中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

030809

穩定 Aquaponics 水質

學校名稱：新北市立淡水國民中學

作者：	指導老師：
國二 梁鎮州	覺振昌

關鍵詞：Aquaponics、pH 值、蛤蜊殼

摘要

Aquaponics 是一種「請魚來種菜」的系統，節省人力，也節省水。簡單來說，魚的排泄物會汙染水質，進而讓魚隻死亡，但魚排泄物中的含氮廢物，卻是菜最好的養分。因此，只要把養魚的水抽到植栽床來澆菜，菜把多餘的水排回魚缸。

本實驗的主要目的，就是要穩定被我認定為影響魚隻存活的主因：pH 值，在系統中加入足夠的蛤蜊殼，可抑制 pH 值得變化。而我也發現，除了 pH 值外，還有許多其他的因素，可能掌握著魚隻的生命。經由實驗，最後會得出一種最佳的系統比例，只要有了這個比例，就可以輕易的穩定 Aquaponics 初期的水質，有利於他所有架設系統的人。

壹、研究動機

約在 2013 年 8 月左右在網路上看到了一種名為「Aquaponics」的種植系統(在台灣又稱為"魚菜共生系統"或"養耕共生系統")，再參加過教學課程後，我在自家陽台建造了一組 Aquaponics 系統，但經過一段時間後，魚支開始大量死亡。因此，我開始監測水質，並發現 pH 值似乎是主因，於是進行了前置實驗。在經過改良過前置實驗後，形成的這次的科展。

貳、研究目的

一、穩定 Aquaponics 系統的水質，以降低魚的死亡率

二、找出一種最好的組合，做為日後系統的參考

三、研究 TDS 值、pH 值和 kH 值之間的關係

四、有利於日後擴大系統

参、文獻探討

一、魚隻排泄物對菜的影響

魚隻的排泄物中含有氨，而這些氨只要經由硝化細菌和亞硝化細菌的轉換，就會變成植物可以吸收的硝酸鹽，植物再從硝酸鹽中取的所需的氮。

二、為何選定 pH 值、kH 值以及 TDS 值

在我的實驗中，主要測量的是 pH 值、kH 值和 TDS 值。中 pH 值是我所認定造成魚隻死亡的主因，而 kH 值提高則有助於穩定 pH 值，因此選用這兩種。而 TDS 值在系統中並不占有多重要的地位。

三、蛤蜊殼的作用

蛤蜊殼的主要成分是碳酸鈣，碳酸鈣不容於水，但是每當水值變酸時，碳酸鈣就會溶解到水中，病中和水中的氫離子，解此達到穩定 pH 值的目的。在水中架入蛤蜊殼，可以達到和提高 kH 值一樣的效果。

肆、研究設備及器材

一、Aquaponics 系統：

(一)第一代

	第 1 箱(A)	第 2 箱(B)	第 3 箱(C)
塑膠整理箱(33*23*24)	*1		
塑膠整理箱(40*33*24)	*1		
沉水馬達	*1		*1
水管	*1		*1
發泡煉石	*2		*2
魚	*3~6	*3~6	*3~6
菜	*5~10	*5~10	*5~10
打碎的蛤蜊殼	*300g	*300g	
大保麗龍箱		*1	*1
塑膠整理箱		*1	*1
打氣機		*1	
氣泡石		*1	
保特瓶			*1/2(下半)
紗網			*1

(二)第二代

	第 1 箱(D、G)	第 2 箱(E、H)	第 3 箱(F、I、J)
塑膠整理箱(38*51*24)	*1	*1	*1
塑膠整理箱(39*49*15)	*1	*1	*1
沉水馬達	*1		*1
水管	*1		*1
寶特瓶	*1/2(下半)		*1/2(下半)
裁掉頭尾的大保特瓶	*1		*1
有戳洞的大保特瓶 (自動加水器)	*1	*1	*1
鐵絲	*若干	*若干	*若干
加溫棒	*1	*1	*1
控溫器	*1	*1	*1
發泡煉石	*4~5 包		*4~5 包
魚	*25 條	*20~25 條	*20 條
菜	*6 株	*6 株	*6 株
打碎的蛤蜊殼		*400g	
打氣機		*1	
氣泡石		*1	

(三)第三代

	第 1 箱 (K)	第 2 箱(L)
塑膠整理箱(38*51*24)	*1	*1
塑膠整理箱(39*49*15)	*1	*1
沉水馬達	*1	*1
水管	*1	*1
寶特瓶	*1/2(下半)	*1/2(下半)

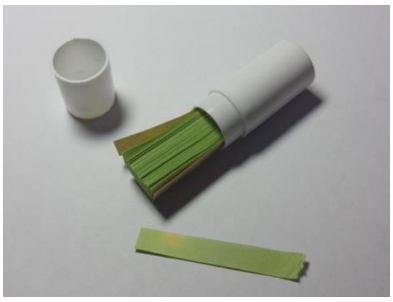
裁掉頭尾的大保特瓶	*1	*1
有戳洞的大保特瓶 (自動加水器)	*1	*1
鐵絲	*若干	*若干
加溫棒	*1	*1
控溫器	*1	*1
發泡煉石	*4~5 包	*4~5 包
魚	*20 條	*20 條
菜	*6 株	*6 株
打碎的蛤蜊殼	*200g	*400g

二、測量器具：

(一)pH 試紙(廣用試紙研究所)

(二)TDS 測試筆(國產)

(三)kH 試劑(tetra)

