【2021 學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

名稱：養魚先養水?

一、摘要：

養魚時，時常聽到『養魚先養水』這句話。其實魚缸就如同封閉的生態系，其中各式生物都扮演著物質循環的關鍵角色。而氮循環中，氨的分解者：硝化菌扮演著此循環極重要的角色。本實驗以市售指示劑作為指標進行氨濃度測量，欲探究魚缸中氨被分解的速度受到哪些因素影響？故本實驗試從不同濾材、不同硝化菌及不同色光探討硝化菌與氨/銨循環與平衡的關係，發現從高效率培菌的觀點出發，濾材挑選珊瑚砂或陶瓷環可縮短培菌的時間；菌種挑選液態菌液且密封性包裝可獲得較高的培菌成功率；色光種類則對於培菌效率無明顯助益，可隨水族飼養場景變換。

二、探究題目與動機

魚缸的水為什麼會這麼乾淨呢？明明沒有去清理魚缸，魚兒的排泄物和多餘的飼料為什麼不見了？生物課時老師曾提及：「魚類分解含氮養分產生的含氮廢物『氨』，其對於生物的毒性較高，但可直接排放至周邊的水中稀釋氨的毒性」。但是在封閉的魚缸環境中，魚類產生的氨不斷地在魚缸中累積，但是什麼因素造成魚隻能好好的存活呢？所以我們經由資料搜尋得知水中的硝化細菌可藉由硝化作用分解氨，所以我們想要探討市售不同種類硝化菌是否有差異？、哪些因素能影響硝化菌的生長？，並且檢驗市售不同的濾材的培菌效率，藉此探究如何讓養魚變得更容易。

三、探究目的與假設

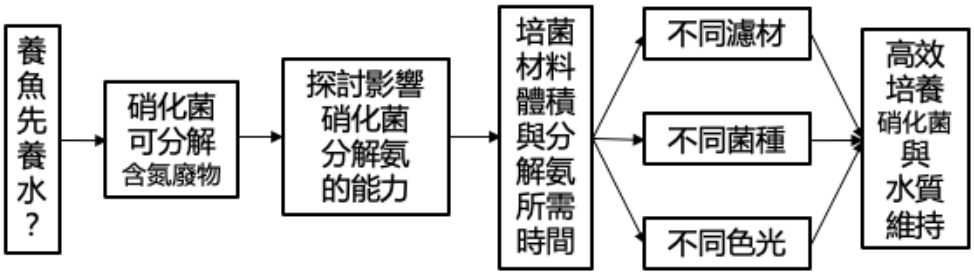
（一）不同濾材會影響硝化菌分解氨的能力。

（二）不同種類硝化菌分解氨的能力不同。

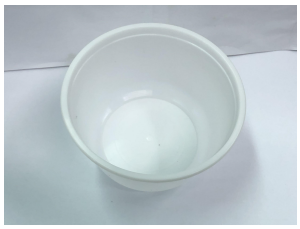
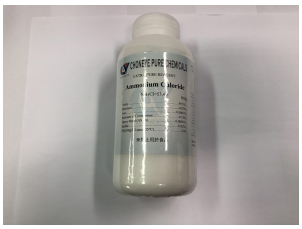
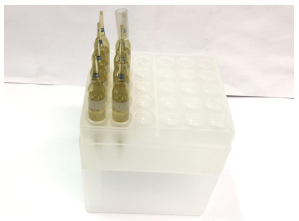
（三）不同色光會影響消化菌分解氨的能力。

四、探究方法與驗證步驟

（一） 實驗架構



（二） 實驗器材：

			
850ml 免洗碗	氯化氨	TBS 氨檢測試劑	彩色玻璃紙 (紅、黃、藍、綠、透明)
陶瓷環	生化棉	生化球	珊瑚砂
			
友浚 開缸達人三相複合菌 (硝化菌粉)	Aquagrow 全方位淨水硝化菌 （液態菌液）	BIO-DIGEST II （液態菌液）	雅柏 去毒活菌酵素 (硝化菌粉)

