



創新水產益健飼料之擴散應用模式

**Extension model of innovative pro-health aquafeed
with effective probiotics supplementation**



創新水產益健飼料之擴散應用模式

Extension model of innovative pro-health aquafeed with effective probiotics supplementation

農業部水產試驗所

Fisheries Research Institute, MOA

中華民國一一二年十一月

November 2023



序

吳郭魚、鱸魚、石斑魚、白蝦及午仔魚為臺灣主要的經濟性養殖物種，年產量約12萬公噸，隨著全球對水產品的需求增加，加上養殖技術的進步，養殖業者為了增加單位產量，多以提高放養密度和密集投餌來換取產能，然而近年因氣候變遷的影響，例如連續高溫、強降雨等極端氣候，容易造成養殖動物緊迫因而誘發疾病，再者，國際間對於抗生素的使用條件日益嚴苛，歐盟自2006年已全面禁止抗生素作為飼料添加物的使用，因此發展替代抗生素的疾病控制方式有其必要性。

以益生菌取代抗生素為未來趨勢，而在臺灣早已有水產養殖業者使用口服益生菌來提升養殖魚蝦免疫力，然而大多數仍以人工拌合方式將益生菌加入飼料中，不僅費工費時，又無法確認飼料中益生菌的活性，且大多數益生菌不耐高溫，若直接於飼料製程中添加，其活性容易被高溫製程破壞，因此目前市面上鮮少有飼料廠量的含有益生菌的水產飼料，爰此，本所為解決第一線養殖業者在使用口服益生菌的不便，以及推廣友善環境的養殖模式，整合了5個研究單位研製出保有益生菌活性的水產益健飼料，並結合飼料廠以及吳郭魚、白蝦、鱸魚和午仔魚養殖業者共同驗證。

本所水產養殖組自2015年開始篩選適合水產動物的益生菌，至2021年由淡水養殖研究中心統籌，串聯各研究單位核心技術，由東港養殖研究中心藉由多重乳化包覆技術，大幅提升益生菌在飼料中的活性，並積極洽詢大型飼料廠商業化試量產水產益健飼料，最後前往田間驗證場與示範場實際驗證益健飼料的成果，此外本所東部漁業生物研究中心亦研發出藻多醣益健飼料，促進益健飼料的多元發展與符合循環農業的精神。本刊特別介紹益健飼料在這幾年的成果，內容涵蓋了從研發過程、實驗室規模驗證至田間試驗驗證，藉由點線面逐漸擴大益生菌在產業的應用，促進我國水產養殖的永續經營與發展。

農業部水產試驗所

所長

張錦宜

謹識

中華民國一十二年十一月



目次

第一章 水產養殖功能性益生菌之研發	黃美瑩	
一、抗水產病原弧菌之益生菌之研發		4
二、乳酸菌及其所產葡聚糖應用在水產養殖		18
三、水產益健飼料之應用研究		38
第二章 益健飼料多重乳化包覆技術	周瑞良	
一、益生菌介紹		48
二、益健飼料商業模式製程		56
三、午仔魚簡介		64
四、午仔魚益健飼料		69
五、益健飼料應用於白蝦成果		88
第三章 應用益健飼料的吳郭魚安全養殖	陳建彰、張錦宜、劉姵姍、楊順德	
一、前言		93
二、益健飼料應用於吳郭魚安全養殖		99
三、水產病原常見鏈球菌快速檢測		116
四、結論與展望		128
第四章 添加海藻發酵物之益健飼料應用研究	黃侑勛、易琮凱	
一、前言		131
二、海木耳發酵液介紹		133
三、試驗成果		139
四、結論		154
五、技術輔導與推廣分享		156



第一章 水產養殖功能性益生菌之研發

黃美瑩
水產養殖組



- 一、抗水產病原弧菌之益生菌之研發
- 二、乳酸菌及其所產葡聚糖應用在水產養殖
- 三、水產益健飼料之應用研究



一、抗水產病原弧菌之益生菌



➤ 目前常用於水產養殖的益生菌(probiotics)，其主要功能包含下列幾項：

1. 改善水質
2. 增加營養及改進飼料消化性
3. 提升生物免疫能力
4. 與病原菌競爭進而排斥病原菌
5. 拮抗病原菌
6. 抵抗病毒



緣起

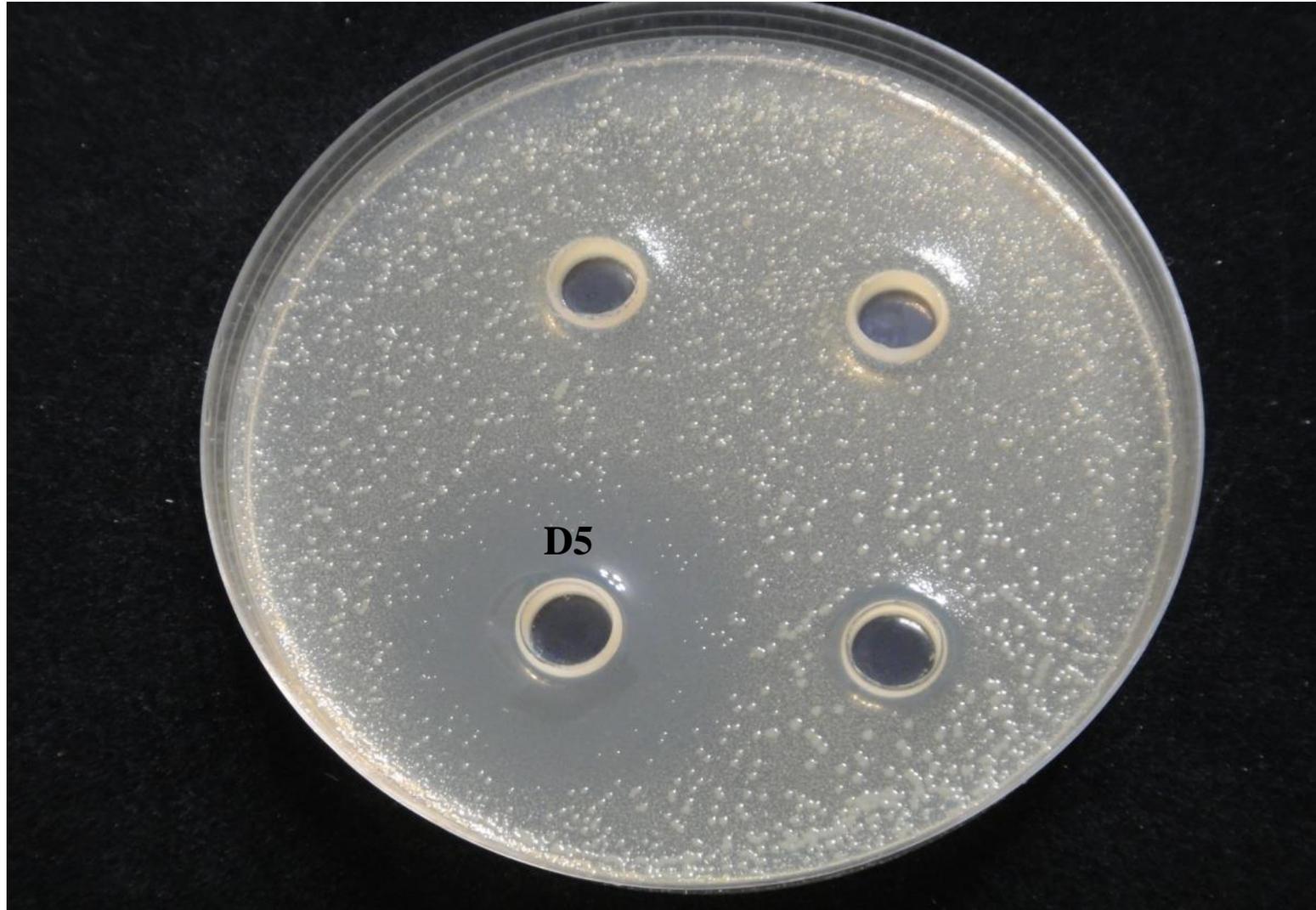
- 水產病原弧菌所引起的弧菌疾病 (vibriosis) 長久以來都是水產養殖產業的重大威脅之一，即使是養殖先進國家如日本，每年因為弧菌感染造成的損失仍高達上千萬美元。



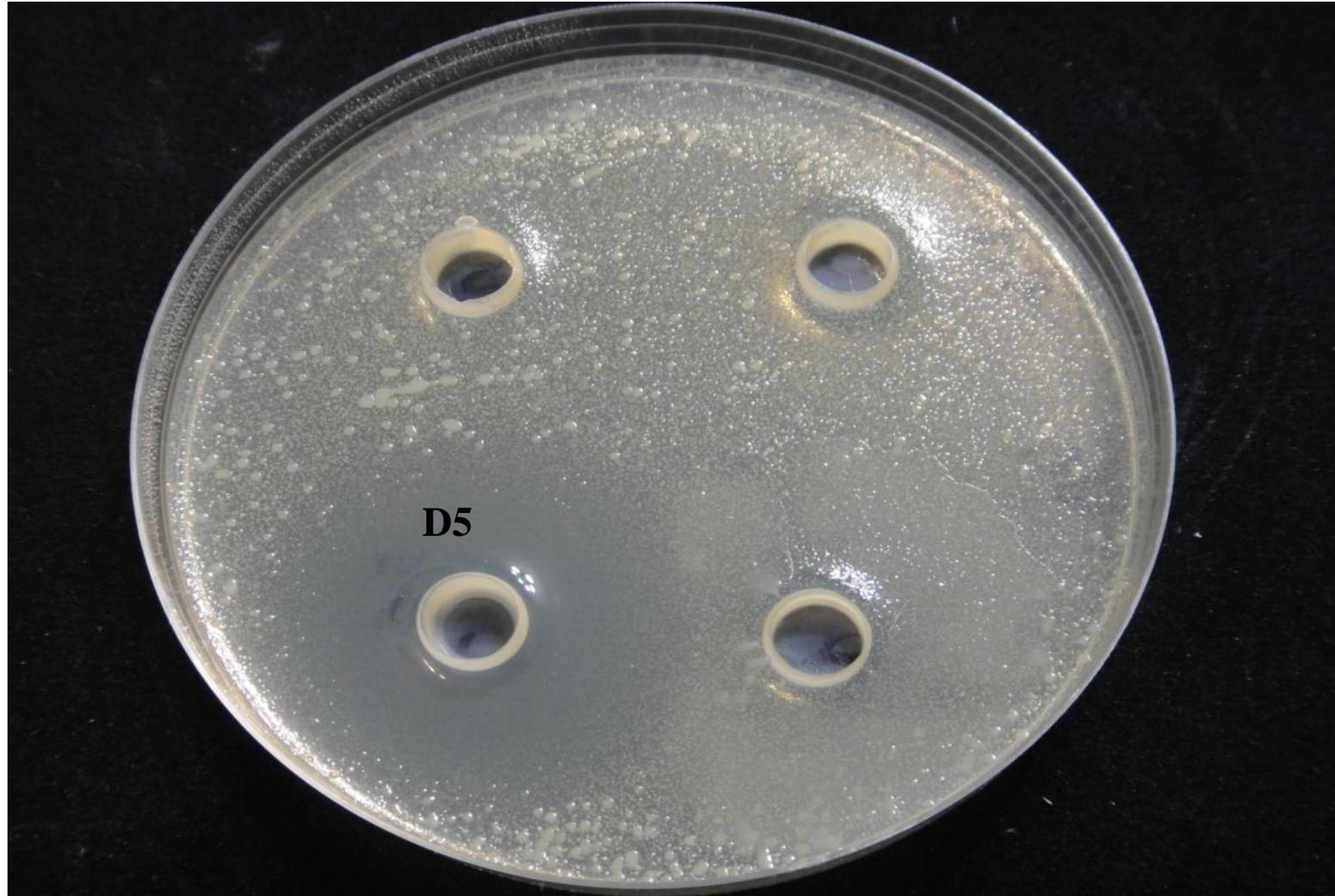
- 弧菌為海水中最常見的細菌之一，海水及半淡鹹水養殖的魚種都有可能受弧菌疾病危害。
- 臺灣主要受損害的是石斑魚及蝦類，其他尚有吳郭魚、虱目魚、鱸魚和文蛤等。