kH 試劑	TDS 測試筆	pH 試紙
		

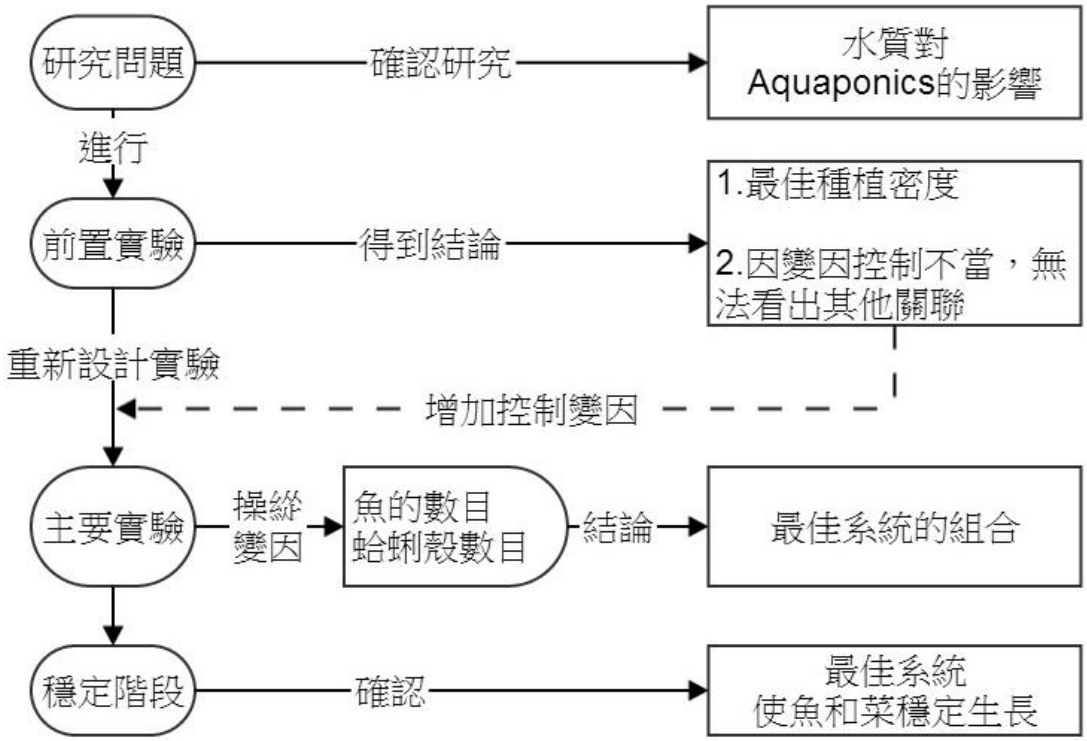
三、工具：鋸子*1、自製挖洞工具*1、尺*1、熱熔膠槍*1

伍、研究過程及方法

一、實驗流程

實驗總共分為三大階段：前置階段、實驗階段和穩定階段。在前置階段中，我們只得出植物大約的種植密度，但沒有考慮到的變因太多，因此只能作為前置階段的實驗。在重新考慮可能的變因與設計實驗之後，進行了第二部分的實驗階段，所有數據、結論、討論.....等，都是在這一階段中所完成的。最後是穩定階段，這個階段是在實驗結束後，以最佳的狀況來繼續維持系統，並加以記錄。

研究流程圖：



二、裝置圖

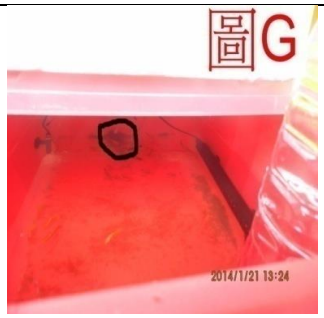
(一)前置階段

A 缸	B 缸	C 缸
	*上面的植栽床和下面的魚缸沒有連接	

(二)實驗階段-1

D 缸	E 缸	F 缸
	*黑色圓圈處為氣泡石	

(三)實驗階段-2

G 缸	H 缸	I 缸
	 *黑色圓圈處為氣泡石	

(四)實驗階段-3

J 缸

(五)實驗階段-2

K 缸	L 缸

陸、研究結果

一、前置階段

(一)變因

1.控制變因

魚種	鯛魚
菜種	鹿角菜
蛤蜊殼數量	300g

2.操縱變因

魚的數量	3~6 條
菜的數量	5~10 株

水溫	未做控制
水量	未做控制

(二)實驗步驟

1.架設 Aquaponics 系統 A

(1)備妥材料及工具

(2)在植栽床底部挖洞

(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定

(4)在水管上方蓋上一個割掉一半、有入水口的保特瓶

(5)在寶特瓶外蓋上保護套(裁掉上下的大保特瓶)，虹吸管完成

(6)把植栽床架在魚缸上

(7)在植栽床裡加入發泡煉石

(8)在魚缸中加水

(9)把一個 2000cc 的大保特瓶裝滿水，倒置在魚缸中，並在水面的位置戳兩個洞(瓶蓋要打開)，自動加水器完成

(10)架設沉水馬達

(11)架設加溫棒及控溫器

(12)種菜

(13)下魚

(14)啟動沉水馬達及加溫系統

(15)完成

2.架設 Aquaponics 系統 B

(1)備妥材料及工具

(2)把氣泡石裝在打氣機上

(3)放水

(4)把一個 2000cc 的大保特瓶裝滿水，倒置在魚缸中，並在水面的位置戳兩個洞(瓶蓋要打開)，自動加水器完成

(5)架設加溫棒及控溫器

(6)下魚

(7)完成

3.架設 Aquaponics 系統 C

(1)備妥材料及工具

(2)在植栽床底部挖洞

(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定

(4)在水管上方蓋上一個割掉一半、有入水口的保特瓶

(5)在寶特瓶外蓋上保護套(裁掉上下的大保特瓶)，虹吸管完成

(6)把植栽床架在魚缸上

(7)在植栽床裡加入發泡煉石

(8)在魚缸中加水

(9)把一個 2000cc 的大保特瓶裝滿水，倒置在魚缸中，並在水面的位置戳兩個洞(瓶蓋要打開)，自動加水器完成

(10)架設沉水馬達

(11)架設加溫棒及控溫器

(12)種菜

(13)下魚

(14)啟動沉水馬達及加溫系統

(15)完成

4.每天早晚測量 pH 值、kH 值和 TDS 值，並記錄下來(*不再實驗範圍內的數值也必須監測、調整，以增加實驗正確性)

(三)實驗討論

由於在前置階段中，沒有考慮的變因太多，看不出造成魚隻死亡的原因為何，如水量、水溫… 方尤其是水溫可能是造成魚隻死亡的主因，另外發現每天的水量蒸發很快，導致水量不穩定可能也是因素之一。因此只能大概推測出種植的密度，約在 33×23 公分的植栽床中，可種植 6 株的鹿角菜，做為實驗階段的參考。

二、實驗階段：

由於家中養殖空間是在陽台進行，空間有限，無法在同一時間內一次進行所有實，故將實驗分成三段時期進行，分別是【實驗階段-1】的Ｄ、Ｅ、Ｆ缸；【實驗階段-２】的Ｇ、Ｈ、Ｉ缸【實驗階段-３】的Ｊ缸。

由於處於冬天階段，氣溫可能影響實結果很大，所以在這段時間內，在魚缸中加入控溫器，將水溫控制在 22 ℃左右。且針對水量問題，在魚缸中加入了自動加水器，維持水面的高度穩定，來控制水量

(一)實驗項目

	D/G			E/H			F/I/J		
	魚	菜	蛤蜊殼	魚	菜	蛤蜊殼	魚	菜	蛤蜊殼
2014/1/15~2014/1/21	25	6	0	25	0	0	20	6	0
2014/1/23~2014/1/30	20	6	400	20	0	400	20	6	200
2014/2/17~2014/2/23							20	6	300

(二)變因

1.控制變因

魚種	孔雀魚、櫻桃燈
菜種	大陸妹
水溫	22 度
水量	15 公升

2.操縱變因

魚的數量	20~25 條
蛤蜊殼數量	200~400 公克
菜的數量	0~6 株

(三)實驗步驟

1.架設 Aquaponics 系統 D/G

(1)備妥材料及工具

(2)在植栽床底部挖洞

(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定

(4)把植栽床架在魚缸上

(5)在魚缸中裝水

(6)在植栽床裡裝入發泡煉石

(7)架設沉水馬達

(8)種菜

(9)下魚
(10)啟動沉水馬達
(11)完成

2.架設 Aquaponics 系統 E/H
(1)備妥材料及工具
(2)把氣泡石裝在打氣機上
(3)放水
(4)下魚
(5)啟動打氣機
(6)完成

3.架設 Aquaponics 系統 F/I/J
(1)備妥材料及工具
(2)在植栽床底部挖洞
(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定
(4)在水管上方蓋上一個割掉一半、有入水口的保特瓶，虹吸管完成
(5)用紗網把虹吸管隔離出來
(6)在沒有虹吸管的一邊加入發泡煉石
(7)把植栽床架在魚缸上方
(8)在魚缸中加水
(9)架設沉水馬達
(10)種菜
(11)下魚
(12)啟動沉水馬達
(13)完成

