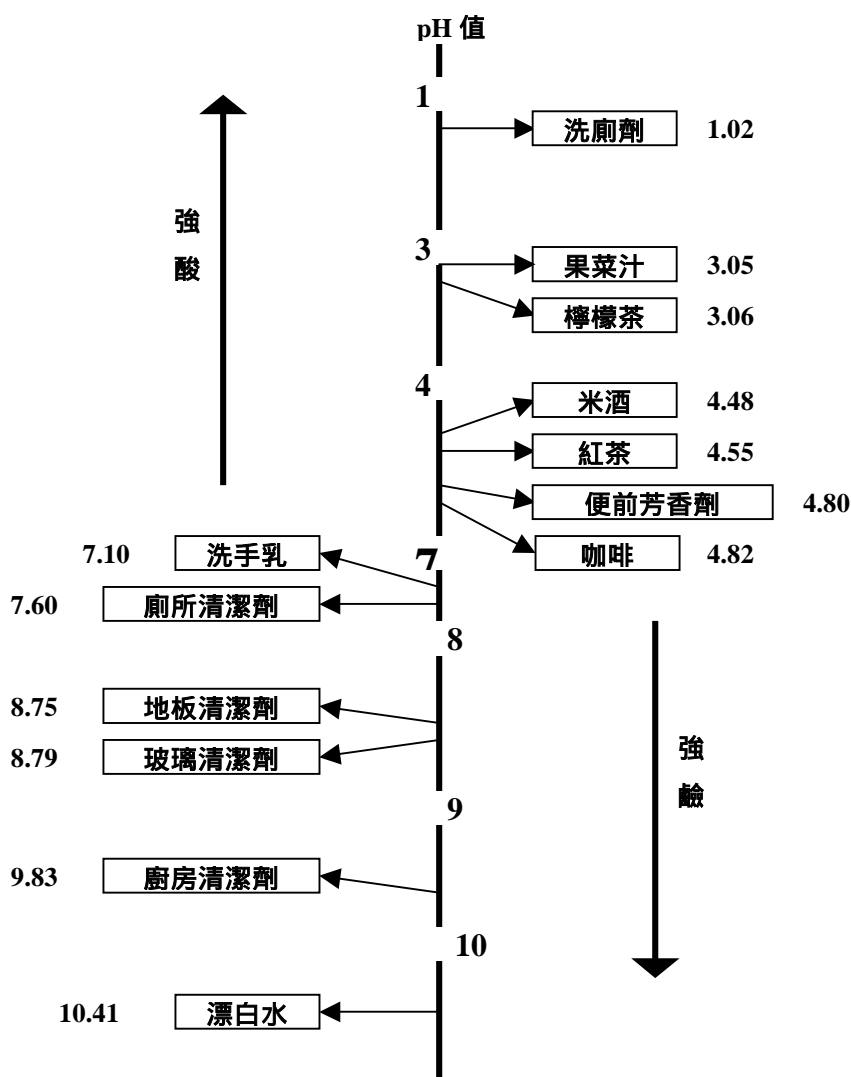
研究使用 pH 值測定儀測試溶液樣本的 pH 值；該儀器設備已於『研究設備及器材』說明。

(2) 結果

- I. 酸性溶液中，最強酸為常用以刷洗馬桶的洗廁劑；果菜汁與檸檬茶的酸性僅次於後，兩者的 pH 值頗為接近；酸性排序接著是米酒、便前洗廁劑、咖啡及紅茶，後兩者是常食用的飲料，其 pH 值也很接近。
- II. 鹼性溶液中，最強鹼為大家非常熟悉，近來應用於防患 SARS 病毒的漂白水，緊接著是一連串生活居家常用以清理污垢的清潔劑，鹼性強度依序為廚房清潔劑、地板清潔劑、玻璃清潔劑以及廁所清潔劑。

4. 呈現生活中常見用品溶液之酸鹼指標

整理上述實驗結果，將溶液樣本之酸鹼特性表現於圖三，以供學習酸鹼溶液的同學或未來研究者的參考。

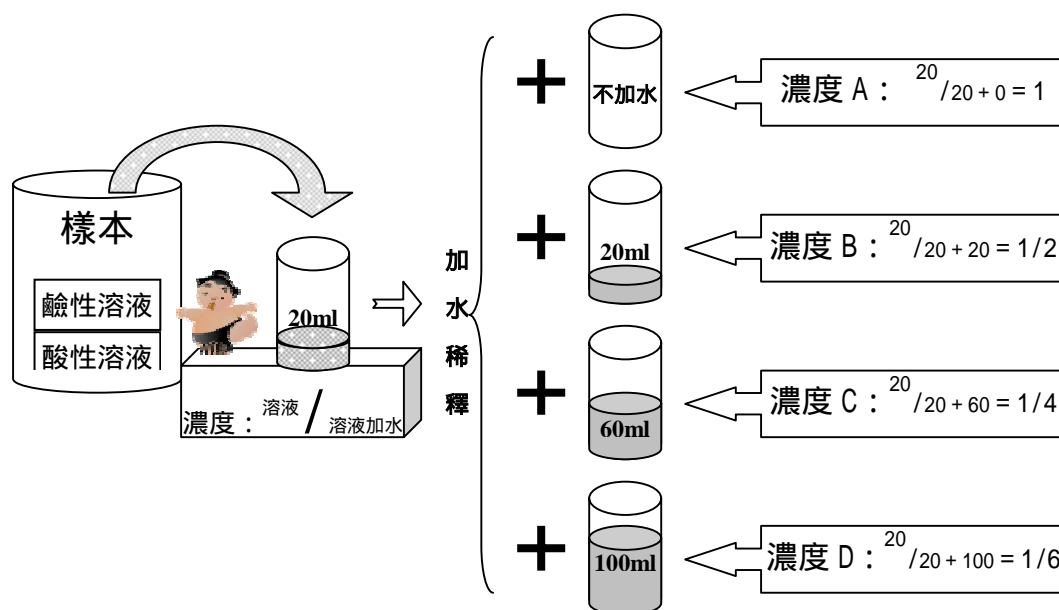


圖三：溶液之酸鹼強度指標

(二) 研究二：不同濃度的生活用品溶液之酸鹼強度

1. 調配不同濃度的溶液樣本

參考『研究一』，依照溶液酸鹼強度，挑選五項酸性溶液（洗廁劑、果菜汁、檸檬茶、米酒、紅茶）與四項鹼性溶液（漂白水、廚房清潔劑、玻璃清潔劑、地板清潔劑）做為此研究之樣本。以加水稀釋的方式進行溶液濃度的調配，溶液濃度大小依序為 $A > B > C > D$ 。