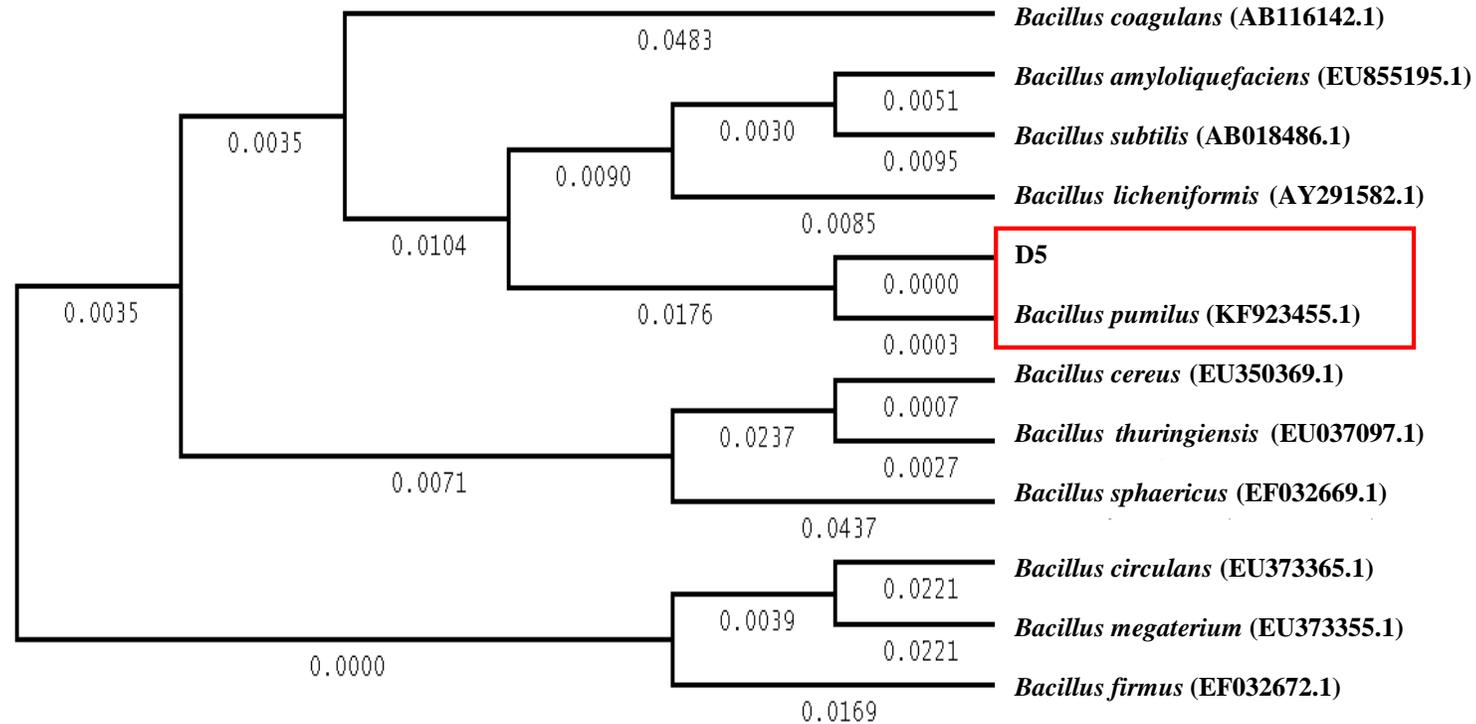
- 水產病原弧菌是海水養殖魚蝦貝類發生嚴重細菌性疾病的主要原因之一，研發強力抗水產病原弧菌之益生菌的生物製劑，可以降低抗生素的使用，減少抗藥性的菌株出現，是友善水產養殖環境的方式。
- 雖然市面上有許多種益生菌產品，但是目前為止，市面上尚未有針對水產病原弧菌有明顯抑制效果之益生菌產品。



短小芽孢桿菌 *Bacillus pumilus* D5 菌株對腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*) 之抑制情形 (3 mm)。



D5 菌株對哈維氏弧菌 (*V. harveyi*) 之抑制情形 (5 mm)。



命名為 *Bacillus pumilus* D5

系統發生樹狀圖顯示，D5 菌株之16S rRNA序列片段與*B. pumilus*最為接近。系統發生樹狀圖是以 Accelrys Gene v2.5 程式之鄰位連接法 (Neighbor Joining Method) 分析 GenBank 資料庫之核苷酸序列資料所得。



B. pumilus D5 菌株對不同水產病原弧菌、大腸桿菌及鼠傷寒沙門氏菌之抑菌情形

Indicator strains	Inhibitory zone diameter (mm)
<i>Vibrio</i>	
<i>V. alginolyticus</i> (溶藻弧菌)	1.0
<i>V. anguillarum</i> (鰻弧菌)	3.0
<i>V. cholerae</i> (霍亂弧菌)	4.0
<i>V. harveyi</i> (哈維氏弧菌)	5.0
<i>V. parahaemolyticus</i> (腸炎弧菌)	3.0
<i>V. proteolyticus</i> (溶蛋白弧菌)	0
<i>V. vulnificus</i> (創傷弧菌)	3.0
<i>Escherichia</i>	
<i>E. coli</i> BCRC 11549	3.0
<i>E. coli</i> BCRC 11634	3.0
<i>Salmonella</i>	
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028 (鼠傷寒沙門氏菌)	2.0

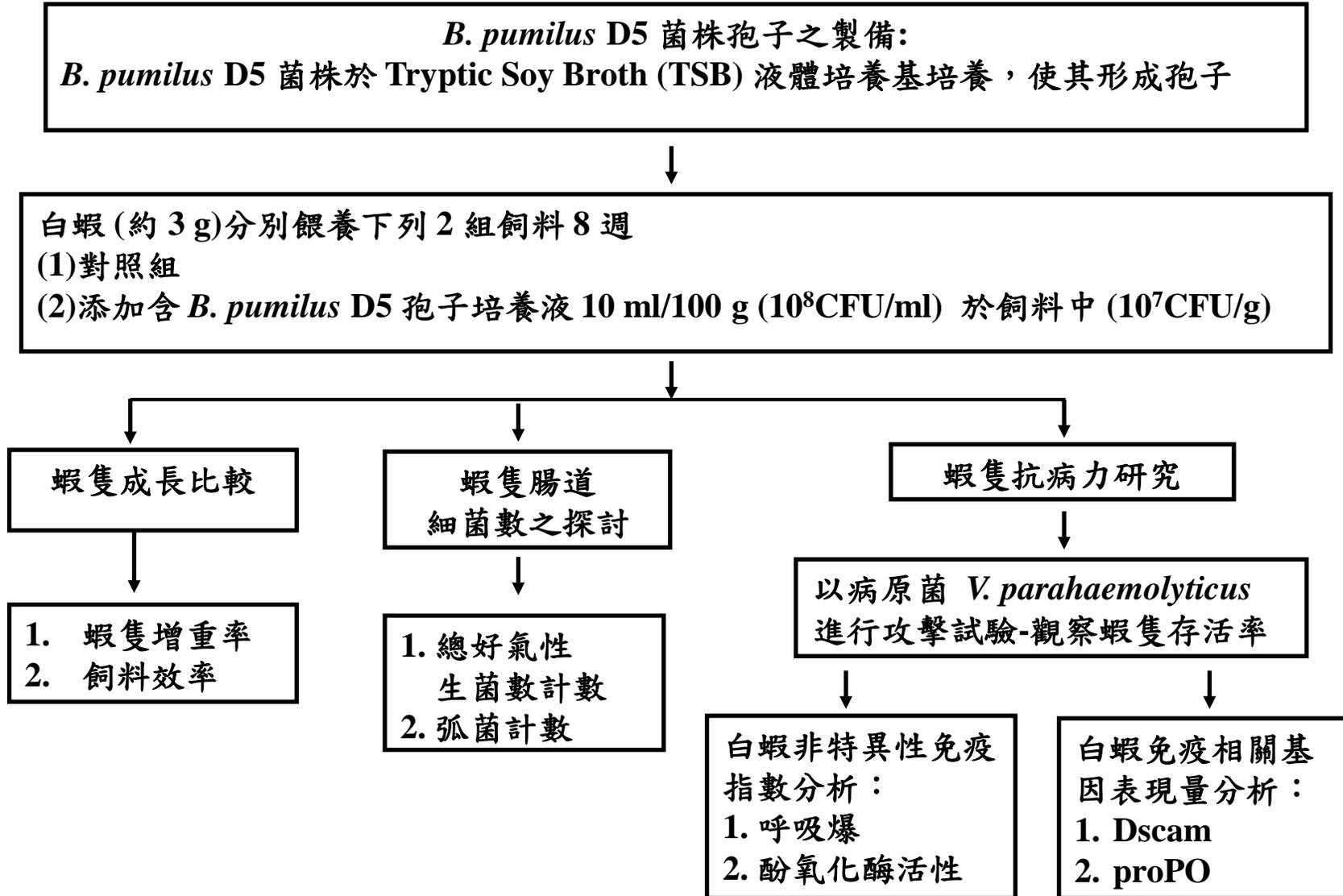


B. pumilus D5 菌株對人類致病性腸炎弧菌、鏈球菌、仙人掌桿菌、親水性產氣單胞菌、愛德華氏菌、奴卡氏菌、發光桿菌及乳酸鏈球菌之抑菌情形

Indicator strains	Inhibitory zone diameter (mm)
<i>Vibrio</i>	
<i>V. parahaemolyticus</i> BCRC 10806 (人類致病性腸炎弧菌)	4.0
<i>Streptococcus</i>	
<i>S. iniae</i> (瓶鼻海豚鏈球菌)	11.0
<i>S. agalactiae</i> (無乳鏈球菌)	6.0
<i>Bacillus</i>	
<i>B. cereus</i> (仙人掌桿菌)	4.0
<i>Aeromonas hydrophila</i> (親水性產氣單胞菌)	4.0
<i>Edwardsiella tarda</i> (愛德華氏菌)	6.0
<i>Nocardia seriolae</i> (奴卡氏菌)	13.0
<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>damsela</i> (發光桿菌)	7.0
<i>Lactococcus garvieae</i> (乳酸鏈球菌)	8.0