4.每天早晚測量 pH 值、kH 值和 TDS 值，並記錄下來

(四)實驗數據

1.D 缸

pH	TDS	kH	備註
6	254	3	
7.5	304	2	
6	288	3	魚死1
7	303	3	
6.5	304	2	魚死2
6	303	2	
6.5	274	2	
6.5	265	2	
6.5	271	2	魚死2
7	281	2	
6.5	283	2.5	魚死1
5.5	287	2	
6	303	2	魚死1

2.E 缸

pH	TDS	kH	備註
6.5	91	3	魚死2
6.5	96	2	
6.5	102	3	魚死3
7	104	3	
6	106	2	魚死3
7	116	3	
7	115	3	魚死4
6.5	120	3	
6	118	2	魚死3
6.5	121	3	
6	123	3	魚死1
6	130	3	

3.F 缸

pH	TDS	kH	備註
6	225	3	魚死3
6.5	246	2	
7	249	2	魚死3
7	258	2	
6	258	3	
6.5	265	2	
6.5	247	2	
7	238	2	
6	244	2	魚死1
7	250	2	
6	251	2	
5.5	260	2	
7	253	2	

4.G 缸

pH	TDS	kH	備註
6.5	282	2.5	
6	298	3	
6.5	318	2	
7	310	3	魚死3
6.5	281	3	
6.5	282	2.5	魚死1
5.5	283	3	
6.5	292	3	魚死2
6.5	310	3	
6.5	321	4	魚死1
6.5	326	3	
6.5	320	3	
6.5	315	3	
6	312	4	魚死1
6.5	294	3	

5.H 缸

pH	TDS	kH	備註
7	46	4	
6.5	151	5	
6.5	153	3	
6.5	155	3	魚死2
7	99	2	
6.5	143	3	魚死1
6.5	142	3	
6	142	3.5	
6	150	3	
6.5	151	3	魚死1
6.5	151	3	
6	153	4	魚死2
6.5	163	4	
6.5	162	4	魚死1
6	159	3	魚死1

6.I 缸

pH	TDS	kH	備註
6	261	2	
7	279	3	
6	277	2	
6	288	2.5	魚死3
6.5	138	4	
6.5	253	2.5	
5.5	250	2.5	
6	253	3	
6	259	3	
6	272	3	
7	266	3	
6	272	3	
6.5	290	3	
6	286	3	
6.5	263	2.5	魚死1

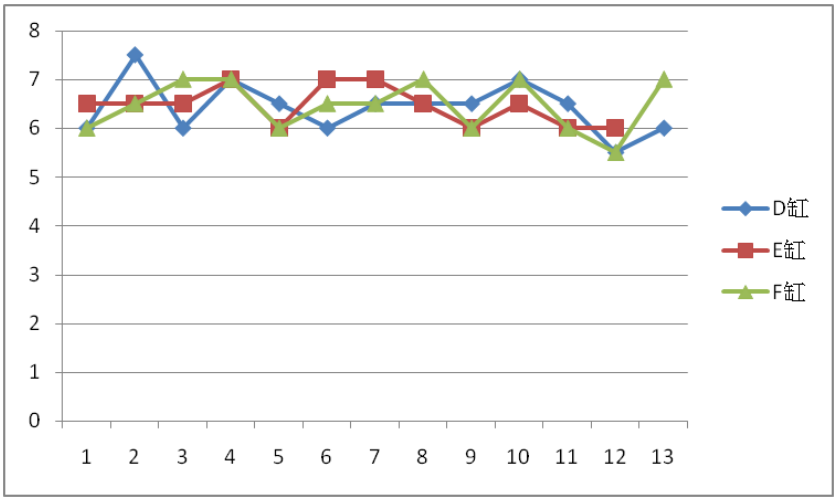
7.J 缸

pH	TDS	kH	死亡
7	274	3	2
6	272	3	0
7	275	2	0
7	283	2	0
7	294	3	0
6.5	276	3	0
6.5	305	3	2
7	303	3	0
7	320	3	0
6.5	322	2	0
6	329	3	3
6.5	328	3	0