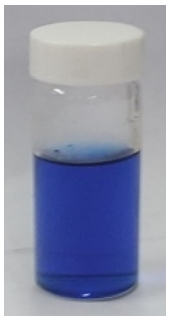
（三） 實驗方法與步驟：

➢ **氨溶液配置**：

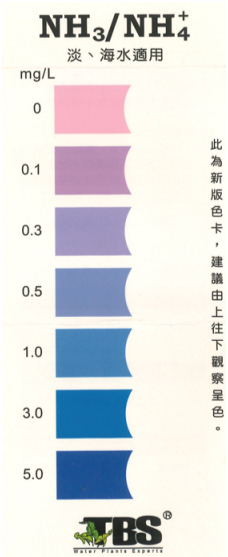
取 0.38 克氯化銨(NH_4Cl)，溶解於 100 毫升逆滲透水溶液中，此氨溶液濃度為 1000 毫克/升，再取該液 4 毫升加入 796 毫升逆滲透水稀釋形成 5 毫克/升之氨溶液。

➢ **總氨量檢測**：

1. 抽取 5ml 碗內之溶液置入 8ml 透明儲存瓶，並依序滴入 TBS 氨檢測試劑，等待 30 分鐘呈色。
2. 針對溶液之顏色變化與總氨量驗檢測對照表一同進行比對拍照。
3. 利用網路之顏色判讀軟體 https://bit.ly/31WqzwE



圖一、8ml 透明儲存瓶



圖二、總氨量檢測對照表

分別對於實驗呈色與總氨量驗檢測對照表之色塊中心區域任取 3 點進行 RGB 色碼轉換。

4. 將實驗呈色之平均 RGB 值與總氨量驗檢測對照表之 RGB 值進行比對。

➢ **前實驗**：

預估正式實驗所需之培菌材料體積約 200cm^3 與硝化菌分解氨溶液所需之時間約 15 天。

1. 生化棉修剪成塊狀（2cm×2cm×2.5cm），並以 50cm^3、100cm^3、150cm^3、200cm^3 分裝成四碗。
2. 每碗分別盛裝 600 毫升氨溶液及添加依包裝標示比例之台灣 Aquagrow-全方位淨水硝化菌。
3. 分別於不同時段（1hr、3hr、6hr、12hr、1 天、3 天、5 天……）使用 TBS 氨檢測試劑測量溶液之總氨量，直至總氨量下降至 0.5 毫克/升以下。

A. 不同濾材影響硝化菌分解氨的能力

1. 在 8 碗濃度 5 毫克/公升 600ml 的氨溶液中,分別加入體積 200cm^3 的陶瓷環、生化棉、生化球、及珊瑚砂。
2. 將 Aquagrow-全方位淨水硝化菌依包裝標示之添加比例分別加入 8 碗不同濾材中培養 15 天。

圖三、不同濾材實驗裝置

3. 將 8 碗不同濾材之溶液傾倒並瀝乾濾材，並分別重新添加 5 毫克/公升 600ml 的氨溶液。
4. 每隔 24 個小時使用 TBS 氨檢測試劑測量一次水中的總氨量，並比較硝化菌在四種濾材上分解氨的能力。

B. 市面上販售硝化菌分解氨的能力

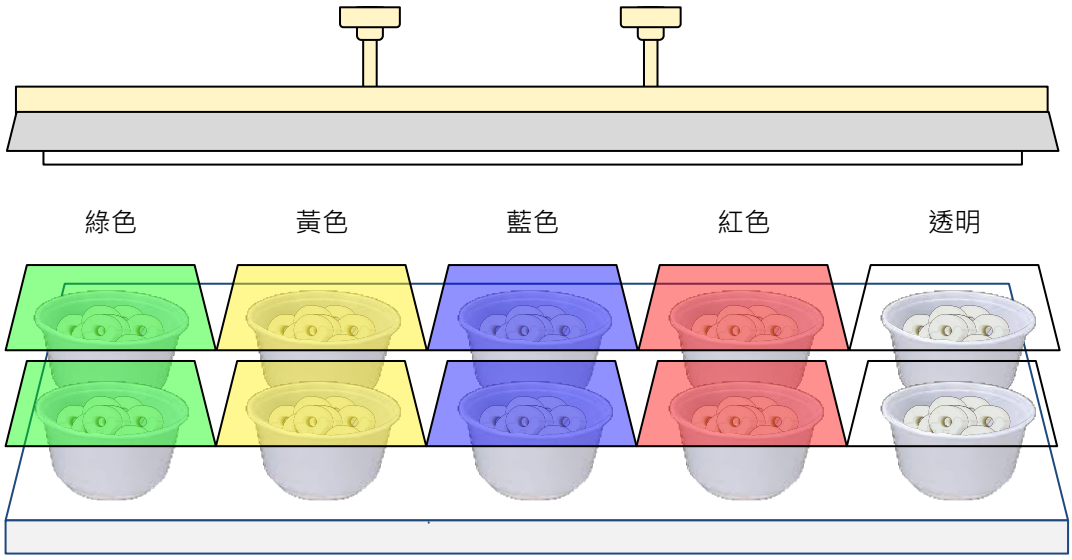
1. 在 8 碗濃度 5 毫克/公升 600ml 的氨溶液中，分別加入體積 200cm^3 珊瑚砂。
2. 將網路上販售的四種硝化菌（台灣友浚-開缸達人三相複合菌、台灣 Aquagrow-全方位淨水硝化菌、法國 BIO-DIGEST 二代、台灣 UP 雅柏去毒活菌酵素）依包裝標示之添加比例加入 8 碗氨溶液中。