B. pumilus D5 對白蝦成長、 非特異性免疫及抵抗病原菌影響之流程圖

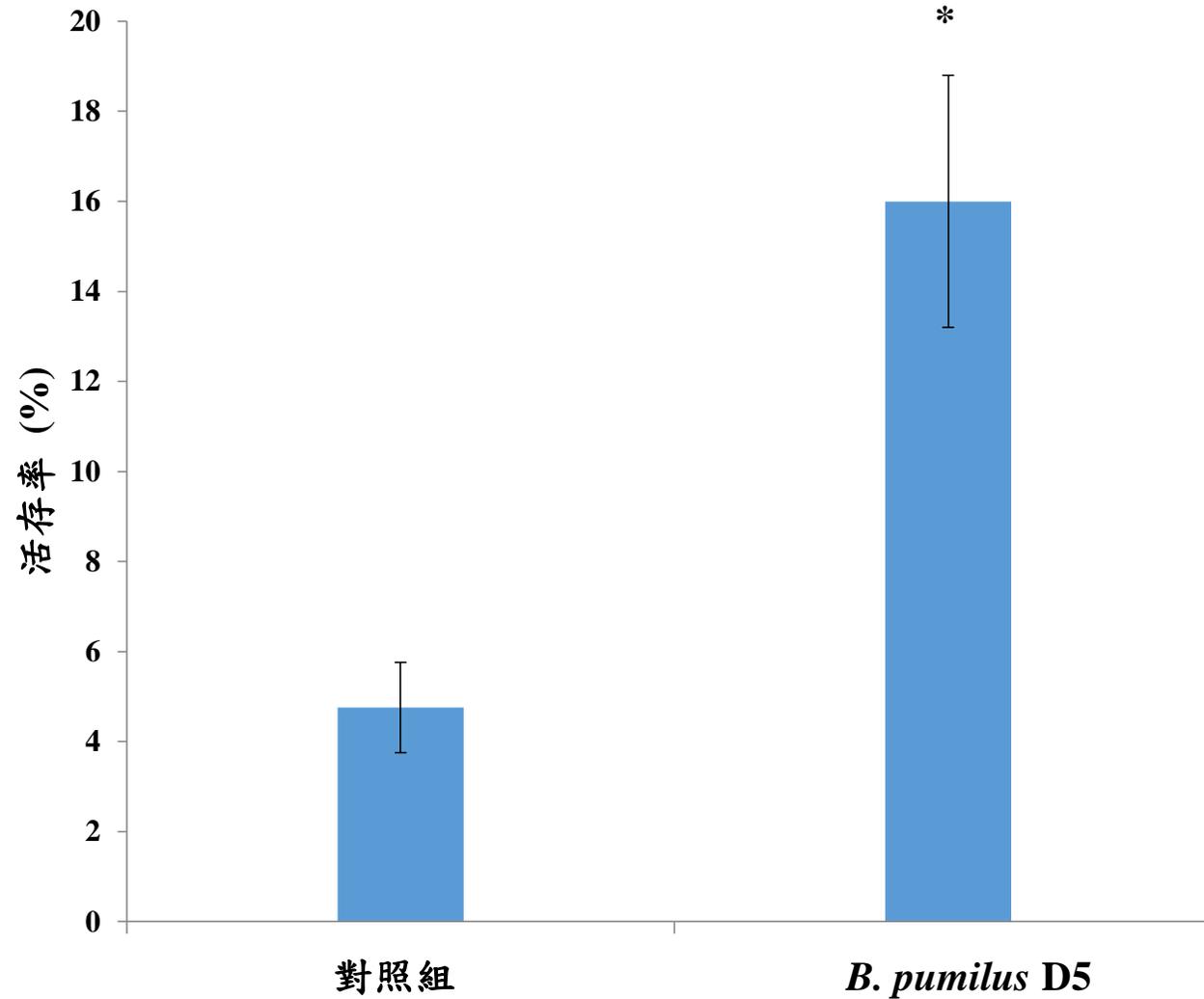




白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 分別餵飼(1)對照組、(2)添加 *B. pumilus* D5之飼料 (10^7 CFU/g) 8 週的成長表現

	飼料組別	
	對照組	<i>B. pumilus</i> D5
初重(g)	3.06 ± 0.88^a	2.94 ± 0.79^a
末重(g)	6.52 ± 2.01^a	6.97 ± 2.16^a
增重率(%)	212.86 ± 31.42^a	236.76 ± 34.62^a
飼料效益	0.43 ± 0.12^a	0.49 ± 0.11^a

^a表示統計上無顯著差異($p > 0.05$)



白蝦 (*L.vannamei*) 在餵飼(1)對照組、(2) 添加 *B. pumilus* D5 (10^7 CFU/g) 之飼料 8 週，以病原弧菌 *V. parahaemolyticus* 攻擊後之活存率。

*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$)



結論

- 白蝦 (*L. vannamei*) 飼料添加 *B. pumilus* D5 之飼料 (10^7 CFU/g) 8 週，平均體重、增重率及飼料效率與對照組無顯著差異 ($p > 0.05$)。
- 白蝦飼料添加 *B. pumilus* D5 之飼料 8 週，以病原菌 *V. parahaemolyticus* 攻擊後，活存率顯著高於對照組 ($p < 0.05$)。



二、乳酸菌及其所產葡聚糖應用在水產養殖



益生菌(prebiotics)在水產養殖上的使用

- 益生菌為動物不能消化的食物原料，可選擇性刺激腸道內益生菌的生長及活性，主要包括寡糖及聚醣等。
- 以益生菌-寡糖及聚醣作為飼料添加物可有效增進魚蝦類的成長及免疫能力。
- 寡糖類及葡聚醣(glucan)、果聚醣、幾丁質、幾丁聚醣等可增強鯉魚、鱒魚、鮭魚及斑節蝦等水產動物之生長，並提升對於細菌性疾病的抵抗力。



- 合益素(synbiotics)為結合使用益生菌及益生素，其所產生之效益通常比二者單獨使用效果的總合還高。



合益素(益生菌+ 益生素)應用於水產養殖之成效

魚蝦種類	益生菌, 益生素	益生菌, 益生素濃度	施用期	試驗組整體結果	參考文獻
三角魴 (<i>Megalobrama terminalis</i>)	<i>B. licheniformis</i> , 果寡糖	10 ⁷ CFU/g, 0.3%	56天	↑白血球數量 ↑免疫球蛋白 ↑補體 ↑總血清濃度 ↓病菌攻擊後之死亡率	Zhang <i>et al.</i> , 2013
牙鯡(<i>Paralichthys olivaceus</i>)	<i>Bacillus spp.</i> , β-葡萄糖寡糖	1.0×10 ⁸ CFU/g, 0.1%	56天	↑比生長率 ↑飼料效益 ↑溶菌酶活性 ↑超氧歧化酶活性 ↓病菌攻擊後之死亡率	Hasan <i>et al.</i> , 2018
鯉魚 (<i>Cyprinus carpio</i>)	<i>B. subtilis</i> , β-葡萄糖聚糖	1.0×10 ⁸ CFU/g, 0.1%	70天	↑體重 ↑肉質 ↑腸道型態 ↑腸道絨毛長度 ↑消化酵素 ↑免疫指標 ↑抗氧化能力	Cao <i>et al.</i> , 2019
白蝦 (<i>L.vannamei</i>)	<i>Bacillus spp.</i> , 蜂蜜	1%, 0.5%	45天	↑增重率 ↑消化酵素	Hasyimi <i>et al.</i> , 2020
	<i>Lactobacillus plantarum</i> , 可可果膠	10 ⁴ CFU/g, 0.5%	56天	↑增重率 ↑飼料效益 ↓病菌攻擊後之死亡率	Kuo <i>et al.</i> , 2021
	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , 低聚果糖	1.0×10 ⁷ CFU/g, 0.5%	60天	↑增重率 ↑比生長率 ↓病菌攻擊後之死亡率	Hong <i>et al.</i> , 2022



聚醣與寡糖的來源

- 聚醣大部分自天然物萃取，聚葡萄糖 (glucan) 主要從真菌及酵母菌等微生物或部分藻類之細胞壁萃取純化。
- 大豆寡糖萃取自大豆，乳酮糖 (lactulose) 是利用化學合成外，其他寡糖大多是自多醣類以酵素水解或由雙醣以轉移酶取得。
- 上述方式大多須要經過繁瑣之萃取及純化等步驟，取得較為不易，因此價格昂貴，雖然作為養殖生物的免疫激活物之功效良好，因價位仍然偏高，因此推廣不易。



➤ 會產生葡聚糖與寡糖的乳酸菌主要為

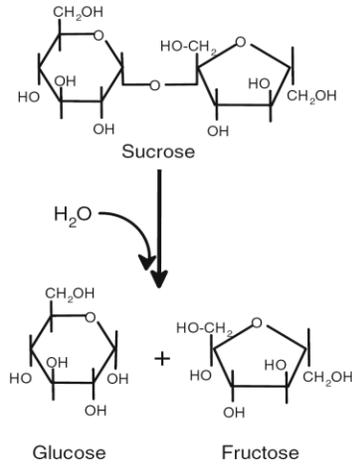
Lactobacillus spp.

Leuconostoc spp.

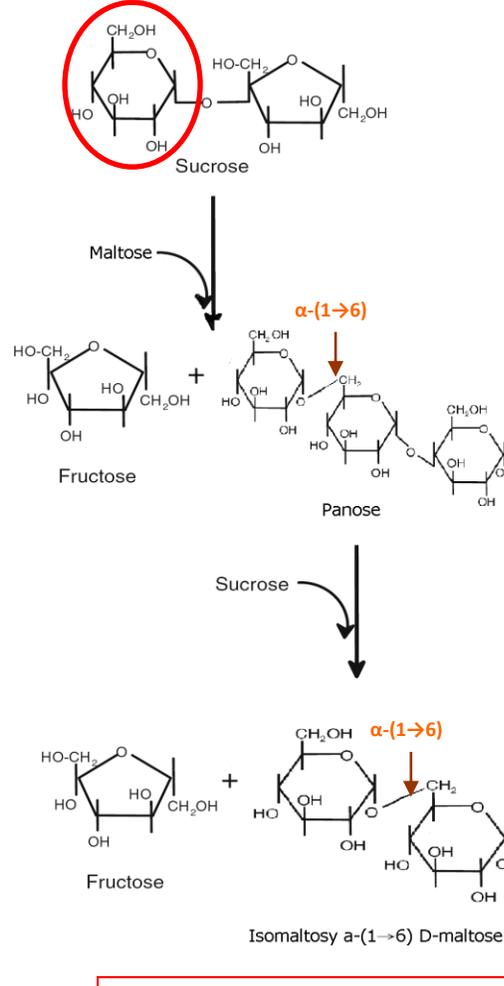
Streptococcus spp.

Weissella spp.