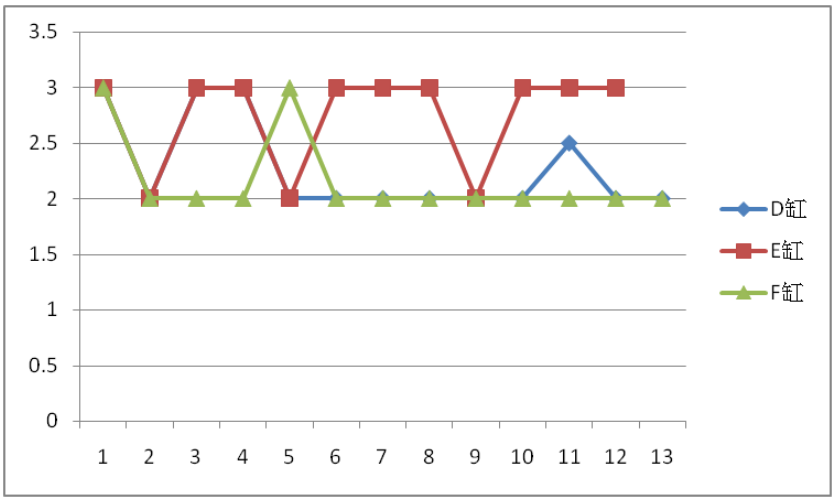
(五)折線圖

1.2014/1/15~2014/1/21：【實驗階段-1】的D、E、F缸

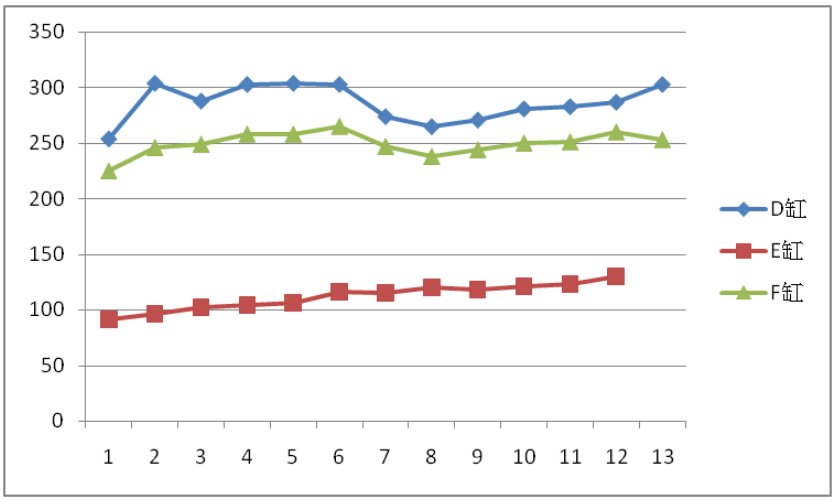
(1)pH 值



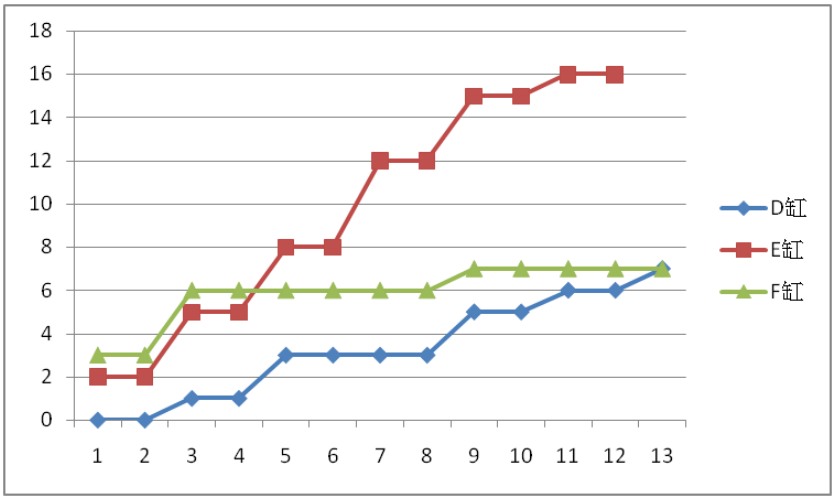
(2)kH 值



(3)TDS 值：

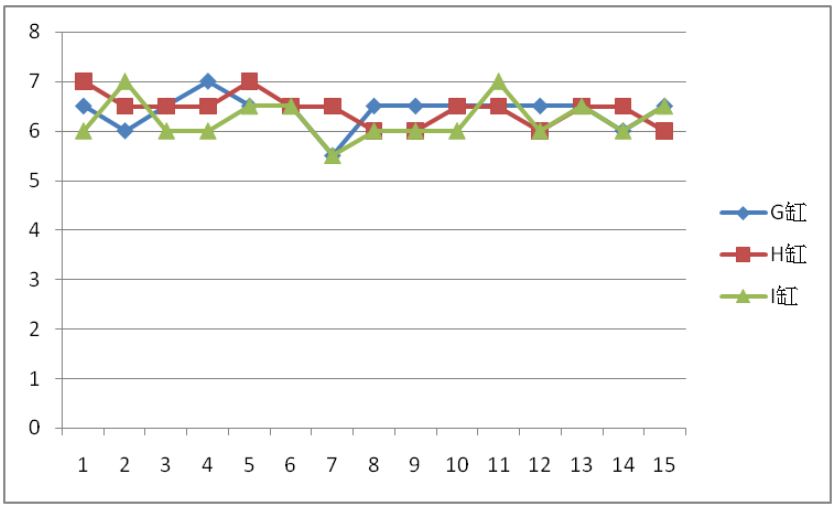


(4)魚隻死亡累計

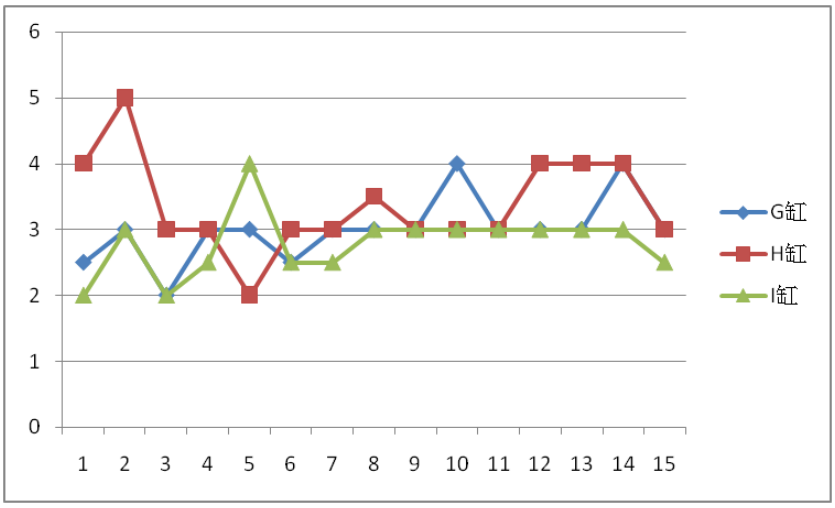


2.2014/1/23~2014/1/30：【實驗階段-2】的 G、H、I 缸

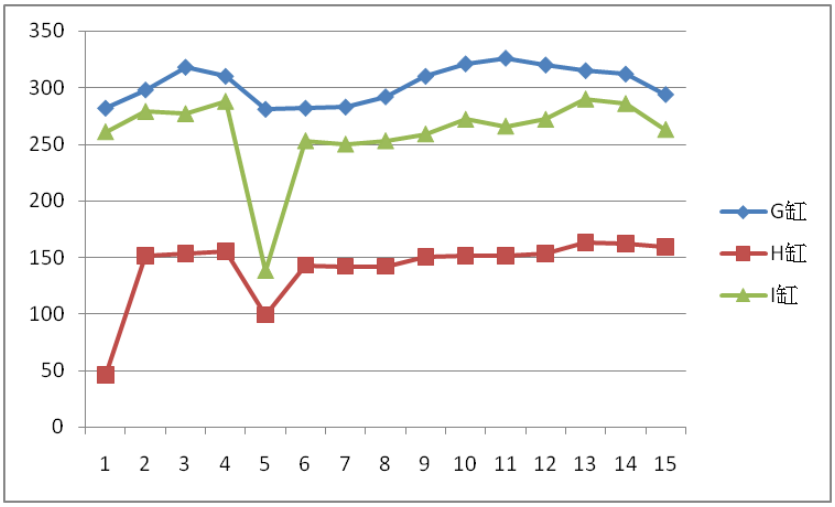
(1)pH 值



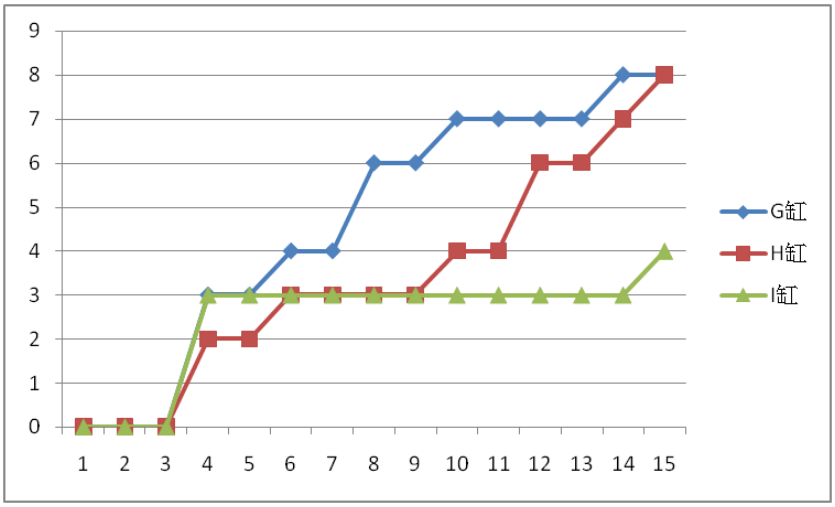
(2)kH 值