圖四：溶液樣本濃度之調配過程與結果

2. 比較不同濃度的生活用品溶液之酸鹼強度

(1) 實驗方法

依照圖四的方式調配溶液樣本的濃度，再以 pH 值測定儀 檢驗不同濃度溶液樣本的 pH 值。

(2) 結果

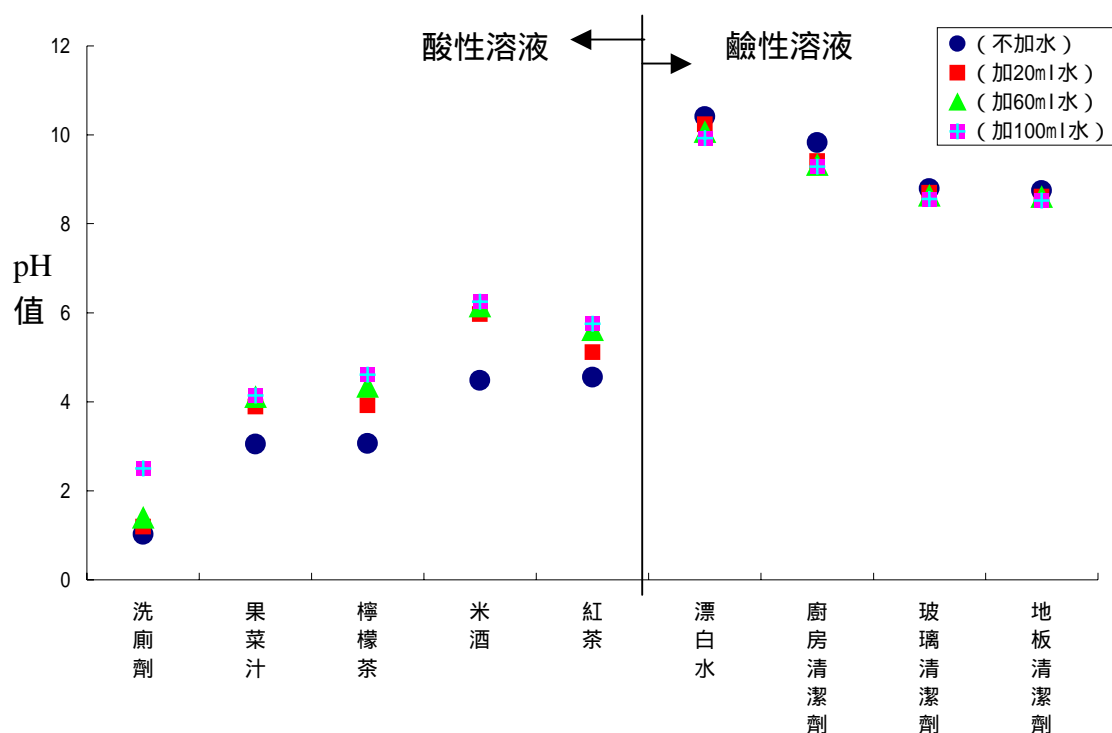
研究檢驗結果呈現於表三。A 濃度代表原店售罐裝溶液之濃度，B、C 和 D 濃度則分別再加 20、60 和 100ml 水稀釋後的濃度。

表三：不同濃度之溶液樣本的 pH 值

溶液樣本		A 濃度	B 濃度	C 濃度	D 濃度	代碼
		(不加水)	(加 20ml 水)	(加 60ml 水)	(加 100ml 水)	
酸性溶液	洗廁劑	1.02	1.19	1.39	2.50	A1
	果菜汁	3.05	3.89	4.10	4.14	-
	檸檬茶	3.06	3.92	4.33	4.61	-
	米酒	4.48	5.97	6.13	6.25	A2
	紅茶	4.55	5.11	5.60	5.75	-
鹼性溶液	漂白水	10.41	10.24	10.06	9.93	B1
	廚房清潔劑	9.83	9.41	9.32	9.29	B2
	玻璃清潔劑	8.79	8.70	8.63	8.56	B3
	地板清潔劑	8.75	8.61	8.60	8.53	-

為呈現溶液樣本隨著濃度降低，pH 值改變的情形，將表三中 B、C 和 D 溶液濃度之 pH

值的變化（與 A 濃度比較）以圖五表現。



圖五：不同濃度之溶液樣本的 pH 值變化圖

上圖五中的「點」代表溶液之酸鹼強度，每一項溶液皆有四個點，分別是濃度 A、B、C 和 D 的 pH 值。研究發現：

1. 所有溶液樣本加水稀釋後的 pH 值皆有改變，其中酸性溶液的酸性強度改變情形較明顯，尤其是「洗廁劑」、「檸檬茶」和「米酒」，這三項溶液加水後的 pH 值升高較多；而鹼性溶液則較不受濃度降低而改變其鹼性強度。
2. 此實驗結果發現，生活常用的清潔劑即使加水稀釋，鹼性強度並不明顯降低；倘若清潔劑會破壞環境中微生物的分解功能，則稀釋清潔劑的方法顯然不足以改善。
3. 此外，表三中右欄的「代碼」即是研究三、四的實驗樣本。樣本挑選的原因與依據於下：
4. 考量研究四目的 - 探討酸鹼中和後的溶液是否能降低對分解者的傷害，因此以可能會破壞為生物的清潔劑為主。
5. 飲料溶液不宜久置，易發霉；無法作為研究四的實驗樣本（見附件）。
6. 玻璃與地板清潔劑的 pH 值雖相近，研究考量生活中前者比後者的使用率高，因此決定捨棄地板清潔劑。