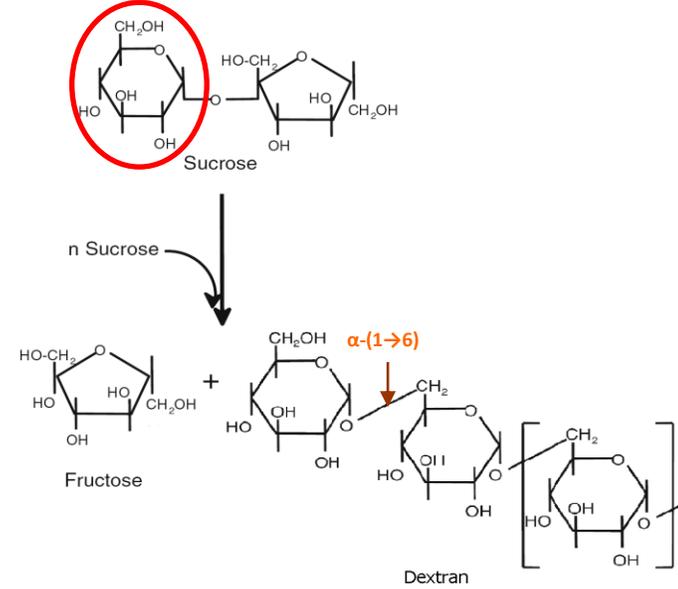
I Hydrolysis



II Acceptor-reaction



III Polymerization



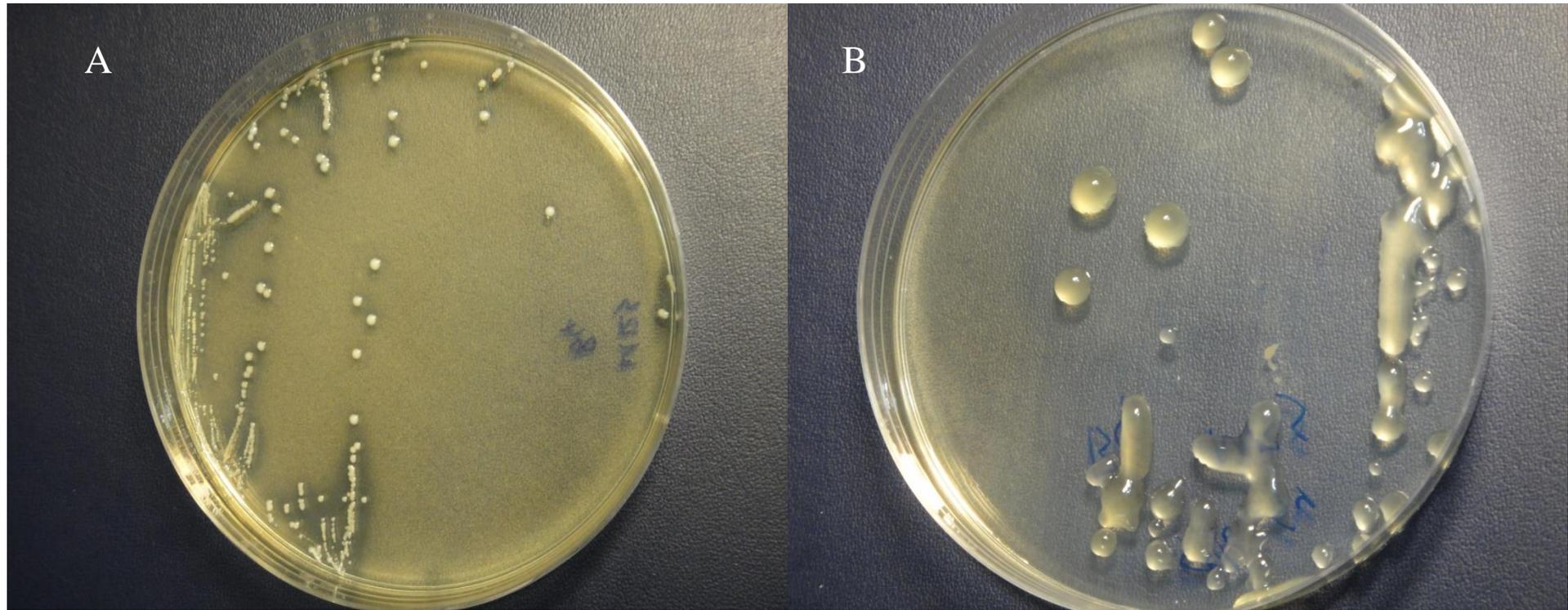
glucooligosaccharides (GOS)

微生物的葡聚糖蔗糖酶 (dextranase) 作用蔗糖及麥芽糖的概要圖示，包括三種反應：水解作用、受體反應及聚合反應。



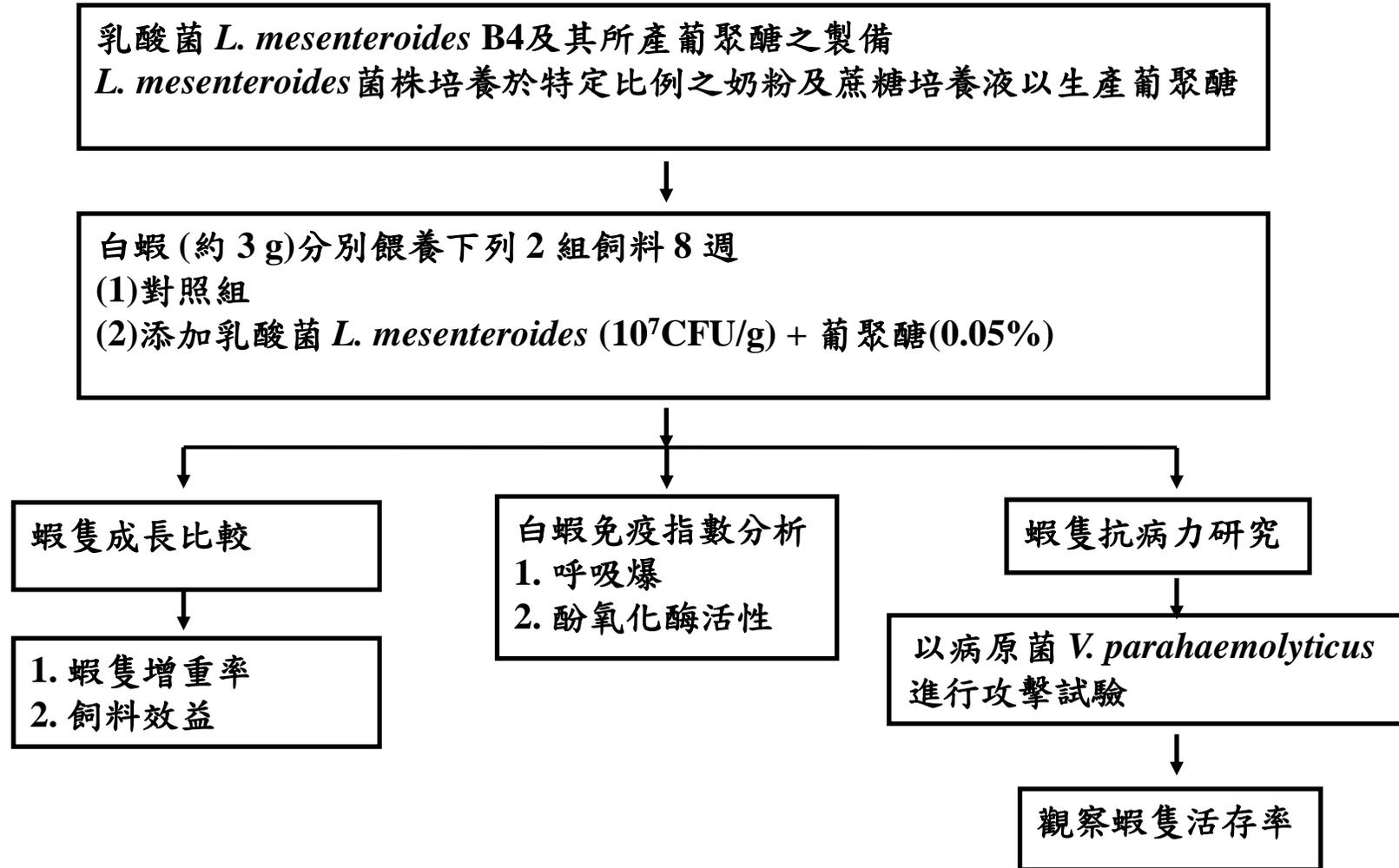
研究目的

- 篩選產生益生素-葡聚醣之益生菌，研發增強養殖魚蝦貝類本身之免疫的微生物製劑，有效提高魚蝦貝類之抗水產病原菌的能力，減少養殖用藥，進而建構安全且高效率的綠色水產養殖體系，促進水產養殖產業升級。



分離及純化自美洲大口鱸魚腸道之B4 菌株生長在未含蔗糖的培養基之菌落 (A)。
B4菌株生長在含有12%蔗糖 (W/W) 之蔗糖培養基時菌落具有黏液狀外觀 (B)。

評估乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 及其葡聚糖優格 對於白蝦之成長及抗病力的效益





用以產生葡聚糖優格的乳酸菌 *L. mesenteroides* B4、其發酵基質材料及發酵器皿。



試驗組飼料中添加的乳酸菌 *L. mesenteroides* B4及其葡聚糖產物之優格。



試驗組飼料以電動攪拌器將乳酸菌*L. mesenteroides* B4及其葡聚糖產物之優格與飼料混合均勻。



白蝦 (*L. vannamei*) 分別餵飼對照組、含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%)之飼料 2 週的成長表現

	飼料組別	
	對照組	B4+ 葡聚糖
初重 (g)	2.30±0.06	2.27±0.05
末重 (g)	4.63±0.13	4.75±0.10
飼料效益	0.95±0.004	1.00±0.002*
增重率 (%)	101.28±0.40	109.18±0.23*

*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$).



白蝦 (*L. vannamei*) 分別餵飼對照組、含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%) 之飼料 4 週的成長表現

	飼料組別	
	對照組	B4+ 葡聚糖
初重 (g)	2.30±0.06	2.27±0.05
末重 (g)	7.91±0.50	8.47±0.69
飼料效益	0.91±0.08	1.00±0.11*
增重率 (%)	243.88±0.77	273.23±1.06*

*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$).



白蝦 (*L. vannamei*) 分別餵飼對照組、含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%) 之飼料 6 週的成長表現

	飼料組別	
	對照組	B4+葡聚糖
初重 (g)	2.30±0.06	2.27±0.05
末重 (g)	12.94±0.65	13.57±0.61
飼料效益	0.81±0.05	0.86±0.05*
增重率 (%)	462.79±4.44	497.95±4.04*

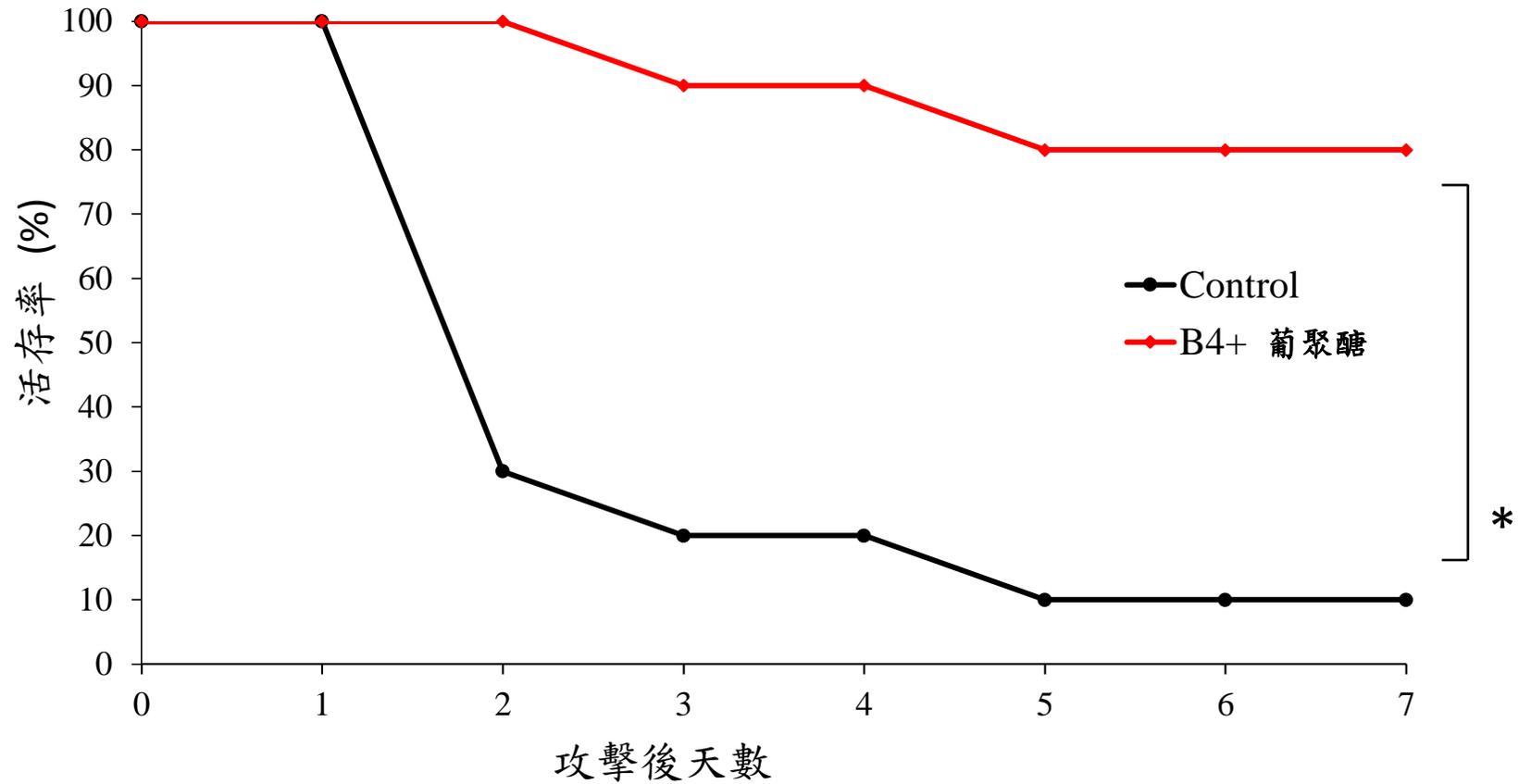
*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$).