(3)TDS 值

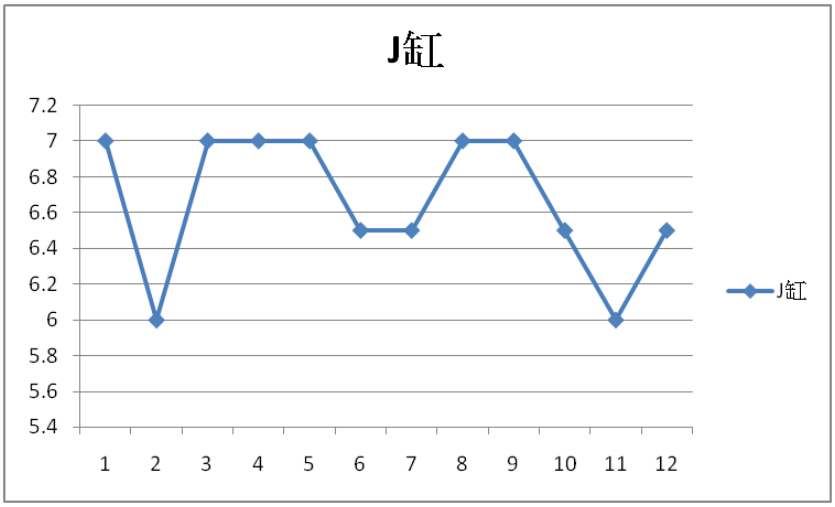


(4)魚隻死亡累計

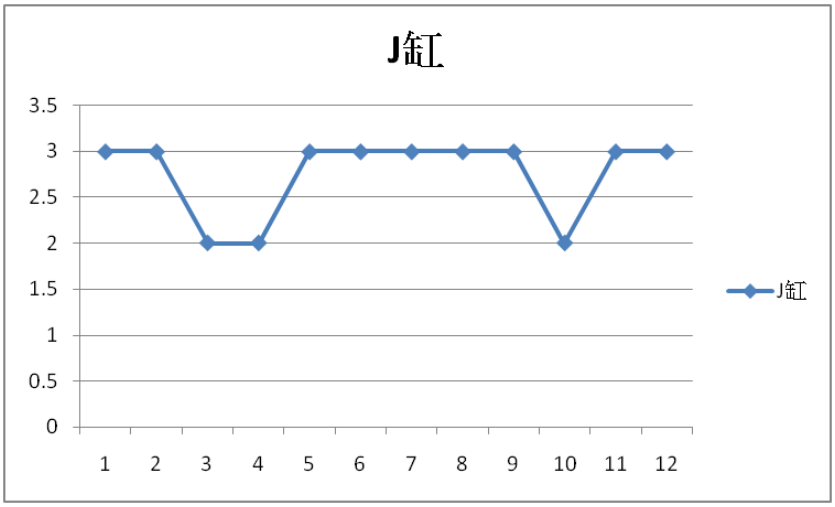


3.2014/2/17~2014/2/23【實驗階段-3】的 J 缸

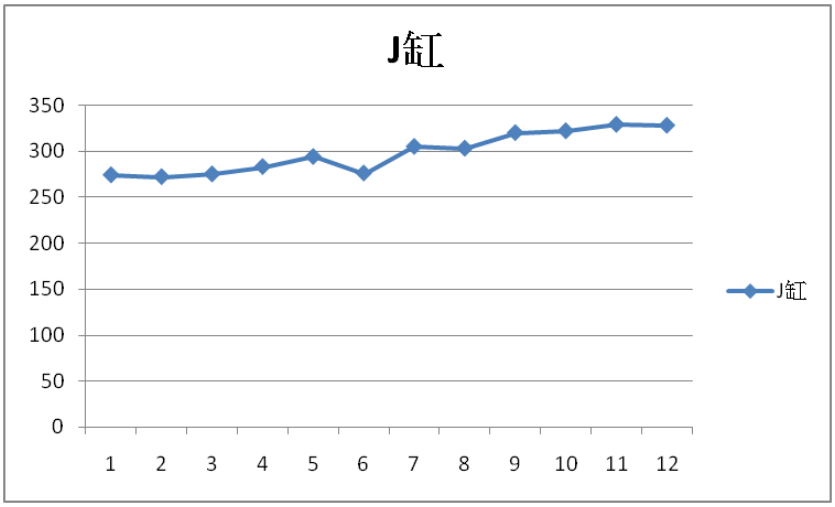
(1)pH 值



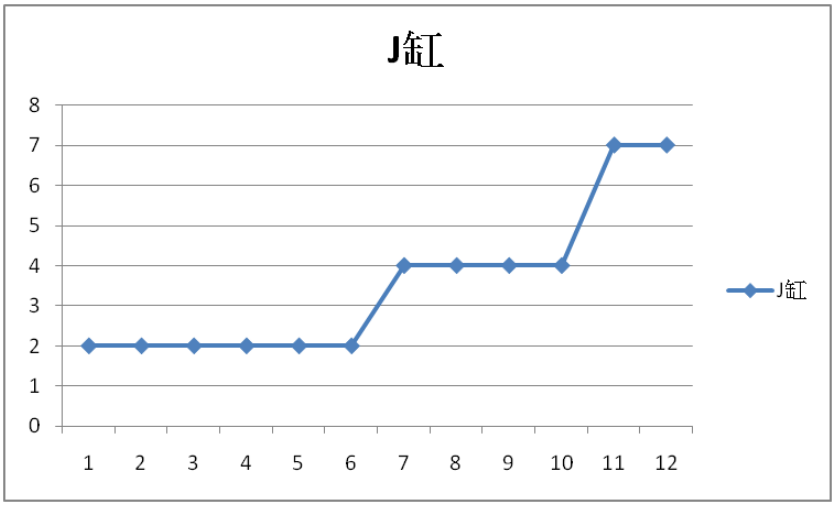
(2)kH 值



(3)TDS 值



(4)魚隻死亡累計



(六)實驗討論

1.【實驗階段-1】的D、E、F缸：

在這階段的實驗中，我們可以發現 D、E、F 缸的 pH 值都不是很穩定，因此，我用魚隻的死亡率來做為判基準。E 缸沒有菜的過濾，所以死亡率最高，D、F 缸的死亡率最低，但 F 缸是集中死亡於剛開缸時，可見 20 條魚較能達到平衡水值的效果。(註：每缸魚的數量維持在定量，若有死亡則馬上補充)