（三）研究三：不同溶液的酸鹼中和情形與反應後產物

1. 了解酸鹼中和的反應與酸鹼強度的變化

（1）實驗方法與過程

參考『研究二』挑選樣本，含酸性溶液 A1 和 A2，及鹼性溶液 B1、B2、B3（見表三）。實驗採用自製滴定器（見研究設備）以「酸鹼滴定」方式（見研究方法）進行酸鹼中和，並紀錄 pH 值的變化。且為後續『研究四』的需求 - 「降低清潔劑對微生物的傷害」及「觀察中和

溶液對黴菌之影響」，此實驗有幾項考量與目的：

- I. 決定以鹼性溶液作為「被滴定劑」，以酸性溶液為「滴定劑」；方能探討「被改變後的清潔劑」對環境是否有幫助。
- II. 再參考『研究二』的溶液濃度，調配此實驗的溶液樣本濃度（見表四）。
- III. 研究預期酸鹼滴定產生「鹼性鹽」、「中性鹽」及「酸性鹽」，各鹽類的 pH 值界定於表四（原因請見附件二）。參考資料讓我們了解到，酸鹼中和的產物稱為「鹽類」，有的鹽類呈酸性，稱為「酸性鹽」，也有鹽類呈鹼性，稱為「鹼性鹽」，當然也有「中性鹽」（見附件二、三）。

表四：酸鹼滴定溶液與說明

	滴定劑（酸性溶液）		被滴定劑（鹼性溶液）		
	洗廁劑	米酒	漂白水	廚房清潔劑	玻璃清潔劑
代碼	A1	A2	B1	B2	B3
濃度	1	1	1/4	1/4	1/4
(Ph 值)	(1.02)	(4.48)	(10.06)	(9.32)	(8.63)
預定	-	-	鹼性鹽	中性鹽	酸性鹽
(Ph 值)			(9.50-9.00)	(7.50-7.00)	(5.50-5.00)

註：滴定劑即原市售罐裝的濃度；被滴定劑則取 20ml，再加水 60ml 攪拌混合，成為 1/4 濃度。

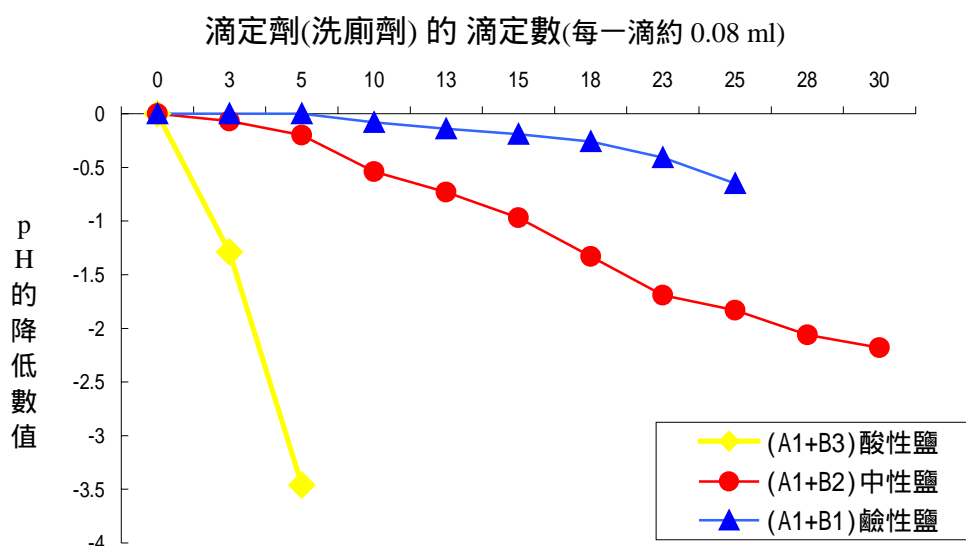
（3）結果

研究發現米酒不適宜當作「滴定劑」，其滴定結果難達到鹽類預定 pH 值範圍；而且即使加再多滴定劑，被滴定劑的 pH 值已呈穩定狀態，不再改變。故此滴定實驗是以洗廁劑作為滴定劑；滴定過程紀錄與結果列於表五；且研究再將表五結果轉化成圖六，以清楚呈現不同鹼性強度的被滴定劑在滴定過程中，其 **pH 值的降低變化情形**。

表五：酸鹼滴定過程中的 pH 值一覽表

洗廁劑 - 滴定劑的 滴定數	被滴定劑的 pH 值		
	鹼性鹽 (源自 B1 - 漂白水)	中性鹽 (源自 B2 - 廚房清潔劑)	酸性鹽 (源自 B3 - 玻璃清潔劑)
0	10.06	9.32	8.63
3	10.06	9.25	7.34
5	10.06	9.12	5.17
10	9.98	8.78	-
13	9.92	8.59	-
15	9.87	8.35	-
18	9.80	7.99	-
23	9.65	7.63	-
25	9.41	7.49	-
28	-	7.26	-
30	-	7.14	-

註：表中粗黑數字代表該被滴定劑之 pH 值已達該鹽類的預定範圍（見表四）。



圖六：鹽類產物於酸鹼滴定過程中的 pH 值變化情形

從圖六的顯示，總結酸鹼滴定過程的觀察情形，有幾項發現：

- I. 鹼性越強的溶液在被酸性溶液滴定的過程中，其 pH 值的變化情形最不明顯；故圖六的「鹼性鹽」的變化曲線最平緩。
- II. 鹼性越弱的溶液在被酸性溶液滴定的過程中，其 pH 值的變化情形最明顯；故圖六的「酸性鹽」的變化曲線最陡峭。
- III. 綜上所述，酸鹼滴定之 pH 值變化速率與被滴定劑的酸鹼強度有關。