白蝦 (*L. vannamei*) 分別餵飼對照組、含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%) 之飼料 8 週的成長表現

	飼料組別	
	對照組	B4+葡聚糖
初重 (g)	2.30±0.06	2.27±0.05
末重 (g)	20.84±1.62	21.41±1.49
飼料效益	0.83±0.07	0.86±0.07*
增重率 (%)	806.62±5.73	843.37±3.01*

*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$).



白蝦 (*L. vannamei*) 分別餵飼對照組，含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g)+ 葡聚糖(0.05%)飼料 8 週，以病原弧菌 *V. parahaemolyticus* 攻擊後之活存率。
*表示統計上有顯著差異($p < 0.05$).

小結

- 白蝦飼料中添加乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 及其葡聚醣產物之優格的試驗組，第2週起到第8週，蝦隻之增重率及飼料效率明顯較對照組為高 ($p < 0.05$)。
- 白蝦餵飼含乳酸菌 *L. mesenteroides* B4及其所產葡聚醣之飼料 8 週，以病原菌 *V. parahaemolyticus* 攻擊後，試驗組蝦隻活存率(90%)顯著高於對照組(10%) ($p < 0.05$)。
- 本研究顯示，乳酸菌 *L. mesenteroides* B4及其所產葡聚醣，有助於提升白蝦成長及增強抵抗弧菌之感染。

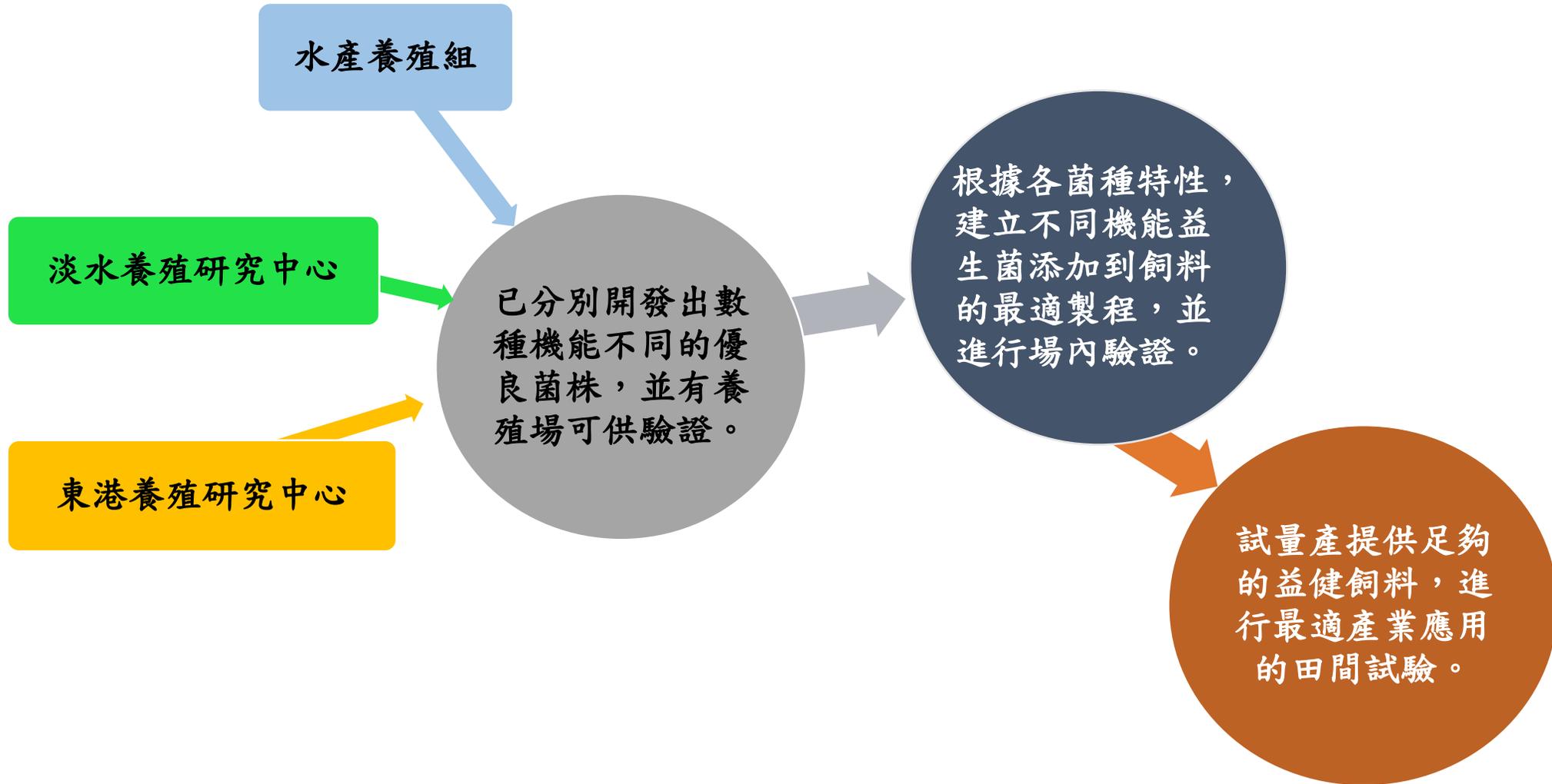


三、水產益健飼料之應用研究

擬解決問題

- 雖然水產業者大都肯定益生菌之功效，但是，目前研究單位所研發之菌種繁多，菌種特性不一，添加於飼料的方法、保存方式、期限各自不同，導致大型飼料廠無意願修改製程大量生產添加益生菌的益健飼料。
- 多年來水產益生菌的產業推廣只能靠個體養殖戶在投餵飼料前添加，不僅費時、費工，亦大幅限縮了技術擴散的成效。

技術整合





目標

- 開發含有多功能微生物添加物之水產飼料，運用於重要養殖物種，有效提升養殖成效。
- 有效改善養殖環境，舒緩水產動物的環境緊迫，提升養殖物的免疫強力，以減少疾病暴發之風險。



升福生物科技股份有限公司生產的吳郭魚沉性益健飼料(4.5mm)
(益生菌*Bacillus pumilus* D5 菌數為 3.40×10^6 CFU/g)



協益飼料股份有限公司生產的吳郭魚沉性益健飼料(2.5mm)
(益生菌*Bacillus pumilus* D5 菌數為 7.40×10^6 CFU/g)



源益飼料股份有限公司生產的烏魚沉性益健飼料(4.5mm)
(益生菌*Bacillus pumilus* D5 菌數為 7.10×10^6 CFU/g)

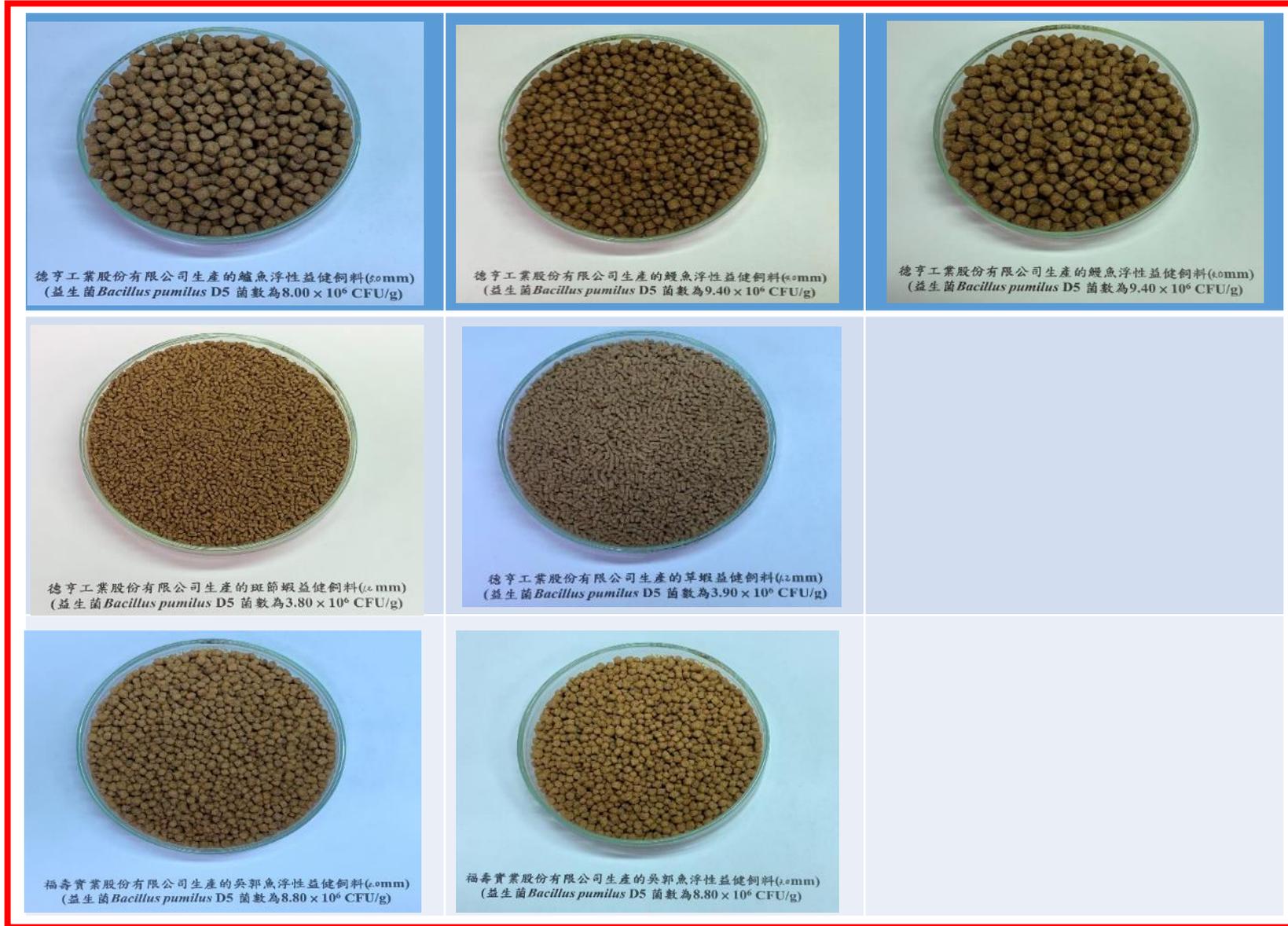


泰山企業股份有限公司生產的吳郭魚沉性益健飼料(4.5mm)
(益生菌*Bacillus pumilus* D5 菌數為 7.20×10^6 CFU/g)