圖四、不同市售硝化菌實驗裝置

3. 每隔 24 個小時使用 TBS 氨檢測試劑測量一次水中的總氨量，並比較硝化菌在四種濾材上分解氨的能力。

C. 不同色光影響硝化菌分解氨的能力

1. 在 10 碗濃度 5 毫克/公升 600ml 的氨溶液中，分別加入體積 200cm^3 陶瓷環。
2. 將台灣 Aquagrow-全方位淨水硝化菌依包裝標示之添加比例分別加入 10 碗氨溶液中。
3. 將 10 碗塑膠碗分別包上透明、紅、黃、藍、綠色的玻璃紙。
4. 每隔 24 個小時使用 TBS 氨檢測試劑測量一次水中的總氨量，並比較硝化菌在四種色光中分解氨的能力。



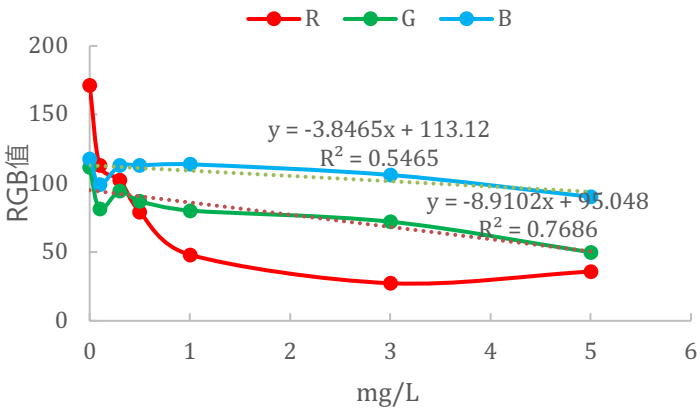
圖五、不同色光實驗裝置

五、結論與生活應用

(一) 討論

➢ **總氨量檢測對照表之分析**

1. 將總氨量驗檢測對照表之 RGB 色碼與濃度之 XY 散布圖進行分析，由此可知 R 值小於總氨濃度 1mg/L 時有明顯變化，G 值在總氨濃度大於 0.5mg/L 時與濃度有高度正相關（$R^2 = 0.95$）。B 值則因與在總氨濃度的相關性較低，故不當作濃度判別依據，所以本實驗採用總氨量檢測對照表之 R 值與 G 值進行濃度判別。



圖六、標準總氨量濃度 - RGB值對照圖

2. 因對於魚隻友善之水中的氨濃度需小於 0.02mg/L，故須進行氨與總氨量之換算。假設一般性之魚缸環境若設定於恆溫 28 度且 pH 值 7.6 的氨佔總氨量之換算式如下：

   0.0271×0.3mg/L=0.00813 mg/L （28°C，pH=7.6 之氨佔總氨量之百分比：2.71%）

   故判斷水中氨是否適合於魚隻生存之最低對照『總氨量』需小於『0.3mg/L』。

A. 不同濾材影響硝化菌分解氨的能力

表一、不同濾材實驗總氨濃度 - RGB 值對照表

標準總氨量濃度 - RGB 值對照表							
濃度 (mg/L)	0	0.1	0.3	0.5	1	3	5
R	171	113	103	79	48	27	36

由數據顯示，珊瑚砂於第 3 天及陶瓷環於第 12 天時，已將總氨量分解至魚隻安全範圍，而生化棉與生化球卻沒有明顯的變化。因分解氨的速度與硝化菌的數量有關，故珊瑚砂和陶瓷環在相同無壓縮下的體積時，此兩濾材之培菌面積可能遠大於生化球和生化棉，所以有相對良好之培菌效果。