2. 認識酸鹼中和反應後的產物

(1) 實驗方法與過程

採用「蒸發」鹽類溶液的方式，各取「鹼性鹽」、「中性鹽」及「酸性鹽」10ml，進行燃燒實驗，待水蒸發完後，剩下的固體物質便是酸鹼中和後的產物。

(2) 結果

表五：鹽類溶液之「蒸發」過程與結果			
	鹼性鹽	中性鹽	酸性鹽
溶液原來顏色	無色	淡綠色	淡藍色
蒸發過程			
顏色的變化	當溶液燒乾時，迅速轉變白色。	逐漸轉變草綠色。	藍色漸轉淡。
氣味的散發	漂白水氣味	出現香甜氣味	芳香氣味，漸轉淡
結果	白色顆粒粗粗的。	淡綠色細粉末很粘，有甜味。	黃綠色細粉末，置久轉成灰白色。摸起來很滑，有淡淡香味。
			

註：因中性鹽與酸性鹽粉末過小，難拍清楚，故僅呈現中性鹽粘著盆底情形，與酸性鹽蒸發過程。

(四) 研究四：酸鹼中和溶液對生活環境的影響情形

因前兩部分的實驗方法過程相同且同時進行，於下一併分項說明：

- I. 準備長有黴菌的土司，分割成約 15cm^2 ，共 9 小塊分別置於「透明塑膠盒」- 簡稱觀察盒。
- II. 準備 8 種溶液：
 - i. 未中和溶液 - A1 (洗廁劑) A2 (米酒) B1 (漂白水) B2 (廚房清潔劑) B3 (玻璃清潔劑)。
 - ii. 已中和溶液 - 研究三的實驗結果：鹼性鹽、中性鹽及酸性鹽。
 - iii. 將 () 各裝入 ()；還有一個 () 為對照組。共有 9 組，合置於陰暗廚櫃裡。
- III. 觀察期共三週，每週三次觀察、紀錄黴菌與麵包的變化 (見附件一)。
- IV. 為使研究「觀察」轉化成「數值」，採計算照片裡觀察盒內的「麵包面積」及「黴菌生長面積」；然而每次拍照角度難以掌控，若貿然計算，其誤差應不小。所以研究採用「面積比率」的方式計算：
 - i. 先將每張照片依照溶液 (如：B1、B2...) 及日期分門歸類。
 - ii. 計算照片裡的觀察盒面積 (a)、麵包面積 (b) 及黴菌面積 (c)。
 - iii. 因麵包放在觀察盒內，因此麵包面積比率 = $b \div a = b / a$ 。
 - iv. 因黴菌長在麵包上，因此黴菌面積比率 = $c \div b = c / b$ 。
 - v. 依上述計算方式，紀錄隨時間變化的麵包及黴菌之「面積比值」(見附件一)。於下介紹溶液在中和前、後對黴菌之影響，結果部份將呈現「黴菌變化歷程圖」，並將麵包及黴菌的面積比值繪製成「黴菌生長變化圖」。














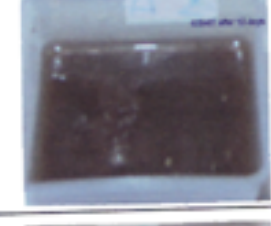




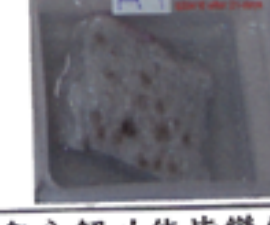

1. 觀察生活常見之酸鹼溶液對黴菌的影響

(1) 樣本：未中和溶液 - A1、A2、B1、B2、B3、對照組。

(2) 結果：見表七、八的「黴菌變化歷程」，以及圖七「黴菌於酸、鹼溶液的生長變化」；藉此質性與量化結果，比較不同酸、鹼強度環境對黴菌的影響。由「黴菌變化歷程」可發現：

- I. 酸性溶液較不會傷害黴菌的存活 (見表七)。
- II. 鹼性溶液對黴菌的影響較明顯，尤其是最強鹼的漂白水溶液會傷害黴菌的存活，參考資料，令我們了解到其原因是該溶液中含有的「氯」(科學理論因素請見附件三)。
- III. 第二強鹼的廚房清潔劑似乎使黴菌生長停滯，且麵包被分解的速率十分緩慢 (微生物分解功能幾乎停止)。然而，該溶液罐裝的標示 (見右圖紅圈)，歷經三週的觀察卻沒有發現符合的現象。

表六：黴菌於『酸性』溶液之變化歷程

	對照組	洗廁劑 (A1)	米酒 (A2)
初始日			
2			
7			
12			
14			
21			





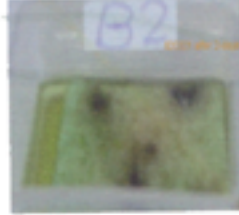







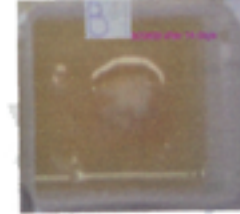
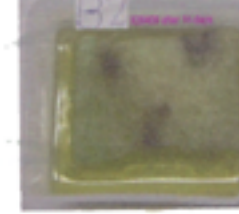