泰山企業股份有限公司生產的虱目魚沉性益健飼料(4.5mm)
(益生菌*Bacillus pumilus* D5 菌數為 5.10×10^6 CFU/g)

彙整以打粒方式生產含有益生菌*B. pumilus* D5益健飼料的種類。



彙整以後包覆生產含有益生菌*B. pumilus* D5益健飼料的種類。



彙整 111 年分析含有益生菌 *B. pumilus* D5 益健飼料的種類、數量及菌數

委託飼料廠	飼料種類	益生菌 添加方式	數量 (公噸)	分析 批次	菌數(CFU/g)	儲藏50°C，3個月之 菌數(CFU/g)	現場菌數(CFU/g)
升福	吳郭魚	打粒	66.0	6	$1.93-3.40 \times 10^6$	$3.05-8.89 \times 10^5$	$1.56-2.85 \times 10^6$ (3天)
泰山	虱目魚	打粒	2.0	1	5.10×10^6	2.30×10^6	7.20×10^6 (150天)
	吳郭魚	打粒	45.0	8	$4.55-7.20 \times 10^6$	$2.10-5.50 \times 10^6$	$5.21-6.05 \times 10^6$ (65天)
源益	烏魚	打粒	8.0	2	$5.85-7.10 \times 10^6$	$1.70-2.41 \times 10^6$	9.80×10^6 (43天)
協益	吳郭魚	打粒	40.0	28	$1.01-7.40 \times 10^6$	$2.25-4.51 \times 10^6$	
德亨	鱸魚	後包覆	87.4	36	$1.99-8.00 \times 10^6$	$1.15-2.20 \times 10^6$	
	鰻魚	後包覆	24.7	12	$7.80-9.60 \times 10^6$		
	斑節蝦	後包覆	32.2	18	$1.12-5.20 \times 10^6$		
	草蝦	後包覆	4.5	3	$2.10-3.90 \times 10^6$		
福壽	吳郭魚	後包覆	9.0	2	$3.60-8.80 \times 10^6$	$3.14-4.90 \times 10^6$	$3.21-5.30 \times 10^6$ (30天)
合計	7種	2種	309.8	116			



結論

- 以打粒或後包覆 *B. pumilus* D5 於 7 種水產飼料，經過 50°C 儲藏 3 個月後，*B. pumilus* D5 菌數仍然維持在預定的 10^6 CFU/g。



第二章

益健飼料多重乳化的包圍技術

周瑞良

東港養殖研究中心



- 一、益生菌介紹
- 二、益健飼料商業模式製程
- 三、午仔魚簡介
- 四、午仔魚益健飼料
- 五、益健飼料應用於白蝦成果



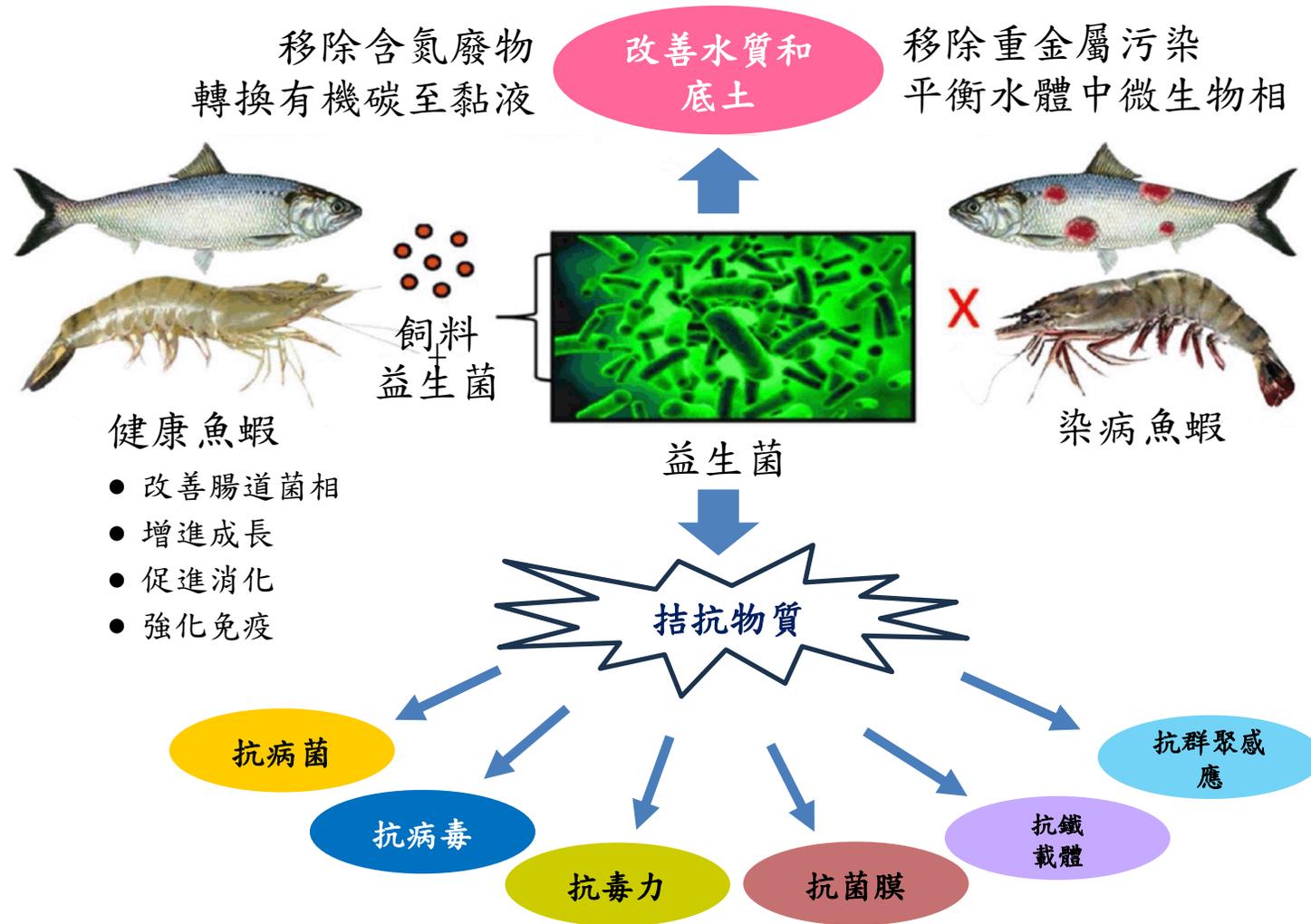
一、益生菌介紹



益生菌之定義

- 益生菌 (probiotics) 是由希臘文 "for live" 之意而來，最早由 Lilly 及 Stillwell 於 1965 年提出，代表一種原生動物產生的物質，可作為另一原生動物的生長因子。所有經由攝取適當量而有助於宿主健康的微生物皆稱為益生菌。益生菌應用的概念最早是由 Metchnikoff (1907, 1908) 提出，係將乳酸菌 (lactic acid bacteria, LAB) 引入人類的腸道中，以抑制其他有害的微生物。
- 1989年，Fuller 將益生菌定義為活微生物飼料的添加物，該添加物可以有效改善宿主的腸內微生物平衡，進而對宿主有利。
- 凡對養殖生物無致病性，並對養殖生物及環境水質維護有正向性之活菌稱之。

水產益生菌的主要功能(1/4)





水產益生菌的主要功能 (2/4)

1. 促消化吸收：

枯草桿菌屬 (*Bacillus* spp.) 酵母菌屬 (*Saccharomyces* spp.) 和乳酸菌類 (*Lactobacillus* spp.) 添加於飼料中具加強飼料的消化與吸收。



水產益生菌的主要功能 (3/4)

2. 提升免疫能力

一般動物的腸道內，益生菌與病原菌彼此會相互抗衡，競爭腸道上面的接觸部位，會產生抗生素或酸性物質的細菌，能有效抑制病菌，提升其與病菌競爭接觸部位的能力及腸道保健優勢菌群的建立。有些益生菌可刺激水產生物的非專一性抵抗力（nonspecific resistance），如：虹鱒口服 *Clostridium butyricum* 可以提高對弧菌的抵抗力及增加吞噬細胞的活性（Sakai *et al.*, 1995）；桿菌（*Bacillus spp.*）可激活草蝦的免疫系統（Rengpipat *et al.*, 2000）等。



水產益生菌的主要功能 (4/4)

3. 環境維護水質改善

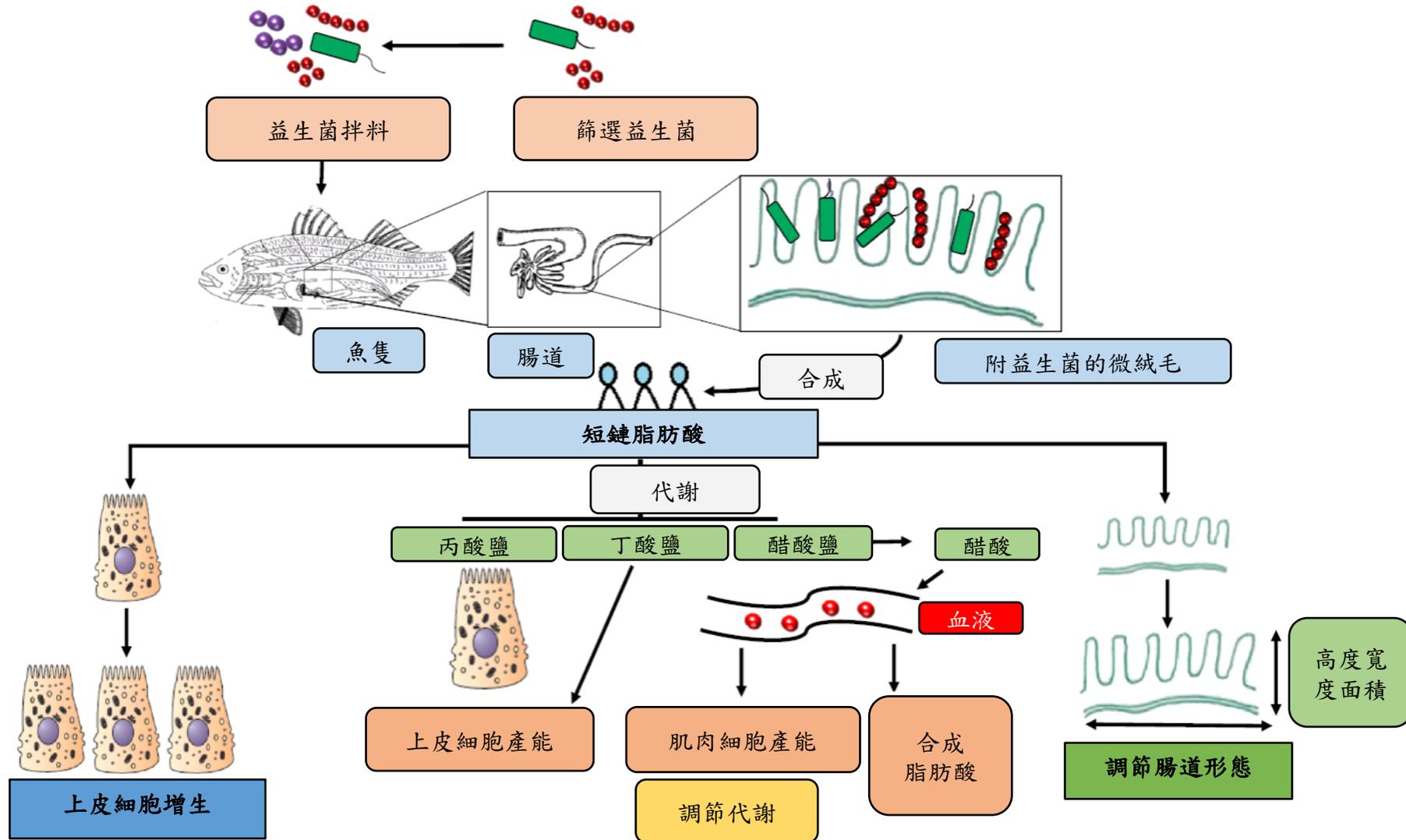
光合菌、枯草桿菌等益生菌可代謝水中殘餌、糞便、藻類等有機質，減少水中有機物量，可改善水質且對藻色調控有相當的助益。會影響水中微生物的組成，優良菌群的建立可抑制減少病原菌的數量，防止有害病原生物的滋生。