2.【實驗階段-２】的G、H、I 缸

而這一階段的 G、H、I 三缸中，I 缸的死亡率最低，而 G 缸的死亡率和 H 缸相同，明顯 I 缸的結果衝突，故再進最後的 J 缸實驗。

3.【實驗階段-3】的 J 缸

魚隻死率一開始 I 缸穩定，但後來死亡率略增，較 I 缸差。

4.本階段結論

由本階段實驗得知，魚菜共生加入蛤蜊殼可使系統較穩定，但是無法得知較佳的蛤蜊殼比例。故進行最後穩定階段的實驗。

三、穩定階段

(一)實驗項目

		魚	菜	蛤蜊殼
103/5/25~未完	K缸	20	6	200
	L缸	20	6	400

(二)變因

1.控制變因

魚種	孔雀魚、櫻桃燈
菜種	大陸妹
水量	15 公升
菜的數量	6 株

2.操縱變因

蛤蜊殼數量	200~400g

(三)實驗步驟

1.架設 Aquaponics 系統 K

(1)備妥材料及工具

(2)在植栽床底部挖洞

(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定

(4)在水管上方蓋上一個割掉一半、有入水口的保特瓶

(5)在寶特瓶外蓋上保護套(裁掉上下的大保特瓶)，虹吸管完成

(6)把植栽床架在魚缸上

(7)在植栽床裡加入發泡煉石

(8)在魚缸中加水

(9)把一個 2000cc 的大保特瓶裝滿水，倒置在魚缸中，並在水面的位置戳兩個洞(瓶蓋要打開)，自動加水器完成

(10)架設沉水馬達

(11)架設加溫棒及控溫器
(12)種菜
(13)下魚
(14)啟動沉水馬達及加溫系統
(15)完成

2.架設 Aquaponics 系統 L

(1)備妥材料及工具
(2)在植栽床底部挖洞
(3)將一支水管插在洞裡，並用熱融膠固定
(4)在水管上方蓋上一個割掉一半、有入水口的保特瓶
(5)在寶特瓶外蓋上保護套(裁掉上下的大保特瓶)，虹吸管完成
(6)把植栽床架在魚缸上
(7)在植栽床裡加入發泡煉石
(8)在魚缸中加水
(9)把一個 2000cc 的大保特瓶裝滿水，倒置在魚缸中，並在水面的位置戳兩個洞(瓶蓋要打開)，自動加水器完成
(10)架設沉水馬達
(11)架設加溫棒及控溫器
(12)種菜
(13)下魚
(14)啟動沉水馬達及加溫系統
(15)完成

(四)實驗數據

1.K 缸

pH值	kH值	TDS值	水溫
6.68	3	352	29.1
7.24	3	386	26.7
7.28	2	398	28.2
7.24	2	404	26.9
7.26	3	385	27.6
7.24	2	388	26.8
7.28	2	438	28.2
7.1	3	402	25.8
7.35	3	407	26.4
7.3	2	414	26
7.31	3	408	27.5
7.47	2	398	27.4
7.3	3	418	28.9
7.05	2	394	27.2
7.22	3	413	29.2
7.1	2	408	27.1
7.16	3	423	28.8
7.21	3	420	28
7.21	2	411	28.2
7.22	3	411	26.4
7.15	3	437	29.2
7.27	2	419	28.7
7.26	3	390	28.1
7.32	3	413	25.2
7.15	3	415	27.6
7.26	3	385	26.6
7.28	3	406	27.7
7.16	3	397	26.9
7.24	3	415	27.4

2.L 缸

pH值	kH值	TDS值	水溫
6.21	3	386	28.5
7.28	2	374	27.6
7.31	2	382	28.1
7.26	3	430	27.7
7.3	3	404	27.3
7.32	3	378	27.4
7.34	3	447	28.7
7.14	2	408	26.8
7.52	2	408	27.2
7.46	3	427	26.7
7.5	3	401	27.4
7.56	3	413	27.2
7.44	3	426	29
7.02	3	413	27.1
7.09	3	432	29
7.06	4	422	27.7
7.07	3	424	29.1
7.14	3	421	28.3
7.15	3	407	27.9
7.141	3	429	27.1
7.06	3	443	29.4
7.17	4	421	28.7
7.16	3	407	28
7.22	3	438	26
7.16	3	414	27.4
7.12	3	392	26.8
7.22	2	411	27.5
7.13	3	411	26.8
7.11	3	410	27.5

3.氣溫及濕度

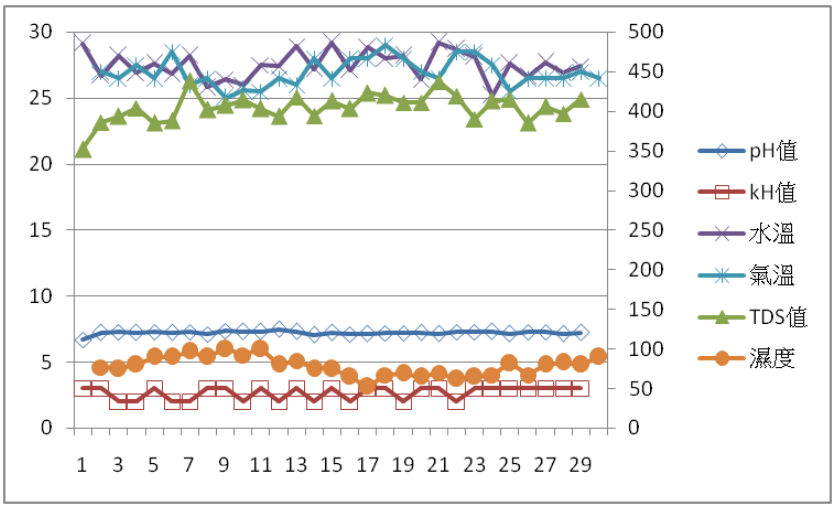
氣溫	濕度
27	77
26.5	75
27.5	80
26.5	90
28.5	90
26	97
26.5	90
25	100
25.6	92
25.5	100
26.5	80
26	85
28	75
26.5	75
28	65
28	52
29	67
28	69
27	65
26.5	70
28.5	62
28.5	65
27.5	67
25.5	82
26.5	67
26.5	80
26.5	83
27	80
26.5	90