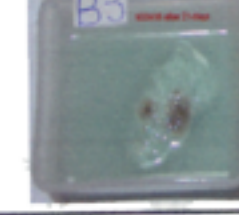
觀察摘記

對照組：黴菌的繁殖與分解功能皆變化不大。

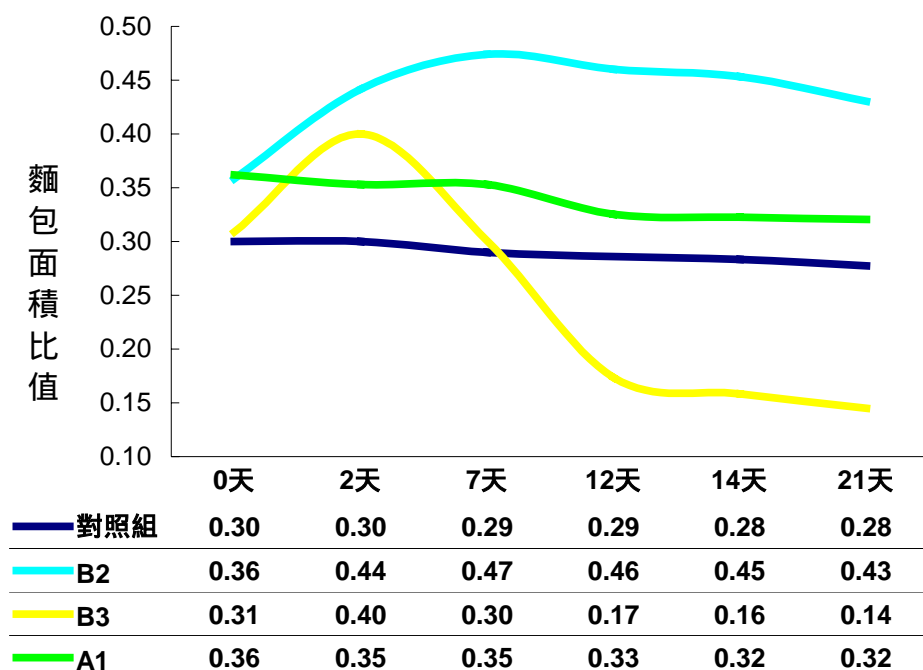
A1：黴菌生長情形變化不大，到第三週麵包僅些微變小。

A2：一週後，米酒溶液開始持續進行發酵（有酒味產生），黴菌溶入溶液中，且麵包被分解得細碎。

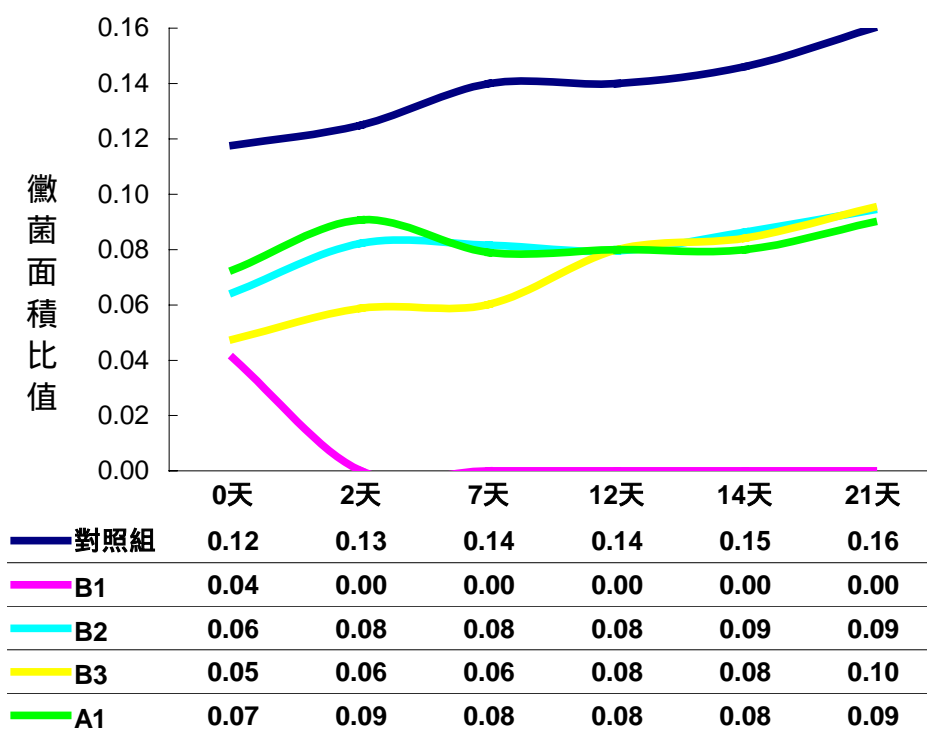
表七：黴菌於『鹼性』溶液之變化歷程

	漂白水 (B1)	廚房清潔劑 (B2)	玻璃清潔劑 (B3)
初始日			
2			
7			
12			
14			
21			
觀察摘記	<p>B1：溶液一放進立即起泡，第二天仍有泡沫且黴菌已消失，麵包成一小球；此狀況維持三週。</p> <p>B2：黴菌生長停滯，且麵包被分解的速率十分緩慢。</p> <p>B3：三週來，黴菌似乎生長停滯，但在一週後，麵包已開始被分解變小。</p>		

下圖七、八呈現實驗三週來，麵包及黴菌的變化；圖七不包含 B1，因其麵包自第二天起即與黴菌無關；圖七、八不包含 A2，原因是其黴菌自第七天起的生長已過於快速，應不需再與其他溶液相較。



圖七：麵包被酸、鹼溶液中的黴菌分解之變化圖



圖八：黴菌於酸、鹼溶液的生長變化圖

由圖七、圖八可發現：

- I. 酸性與鹼性溶液大都會延緩黴菌分解麵包的功能，故圖七中各溶液趨勢皆高於對照組（表示分解速率慢）。

- II. 酸性與鹼性溶液皆會延緩黴菌之生長速率，故圖八中各溶液趨勢皆低於對照組（表示黴菌繁殖速率慢）；尤其是 B1。
- III. 雖是不同酸鹼性值，但對黴菌而言，B2 與 A1 的環境頗為相近。
- IV. 未酸鹼中和的溶液，屬 B3 是黴菌較能存活的环境；然而 B3 數值的增加最主要並非黴菌的生長（見表八），而是麵包被分解的速率頗佳。



