理想口服益生菌的特性

- 因應不同狀況均可便利使用。
- 能在動物體內定殖且具有預期的功效。
- 有助於成長、發育和保護魚蝦抵抗病原，且對魚蝦無不良影響。
- 需不具抗藥性並能保持遺傳特性。
- 調整宿主腸道非特異性與特異性免疫系統，此特性對於預防和治療感染性疾病甚為重要，並可進而治癒消化道發炎。
- 可作用於其它微生物、共生和寄生病原，並有助於腸道的保護、治療和修復以及菌相的平衡。
- 需具安定性以及現場和長時間貯存條件下均維持效力。

益生菌影響腸道菌相和代謝產物

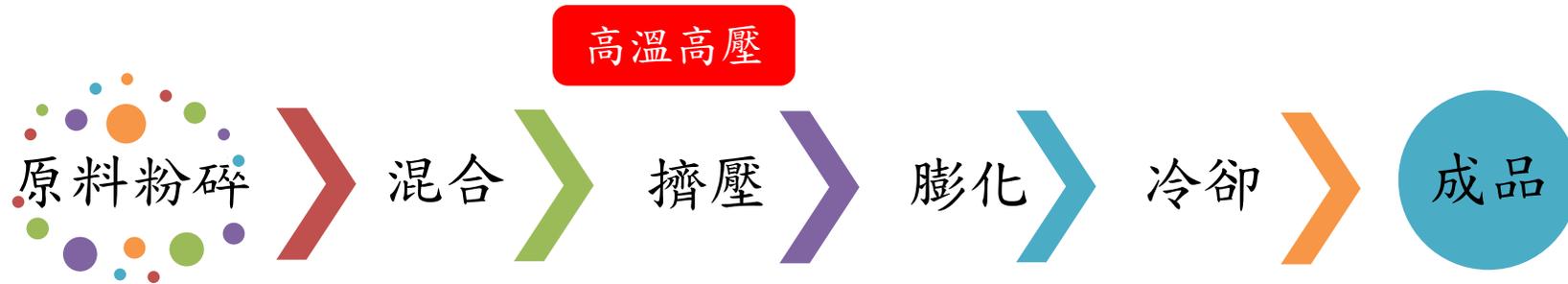




二、益健飼料商業模式製程

像做麵包似的水產飼料製程

以浮性飼料為例:



水產飼料一般製程需要高溫處理，益生菌不耐高溫容易遭破壞，故很少飼料廠願意量產含有益生菌之飼料



蝦飼料



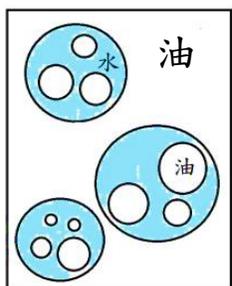
鱸魚飼料



水產飼料添加益生菌的要求

- 耐酸性環境和抗膽汁
- 不會受消化液破壞
- 可附生在消化道上皮
- 具拮抗病原菌的功效
- 刺激免疫系統
- 增加腸道蠕動
- 可在腸道黏液環境存活
- 需具萌發性和抗乾燥環境。
- 在飼料製造、運輸及貯存過程維持活性。

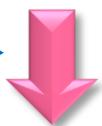
多重乳化包覆技術研發



多重乳化(O/W/O)



益生菌乳化技術之建立



預乳化油製備

- 多重乳化劑選配
- 複合乳化效果評估

益健飼料包覆條件及製作流程



打粒機



膨化機

- 不同製程包覆條件建立
- 商業生產條件建立

商業生產條件之建立及活性評估



菌數測定

- 不同製程條件活性評估
- 不同儲存條件活性評估

媒合技轉廠商進行商業模式生產

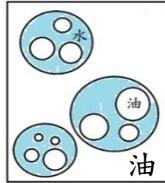




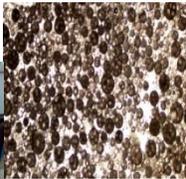
益健飼料

- 乳酸菌*L. mesenteroides* B4、芽孢桿菌*B. pumilus* D5等益生菌及所產生之益生元(prebiotics)，是一有效之生物殺菌劑，添加於飼料中，可提升養殖物免疫力具疾病防治效果，卵磷脂為水產飼料常態使用性之原料，選配不同親水性及親油性乳化劑將益生菌與魚油等油脂均質進行多重乳化(O/W/O)後噴包覆於飼料，應用於各種水產飼料製程。
- 檢測益生菌活存情形，分析飼料儲藏期間，益生菌數量變化，以建立添加多功能複合微生物製劑之益健飼料的最佳製程，避免飼料製造過程高溫高壓破壞益生菌活性，應用於商業性飼料製造，方便養殖業者投餵使用，經由午仔魚及白蝦實測場域益健飼料投餵效果評估，投餵益健飼料有較佳之收穫量、活存率、飼料轉換率，有效降低養殖風險，提升養殖成效。

益健飼料商業模式製程



多重乳化(O/W/O)



(B4+D5) O/W乳化



(B4+D5) O/W/O 複合乳化



複合益生菌後包覆預乳化油製備



白蝦益健飼料



午仔魚、鱸魚益健飼料



滾筒式後包覆預乳化油



後包覆備油桶



包覆蓋生菌 *B. pumilus* D5+*L. mesenteroides* B4 + dextran 優格的白蝦飼料 30°C
儲藏期間之菌數

天數	<i>B. pumilus</i> D5 (CFU/g)	<i>L. mesenteroides</i> B4 (CFU/g)
0	5.10×10^7	2.18×10^5
7	6.90×10^7	9.20×10^4
14	4.60×10^7	1.62×10^4
21	4.45×10^7	1.43×10^4
28	5.10×10^7	2.62×10^4
35	4.10×10^7	3.00×10^3
47	2.70×10^7	2.00×10^3
49	4.60×10^7	5.00×10^2
56	5.15×10^7	4.50×10^2
63	4.25×10^7	$<1.00 \times 10^1$
70	5.60×10^7	$<1.00 \times 10^1$
77	5.45×10^7	-
84	4.95×10^7	-
98	4.10×10^7	-
112	4.45×10^7	-
126	5.10×10^7	-
140	5.30×10^7	-
154	5.40×10^7	-



包覆益生菌 *B. pumilus* D5+*L. mesenteroides* B4 + dextran 優格的吳郭魚飼料
於 30°C 儲藏期間菌數分析(CFU/g)

天數	<i>B. pumilus</i> D5	<i>L. mesenteroides</i> B4
0	2.40×10^7	9.18×10^4
7	1.95×10^7	7.30×10^4
14	2.05×10^7	8.36×10^3
21	2.35×10^7	7.21×10^3
28	1.95×10^7	9.62×10^3
35	2.45×10^7	5.00×10^2
47	1.35×10^7	4.11×10^2
49	3.05×10^7	1.11×10^2
56	1.49×10^7	$< 1.00 \times 10^1$
63	2.49×10^7	$< 1.00 \times 10^1$
70	1.79×10^7	-
77	2.49×10^7	-
84	2.09×10^7	-



三、午仔魚簡介

午仔魚

- 午仔魚(四絲馬鮫 *Eleutheronema tetradactylum*)肉質鮮美細緻且營養價值高，含有豐富的蛋白質、維生素B6、維生素B12、菸鹼酸、EPA、DHA等，提供人體生長所需的營養素，可補充能量，並使身體維持正常代謝及健康。



午仔魚苗生產放養

➤ 午仔魚為變性魚種，先雄後雌，種魚2年可成熟。



收成包裝出售



午仔魚養殖現況

- 午仔魚為目前海水魚養殖重要魚種之一，午仔魚適高溫，養殖地區為臺南以南，主要集中在屏東佳冬、枋寮地區，年產量1萬公噸以上，80%以上外銷，年產值超過20億。午仔魚成長快，上市體型不大以300克為主，放養6-8個月即可收成周轉快。
- 目前午仔魚養殖放養密度越來越高，為了縮短養殖時間密集投餌，腸道壓力大導致腸炎好發，養殖業者通常將抗生素拌合飼料投餵治療，藥物濫用情形嚴重，有些養殖戶未遵守停藥期規定，上市產品藥物殘留時有檢出之情形，嚴重危及食用者安全及午仔魚產業。因此，積極建構午仔魚安全零藥殘養殖模式並輔導養殖戶，以提升午仔魚養殖效益達產業之永續。



四、午仔魚益健飼料



午仔魚益健飼料

➤ 午仔魚益健飼料配製及最佳投餵模式之建立：

午仔魚飼料中添加會產生葡聚醣及寡糖之乳酸菌*L. mesenteroides* B4，利用培養基及砂糖為基質，進行發酵，製成含乳酸菌及葡聚醣之合益素製品，及對弧菌具拮抗作用的益生菌*B. pumilus* D5 (10^9 CFU/g)組成之複合益生菌，進行8週飼育試驗。第8週試驗結束，各組採午仔魚腸道前中腸段進行腸道組織切片以觀測腸絨毛生長情形，另萃取腸道DNA應用NGS分析腸道菌相以評估健康情形。



主要工作項目(1/2)

1. 試驗飼料配製

以魚粉、大豆粕、烏賊粉為蛋白源，配製蛋白質含量48%及油脂含量10%之試驗基礎飼料，實驗設計3種添加量(0.1、0.3及0.5%)及3種投餵頻度(每日投餵1次、2日投餵1次、3日投餵1次)，以未添加作為對照組，共配製10種不同試驗飼料。

2. 飼育試驗

選取體重15克左右魚隻，放養於250公升FRP桶，每桶10尾，每組3重複，進行飼育試驗，每日早上投餵1次任食至飽，每2週採樣量測體重1次並記錄投餵飼料量，以評估成長率、飼料效率及活存率。



主要工作項目(2/2)

3. 腸道組織切片

第8週試驗結束，停餌36小時讓腸道排空，以PBS調配368 mOsm/kg含有11%福馬林之午仔魚體液等滲透壓之固定液，各組採腸道前中腸段固定後，進行腸道組織切片以觀測腸絨毛生長情形。