4.植物生長情形

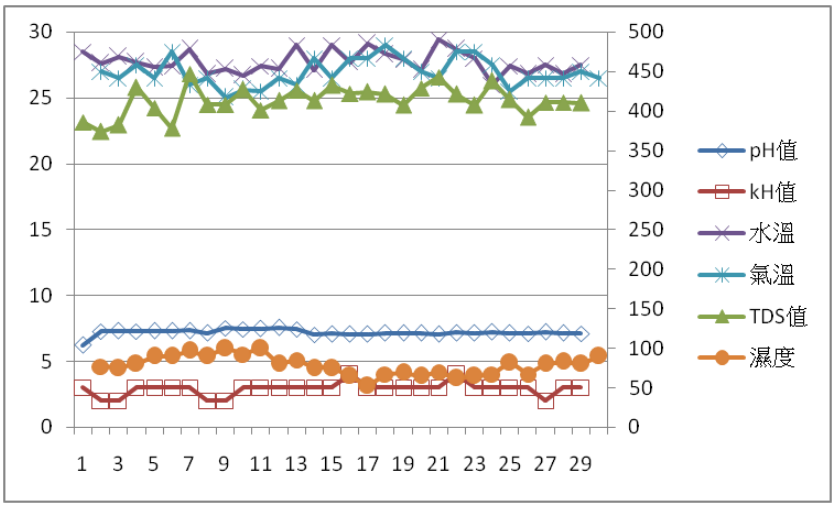
	K缸	L缸
103/5/26	11	11.3
103/5/27	11.6	10.6
103/5/28	12.2	12.4
103/5/29	12.4	12.9
103/5/30	11.5	12.5
103/5/31	12	12.5
103/6/1	13.4	13.3
103/6/2	13.2	14
103/6/3	14.3	14.7
103/6/4	14.3	14.9
103/6/5	16.5	15.8
103/6/6	15.9	15.5
103/6/7	16.6	15.3
103/6/8	16	17.2

(五)折線圖

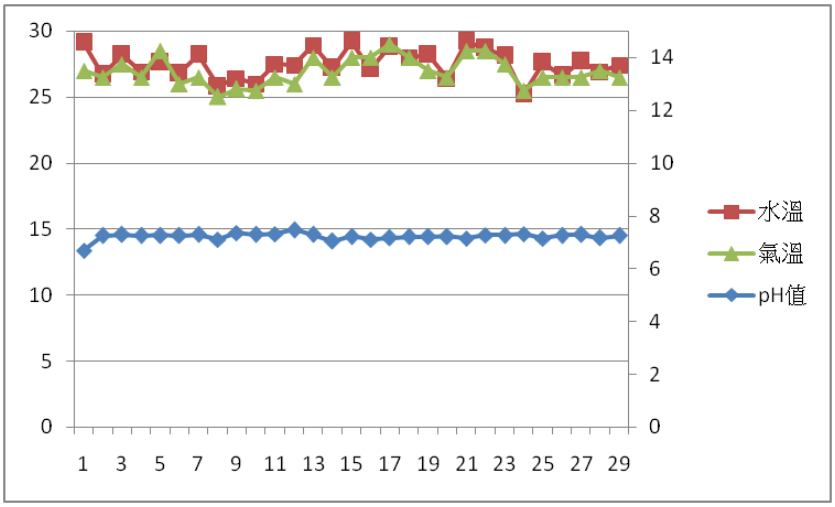
1.K 缸



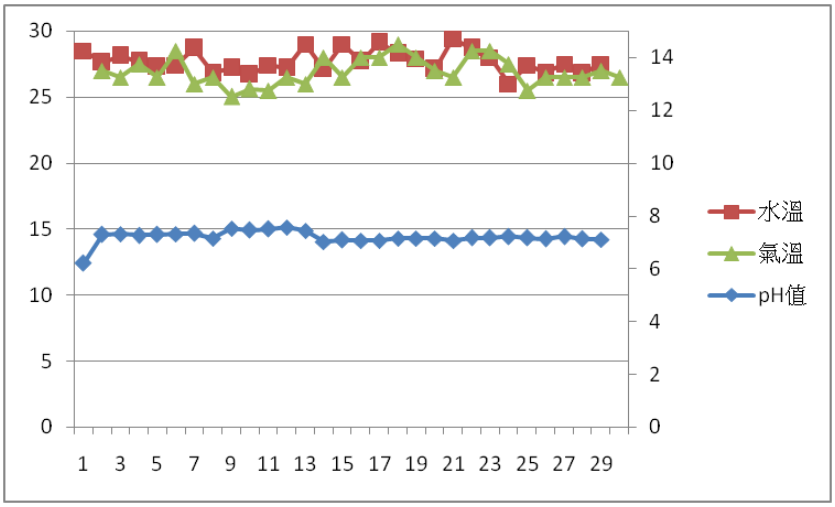
2.L 缸



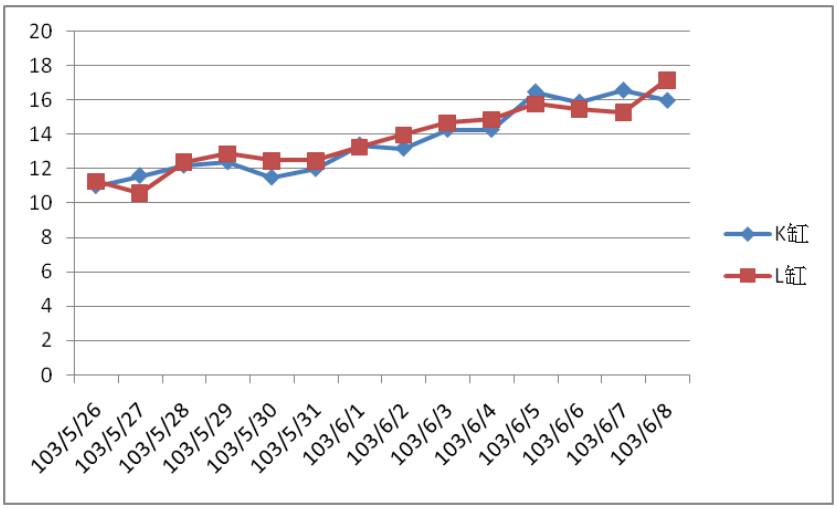
3.K 缸局部折線圖



4.L 缸局部折線圖



5.植物生長情形



(六)植物生長情形照片

1.103/5/27

(1)K 缸

(2)L 缸

2.103/6/2

(1)K 缸

(2)L 缸

3.103/6/8

(1)K 缸

(2)L 缸

(七)實驗討論

在這個階段的實驗中只探討蛤蜊殼對系統的影響。實驗結果是完全沒有魚隻死亡，且 2 缸的 pH 值都很穩定而且略高於 7 左右，可見，200g 的蛤蜊殼是足以穩定水值的。

柒、討論

一、D、E、F 缸

由於第一階段的數據中，三缸的 pH 值都不大穩定，因此在這一階段的實驗中，我以魚隻的存活率做為判斷的標準。從數據和折線圖中，可以看出 E 缸魚隻的死亡率很高，可見少了植物的過濾，魚隻很難存活。F 缸的傷亡大多都是分布在剛開缸、水質還不穩定時，而 D 缸的傷亡則十分平均。因此，我們得出，D 缸的 25 條魚數量太大，無法平衡系統，因此決定用 F 缸 20 條魚，來進行下一階段的實驗。

二、H 缸

H 缸的死亡率，十分的高，可見就算放了 400g 的蛤蜊殼，仍然無法穩定水質，更說明了魚隻賴以維生的水不能沒有植物的過濾。

三、穩定階段

由折線圖中可以看出，兩缸的 pH 值都十分穩定，因此 200g 的蛤蜊殼是足以穩定水值的。另外，我們也可以看出，氣溫和水溫似乎會對 TDS 值造成影響，和 pH 值以及 kH 值較無關係。