表二、不同濾材實驗 R 值

R 值		濾材種類			
天數	日期	陶瓷環	生化棉	生化球	珊瑚砂
0	10/18	8	17	10	8
2	10/20	13	23	19	4
3	10/21	0	3	1	137
5	10/23	10	18	20	192
9	10/27	6	12	14	158
10	10/28	30	19	21	172
11	10/29	47	23	22	170
12	10/30	137	20	14	208
15	11/2	161	14	8	134

B. 市面上販售硝化菌分解氨的能力

表三、不同硝化菌實驗總氨濃度 - RGB 值對照表

標準總氨量濃度 - RGB 值對照表							
濃度 (mg/L)	0	0.1	0.3	0.5	1	3	5
R	181	117	110	84	35	13	35

由數據顯示，市售硝化菌之分解氨能力以法國 BioDigest II 於第 16 天起可將總氨量分解至魚隻安全範圍，而其他品牌在數值上變動不大，在 16 天內皆無法有效降低水中總氨量。Bio Digest 為法國製之液態硝化菌，其包裝使用玻璃製的安瓿，不僅具有較高的密封性，更可以提高硝化菌數的保存，而液態硝化菌相較粉狀硝化菌種更能保有原始菌種活性，故可獲得在短時間內的高效培菌效果。

表四、不同硝化菌實驗 R 值

R 值		硝化菌種類			
天數	日期	Aquagrow	Bio Digest	友浚	雅柏
0	1/5	4	10	15	13
3	1/8	8	13	31	15
6	1/11	21	16	11	18
7	1/12	4	3	7	3
8	1/13	36	7	48	14
9	1/14	6	7	2	2
10	1/15	0	2	3	2
16	1/21	2	115	4	7

C. 不同色光影響硝化菌分解氨的能力

表五、不同色光實驗總氨濃度 - RGB 值對照表

標準總氨量濃度 - RGB 值對照表							
濃度 (mg/L)	0	0.1	0.3	0.5	1	3	5
R	168	113	102	82	54	35	49

由數據顯示，在不同色光下，忽略透明組於第 14 天產生的誤差外，綠色光與黃色光在第 29 天有效地將總氨量分解至魚隻安全範圍，其餘在第 32 天時皆能有效要培菌降低總氨量。由此可推測改變色光與硝化菌生長的效果較低，且不同色光的效果沒有顯著差異。

表六、不同色光實驗 R 值

R 值		色光種類				
天數	日期	綠色	黃色	藍色	紅色	透明
0	11/23	30	24	27	25	25
2	11/25	32	32	32	31	28
4	11/27	32	32	31	33	32
5	11/28	23	27	27	28	26
7	11/30	24	26	25	31	51
8	12/1	21	24	24	25	22
11	12/4	23	26	24	25	48
14	12/7	23	23	24	22	113
15	12/8	24	25	26	24	81
16	12/9	22	20	21	26	51
18	12/11	21	22	19	22	65
26	12/19	64	19	19	12	69
29	12/22	230	173	23	78	65
32	12/25	214	230	222	214	215

（二）結論

1. **不同濾材影響硝化菌分解氨的能力。**
   在培菌濾材的選擇中，若考量相同體積下的培菌效果，可以優先考慮珊瑚砂及陶瓷環，其中珊瑚砂的培菌效果有顯著高於其他濾材。
2. **市面上販售硝化菌分解氨的能力。**
   市售硝化菌在挑選中，可以優先挑選活性較高的液態硝化菌，若包裝為高密封性的安瓿，可有效提升使用時的培菌效率。
3. **不同色光影響硝化菌分解氨的能力。**
   色光改變對於培菌效果沒有顯著差異，所以培菌時不需考慮改變色光造成的影響。

參考資料

- 王雅慈、陳世庭、林吟庭、曾鈺伶（2005）。水族缸中的隱形精靈--硝化菌與水族缸之氨氮循環。取自網址 https://bit.ly/3m7MPMn
- 王建龍（2005）。COD 對顆粒污泥厭氧氨氧化反應性能的影響。應用與環境生物學報，11（5），604 - 607。取自網址 https://bit.ly/33jdfTZ
- 吳蕙如(2013)以斑馬魚胚胎評估半導體廢水之生物毒性。國立交通大學 環境工程研究所：碩士論文。取自網址 https://bit.ly/33ibpCF
- 柯清水（2004）。**硝化細菌與水產養殖問答集**。養魚世界：台灣。