2. **觀察鹽類溶液對黴菌之影響**

（1）樣本：已中和溶液 - 鹼性鹽、中性鹽及酸性鹽、對照組。

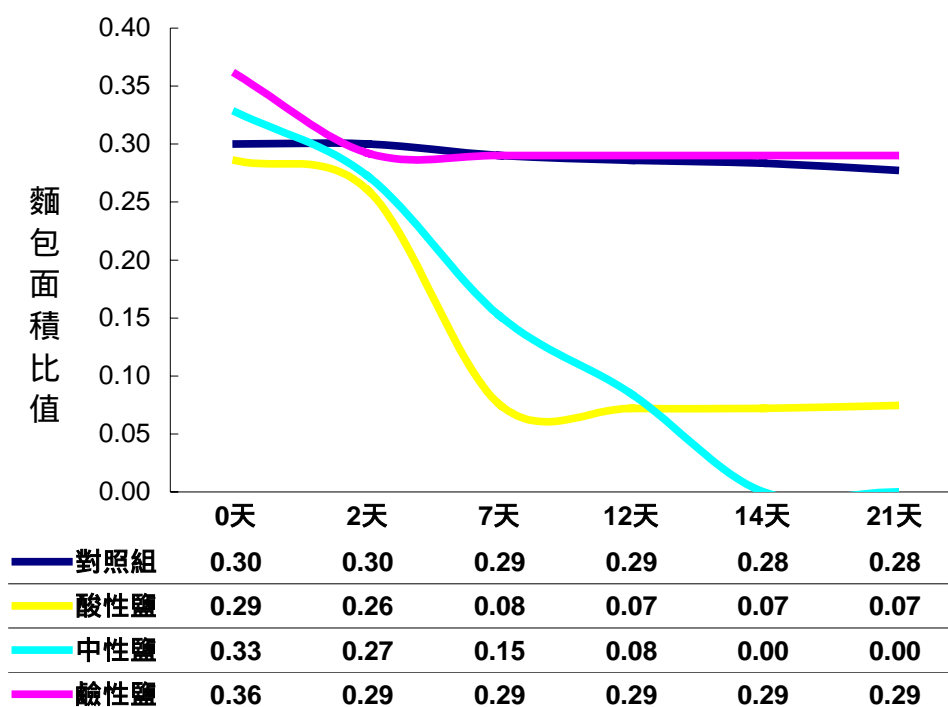
（2）結果：見表九的黴菌變化歷程，以及圖九、圖十的麵包及黴菌於鹽類溶液中的變化。且由以下「黴菌變化歷程」可發現：

- I. 鹼性鹽可促使新菌種快速繁殖。
- II. 中性鹽可促使黴菌充分發揮分解麵包的功能。
- III. 酸性鹽不但更快速使黴菌發揮分解功能，且在第二週時開始醞釀新菌種，到第三週已繁殖得十分驚人。
- IV. 綜上所述，不管 B1、B2、B3，只要「均衡一下」，就能改善黴菌的存活變化。

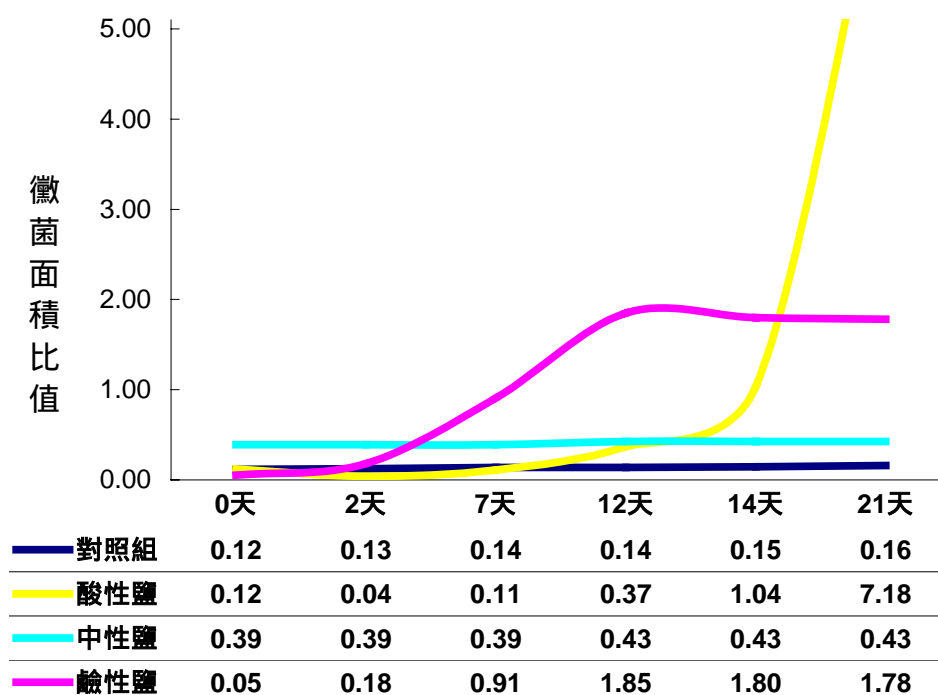
表八：黴菌於鹽類溶液之變化歷程

	鹼性鹽 (A1+B1)	中性鹽 (A1+B2)	酸性鹽 (A1+B3)
初始日			
2			
7			
12			
14			
21			
觀察摘記	<p>鹼性鹽：一週後發現新菌種；第 12 天，溶液變色有酒味，已看不見麵包。</p> <p>中性鹽：黴菌變化不大，但麵包一直持續再被分解。</p> <p>酸性鹽：麵包快速被分解（第 12 天已看不見），第 14 天發現新菌種，有奶香味；第 21 天已見黴菌佈滿整個觀察盒面。</p>		