捌、結論

一、影響魚隻生存的因素，除了我認為最主要的 pH 值外，還有許多重要的其他因素。

二、在魚缸大小 38*51*24(cm)，有接大小為 39*49*15(cm)的植栽床，並種有 6 株菜及使用虹吸管的前提之下，20 條魚加上 200g 蛤蜊殼是最合適的。

三、魚隻生存的水，需要植物和發泡煉石的過濾，魚隻才能生存得較好。

四、TDS 值與 pH 值和 kH 值的變化較無關係。

五、pH 值和 kH 值的變化有些微的關係。

六、氣溫和水溫十分接近，對 TDS 有影響，對 pH 值以及 kH 值沒有影響。

玖、未來研究發展

一、不同的魚菜搭配：

本研究尚未探討不同魚種搭配不同蔬菜種植的效果，故未來可以朝此方向研究，以獲得最好的魚菜搭配。

二、擴大系統：

本研究最後穩定階段中，魚和菜可穩定成長，由實驗的結果可以得出，在 38*57 公分的植栽床中種植 6 株的菜，每天約可以成長 0.42 公分的高度，可以思考擴大系統，量產蔬菜達到家庭的自產自足。

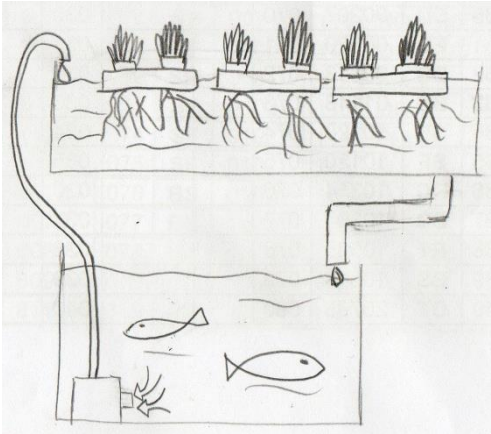
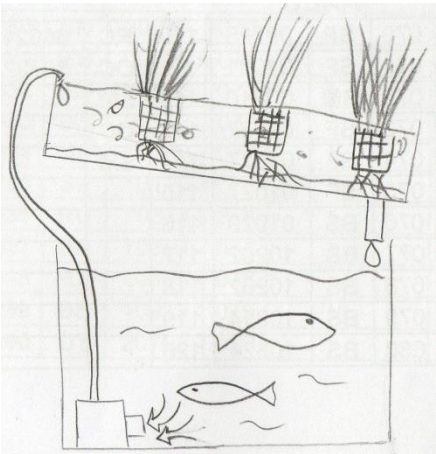
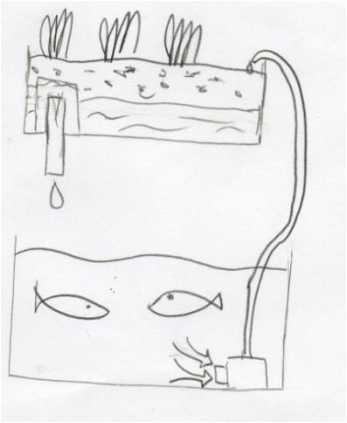
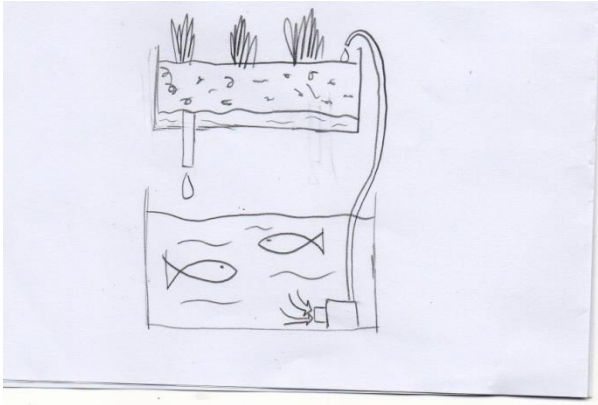
三、小型化系統做為桌上觀賞兼養殖：

由於本系統可自行循環，不需太多的照料，可以減少養殖的難度，有助於推廣家庭使用，若將系統小型化，並嚐試種植香草類植物及養殖觀賞型魚種。不僅可做為桌上的綠化，讓生活添加觀賞趣味，亦可收獲香草類植物供休閒飲用或做菜的調味。

拾、參考資料及其他

一、Aquaponics 系統介紹

Aquaponics 系統大約分為"介質式植栽床"、"養液薄膜式"以及"深水栽植"三種，而其中介質式植栽床又分為"持續流動"和"淹沒後排放"兩種。其中最推薦的是介質式植栽床中的淹沒後排放，適合用在 Aquaponics 陽台系統(就是裝置在陽台的 Aquaponics 系統)上。

深水栽植	養液薄膜式
	
介質式植栽床-淹沒後排放	介質式植栽床-持續流動
	

二、參考資料

(一)台灣養耕共生協會：http：//twaquaponics.blogspot.tw/
(二)魚菜共生實驗農場：http：//aquaponics-taiwan.blogspot.tw/
(三)魚菜一家魚菜共生 Home Aquaponics 的部落格：http：//homeap.pixnet.net/blog
(四)Avata 魚菜共生實驗農 fb：https：//zh-tw.facebook.com/avataaquaponics
(五)行政院農業委員會水產試驗所：
http：//www.tfrin.gov.tw/ct.asp?xItem=257097&ctNode=1211&mp=1
(六)魚菜共生工作坊：http：//blog.shanghaiaquaponics.com/

三、名詞解釋

(一)Aquaponics：Aquaponics 是一個由 Aquaculture(漁業養殖)和 Hydroponics(水耕栽培)所組成的一個新的單字。

(二)pH 值：pH 值是一種測定水質酸鹼的單位，而水質酸鹼則和水中的氫離子濃度有關。因此，pH 就是一種測量水中氫離子濃度的單位。pH 這種單位每相差 1，實際上氫離子的濃度就差了 10 倍，例如：pH3 和 pH4 的氫離子濃度就相差了 10 倍。pH 值的範圍介於 0~14 之間，pH7 為中性，<7 為酸性，>7 則為鹼性。在水中加入蛤蜊殼，可以抑制 pH 值的變化，因為每當水質變酸時，蛤蜊殼的主要成分：碳酸鈣就會溶解到水中，穩定 pH 值。

(二)kH 值：kH 值又稱為碳酸鹽硬度，可以用加熱來消除水中的碳酸鹽，和 pH 值有很大的關係。通常 kH 值越高，pH 值的變化就較小。

(三)TDS 值：TDS 值指的就是水中溶解的固體總量，通常導電度越高，水中溶解的固體總量就越，TDS 值也就越高。

【評語】030809

探討魚菜共生系統的水質穩定方法，很有研究的精神和熱忱。建議可增加硝酸鹽和亞硝酸鹽濃度的監測，讓實驗更精確。