下圖九、十呈現三週來，麵包及黴菌的變化；圖九中酸性鹽及鹼性鹽的趨勢最後有恆定現象，原因是麵包已被黴菌覆蓋（看不見，無法計算），故以「前一次」的面積比值為主。



圖九：麵包被鹽類溶液中的黴菌分解之變化圖



圖十：黴菌於鹽類溶液的生長變化圖

由圖九、圖十可發現：

I. 鹽類溶液皆能加速黴菌分解麵包的功能，故圖九中各溶液趨勢皆低於對照組；至於鹼性鹽

的趨勢不明顯，是因為自第 7 天起已看不見麵包。

II. 鹼性鹽與酸性鹽皆會加速黴菌繁殖，故圖十中兩組溶液趨勢皆高於對照組；只是鹼性鹽繁殖至第 12 天呈持平狀態，而酸性鹽則至第 21 天呈巔峰狀態。

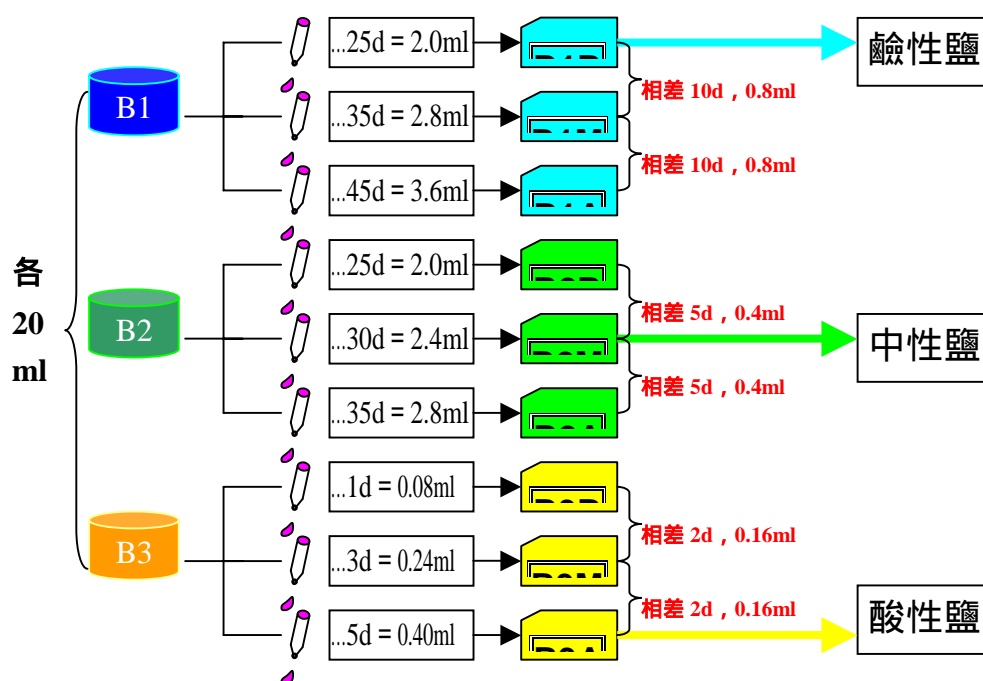
III. 雖是不同酸鹼溶液中中和的鹽類，但對黴菌而言，鹽類溶液的環境顯然優於未中和前的溶液（見下列三組圖示）。



3. 分析酸鹼中和之量化比例對黴菌之影響

(1) 實驗方法與過程

研究根據鹽類滴定結果（表五），改變滴定劑與被滴定劑量的比例；再考量圖六的表現（被滴定劑 pH 值越小，滴定後 pH 值降低越多），自 B1、B2 及 B3 溶液各調配出三種比值的鹽類（見圖十一）。



圖十一：酸、鹼劑量的比例調配之說明圖

如圖十一所示，自 B1、B2 及 B3 三組中各調配三種酸鹼比例（偏酸 A、中值 M 及偏鹼 B；見表十）的鹽類溶液；而圖中 B1B、B2M 及 B3A 即為表九的鹽類溶液。然後再從這九種溶液中，分別取 20ml 加入置放有黴菌土司的觀察盒內。



表十：鹽類配製之酸、鹼溶液量表

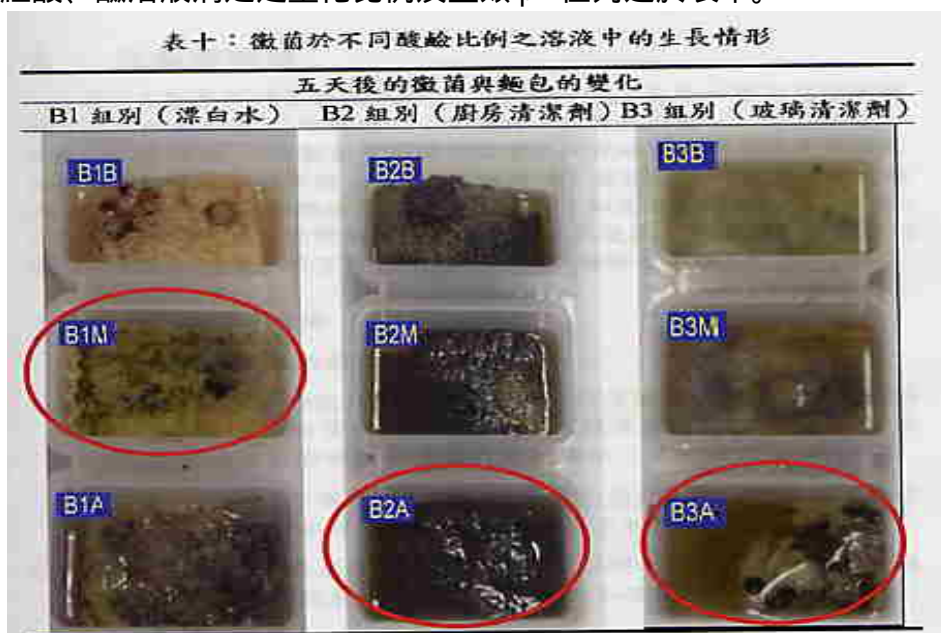
溶液量單位：ml

	鹼性溶液	酸性溶液（洗劑劑）	pH 值	鹼酸比例
B1：漂白水				
B1B	20.00	2.00	9.55	250：25
B1M	20.00	2.80	8.30	250：35
B1A	20.00	3.60	7.92	250：49
B2：廚房清潔劑				
B2B	20.00	2.00	7.85	250：25
B2M	20.00	2.40	7.10	250：30
B2A	20.00	2.80	6.65	250：35
B3：玻璃清潔劑				
B3B	20.00	0.08	7.43	250：1
B3M	20.00	0.24	6.85	250：3
B3A	20.00	0.40	5.24	250：5

註：表中黃底標區，代表該比例之酸鹼滴量為最佳黴菌生長環境；詳細情形見結果說明。

（2）結果

僅歷經 5 天觀察，研究即發現令人驚訝的結果（見表十一，於作品說明書中），研究發現漂白水被滴製的「B1M」、廚房清潔劑的「B2A」和玻璃清潔劑的「B2A」皆是各組較佳的黴菌生長環境；各組酸、鹼溶液滴定之量化比例及鹽類 pH 值列述於表十。



黴菌觀察結果：

- I. B1 組別 - 之前實驗即發現約一週時間，新黴菌即能在「B1B」溶液中開始繁殖，然而於此卻發現「B1M」溶液中的菌種繁殖更快速。
- II. B2 組別 - 黴菌皆已溶於三種不同酸鹼比例的溶液中，麵包皆有變小跡象，此不但與之前實驗發現（「B2M」）相似，而且可發現麵包於 pH 值最低的「B2A」溶液中被分解最快。
- III. B3 組別 - 麵包於 pH 值最低的「B3A」中被分解得最快，而此亦是之前實驗的酸性鹽。此外，新調配的「B3B」和「B3M」，其表面皆有一層薄膜，麵包似乎被分解得較慢，也不見黴菌繁殖。
- IV. 綜上所述，只要約 250ml 的漂白水加入 35ml 的洗廁劑（「B1M」）、250ml 的廚房清潔劑加入 35ml 的洗廁劑（「B2A」）或 250ml 的玻璃清潔劑加入 5ml 的洗廁劑（「B3A」），即可創造一適宜黴菌存活的环境，藉此保護環境中的分解者，發揮其分解功能。

陸、結論與建議

此研究主要延伸「酸鹼溶液」的學習概念，旨在探討當酸液與鹼液「均衡一下」，其中和後的鹽類產物對生活環境之幫助。至於「生活環境」的探討，我們採閱讀資料、討論後，建立「研究假設」，將黴菌視為環境指標。研究先蒐集生活常用溶液，再檢驗酸鹼性質與 pH 值以了解特性；並探討不同濃度之溶液的 pH 值變化情形；且採酸鹼滴定實驗，探討中和反應的過程與結果，也比較中和前、後的溶液對黴菌生長的影響，最後找出適宜微生物存活的酸鹼劑量比例環境。於下結合相關資料（附件三）綜合討論本研究成果，並提出相關之研究建議：

（一）研究成果與討論

1. 生活常見溶液的酸鹼特性

- (1). 「食用溶液」多為酸性溶液，且加水稀釋後 pH 值升高，酸性強度減弱。雖檢驗為酸性溶液，然市面資料多討論食品在人體內消化後的反應結果，故稱茶、咖啡為中性食物，水果多是鹼性食物（見附件三）。
- (2). 「清潔劑」是居家環境常用溶劑，除了洗廁劑、便前芳香劑，其他多為鹼性溶液，加水稀釋後 pH 值略減，對鹼性強度影響不大。
- (3). 「洗潔用品」則為弱酸性溶液，試紙呈淡紅色，且參考資料亦有說明，例如：洗髮精需為弱酸性，以保護我們的髮質；惟可惜本研究無法測出其 pH 值。

2. 生活常見之酸鹼溶液對環境的破壞

目前已漸重視利用「微生物」改善環境，「黴菌」的分解功能便能派上用場。然而清潔劑會影響環境微生物的分解功能，另外漂白水的含「氯」成分亦具強化「殺菌」功能；當然清潔劑的酸鹼性質也是影響因素，像資料便提及黴菌較適宜在微酸環境生存。而我們的研究也印證了參考資料的說明，培養的黴菌在酸液中較不受影響，但在鹼性較強（漂白水、廚房清潔劑）的溶液中存活較困難，且繁殖遲緩，分解速率減小。

3. 酸鹼中和後的鹽類溶液對生活環境的幫助

雖然清潔劑溶液傷害黴菌繁殖，但我們的研究證實，只要簡單的「均衡一下」，添加少許洗廁劑，便能改善這樣的悲劇；研究最明顯的是 B1（漂白水），中和前，該溶液會傷害黴菌；中和後卻促使黴菌加速繁殖。

（二）研究建議

其實讓酸、鹼液「均衡一下」，可對我們的生活與環境提供不少的幫助，參考資料中便提出常用的實例（例如胃藥的應用）。而在此研究中更發現酸鹼中和後的「鹽類」溶液，遠比中和前更適宜黴菌繁殖，且發揮分解功能。尤其最後測試出的「酸鹼劑量比例」，研究便建議，以下三樣生活常用的清潔劑，只要在家中或學校，簡易做個配合劑量比例的「均衡」動作，便能落實環保精神，讓水槽或馬桶裡（化糞池）的黴菌微生物之分解功能永續利用：

1. 約 250 : 35 的漂白水與洗廁劑。
2. 約 250 : 35 的廚房清潔劑與洗廁劑。
3. 約 250 : 5 的玻璃清潔劑與洗廁劑。

然而 - 水可載舟，亦可覆舟，當黴菌過度繁殖而影響其他微生物生存或使人致病的困擾時，清潔劑的鹼性，反而是可抑制其存活；這亦是本項研究的另一貢獻。所以科學的應用需視實際需求，是否該「均衡一下」，就得靠仔細思考，衡量實況囉！

柒、參考資料

一、書刊資料

- 1、朱志堯 & 章新奇 (民 89), 微生物的新職業。新竹市：凡異出版社，頁 94-102。
- 2、徐振盛 & 李孟諺 (民 84), 環境微生物學。台北市：淑馨出版社，頁 37-46。
- 3、陳光耀 (民 74), 化學與日常生活。台北市：正中書局，頁 17-34。
- 4、黃添銓，廖麗芳和許承先 (民 85), 普通化學。台北市：華杏出版公司，頁 309-338。
- 5、羅世強 (民 89), 化學 ()。台南市：復文書局，頁 65-70。
- 6、Hill, J.W.; Baum, S.J., & Feigl, D.M. (民 88), 化學與生命，曹有蘭譯。台北市：國立編譯館，頁 321-323 ; 339。

二、網路資源

- 1、<http://www.health.ntcpe.edu.tw>
- 2、<http://www.shes.hcc.edu.tw/school/sc-0603303.htm>
- 3、<http://www.ha-life.com.tw>

評語

- 一、主題生活化，並具有環保概念。
- 二、能針對問題進行一系列的探究精神可嘉。