4. NGS腸道菌相分析

投餵午仔魚益健飼料8週後，採樣中後腸進行 genomic DNA 萃取，並以 Nanodrop 檢測 DNA 純度，260/280 達 1.9 以上，260/230 達 1.7 以上，並針對 16S V3-V4 片段進行專一性引子 PCR，確認 550 bp 處具有單一條帶，收集之樣品送生技公司進行魚類腸道16S全長定序分析。



午仔魚益健飼料基礎成分及成分分析

基礎組成 (g /每 100g)

魚粉	40.0
大豆粉	10.0
烏賊粉	5.0
雞肉粉	15.0
小麥	20.0
魚油	8.0
其他 ¹	2.0

成份分析 (n = 3) (g /每 100g)

粗蛋白	48.12±0.98
粗脂質	12.33±0.87
水份	7.89±0.25

1. 其他成分 (g /每 100g): 維生素預混物 0.4, 礦物質預混物 0.6, 磷酸二氫鈣 1.0



午仔魚添加複合益生菌機能性飼料投餵試驗 8 週之成長及飼料效率

添加量 % / 投餵頻度 ¹	初重	末重	增重率 (%)	飼料轉換率
0/1	15.1±0.4	28.2±1.6	92.7±4.7 ^b	1.51±0.13
0.1/1	14.6±0.6	33.7±2.1	125.3±13.3 ^a	1.08±0.22
0.1/2	15.0±0.3	32.2±1.9	123.2±16.2 ^a	1.06±0.17
0.1/3	15.3±0.4	33.0±2.2	119.7±15.6 ^a	1.13±0.11
0.3/1	15.4±0.3	32.8±1.5	128.5±11.2 ^a	1.02±0.20
0.3/2	14.9±0.5	33.1±0.9	122.1±9.7 ^a	1.11±0.14
0.3/3	14.8±0.2	33.1±1.4	122.4±14.0 ^a	1.07±0.21
0.5/1	15.2±0.3	33.3±1.6	119.3±8.9 ^a	1.05±0.19
0.5/2	15.0±0.3	34.1±1.8	127.3±11.5 ^a	1.03±0.18
0.5/3	15.1±0.4	32.9±1.3	117.8±11.5 ^a	1.09±0.11

1.投餵頻度:1,每天投餵; 2, 2 天投餵 1 次; 3, 3 天投餵 1 次

Value are means±S.E., n=3.

Different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)



午仔魚添加複合益生菌機能性飼料投餵試驗 8 週之腸絨毛生長情形

添加量 % / 投餵頻度 ¹	腸絨毛生長情形 ²	腸絨毛長度(μm)
0/1	-	-
0.1/1	++	475.48±21.93 ^a
0.1/2	++	498.39±20.85 ^a
0.1/3	+	294.29±29.35 ^b
0.3/1	++	523.11±56.57 ^a
0.3/2	++	503.81±50.38 ^a
0.3/3	+	295.73±44.44 ^b
0.5/1	++	550.86±77.03 ^a
0.5/2	++	476.93±20.48 ^a
0.5/3	+	340.24±18.93 ^b

1. 投餵頻度:1,每天投餵; 2, 2 天投餵 1 次; 3, 3 天投餵 1 次

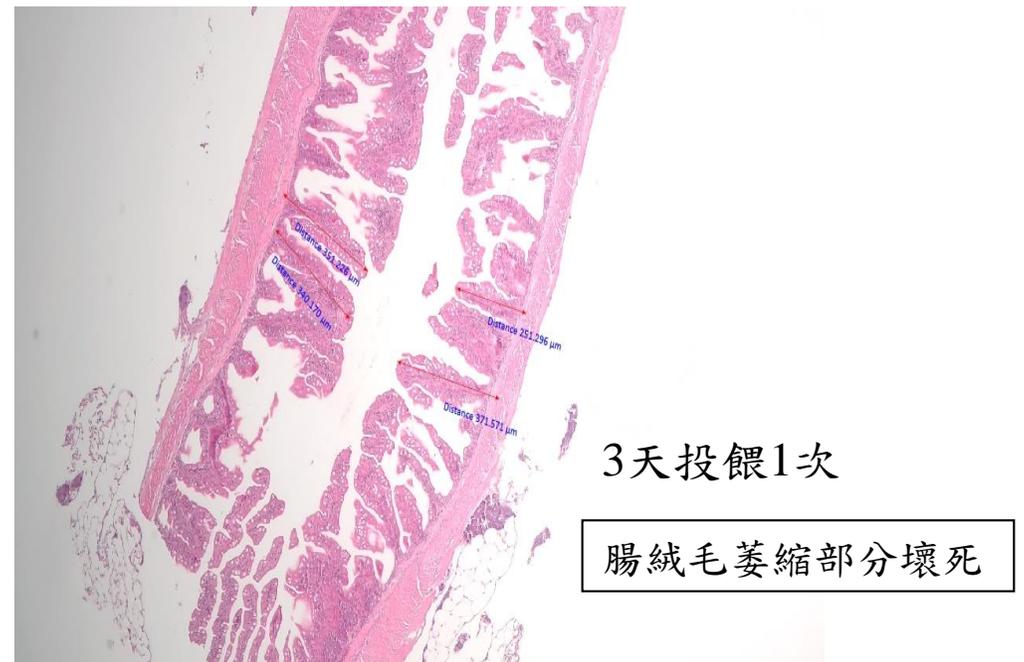
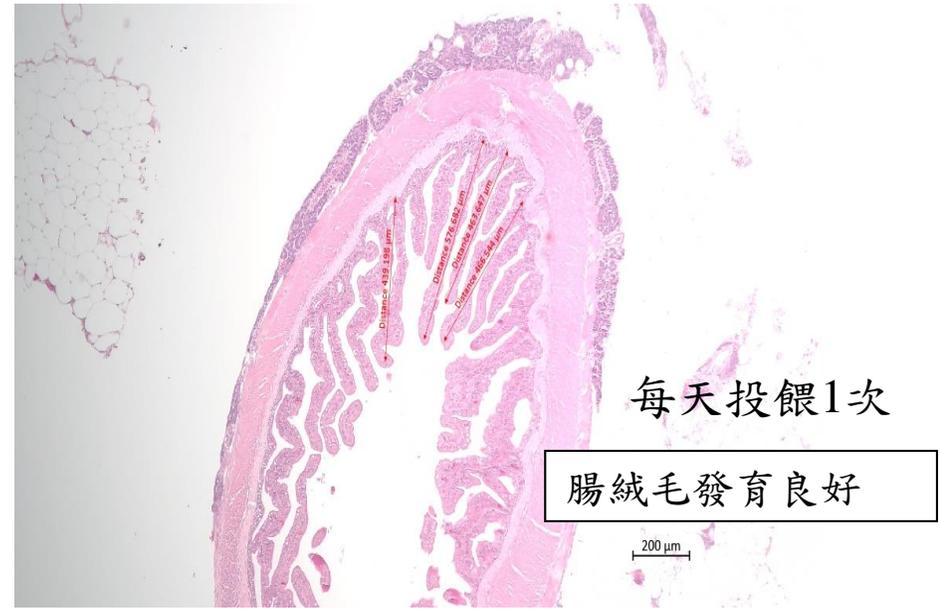
2. 腸絨毛生長情形: -, 差 ; +, 佳

Value are means±S.E., n=3.

Different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

小結

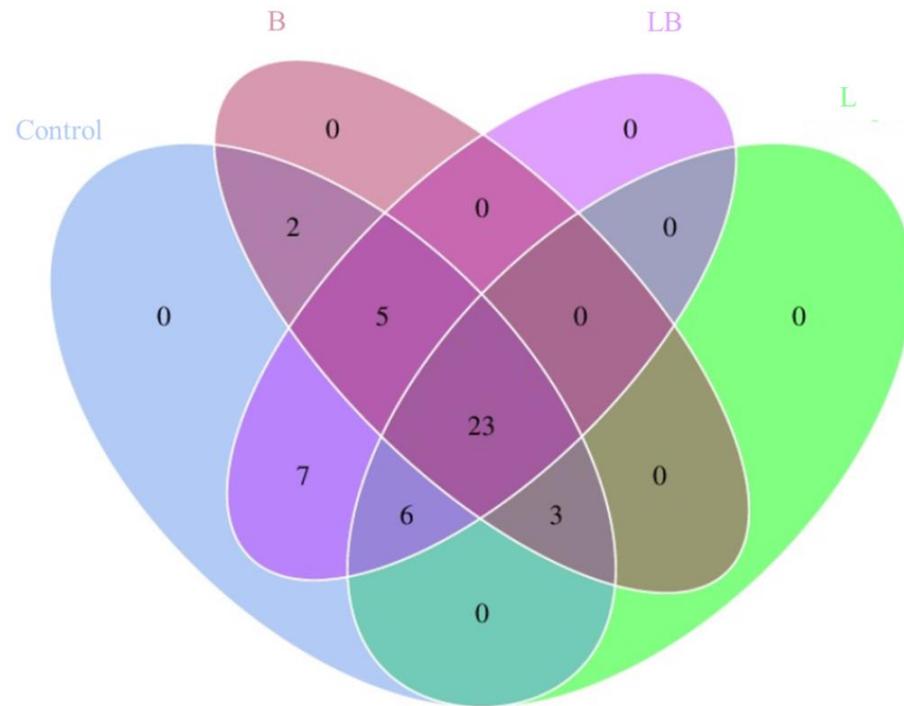
- 午仔魚投餵添加複合益生菌益健飼料8週飼育試驗結果，3種添加量之增重率(WG%)及飼料轉換率(FCR)之間無顯著差異，皆較無添加組佳，2種投餵頻度之增種率及飼料轉換率之間無顯著差異，皆較無添加組佳，各組活存率皆為100%，由試驗結果得知午仔魚飼料添加複合益生菌對增種率及飼料轉換率有較佳之表現，觀測腸絨毛生長情形，對照組呈萎縮壞死現象，添加複合益生菌每日投餵及2日投餵1次較3日投餵1次其腸絨毛生長情形較佳。



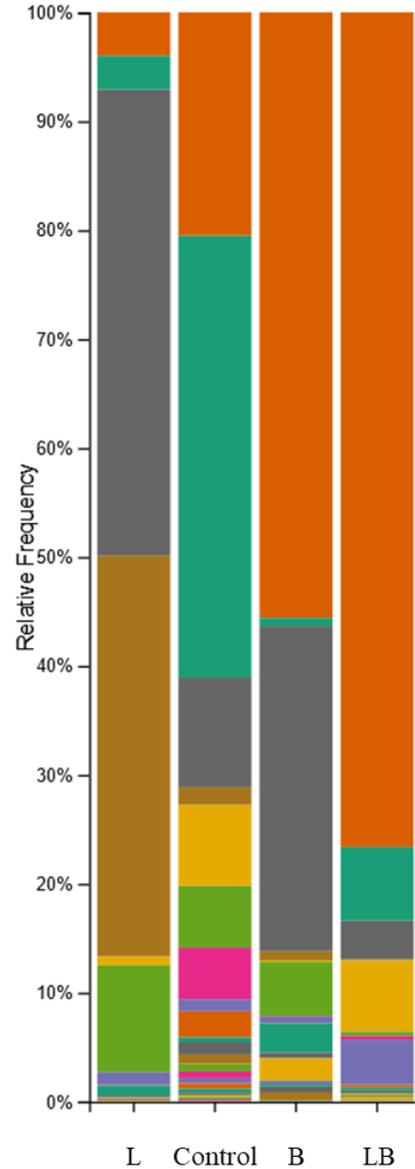
投餵添加複合益生菌機能性飼料不同投餵頻度腸絨毛生長情形

NGS腸道菌相分析

- 根據腸道次世代(NGS)菌相分析結果，對照組■、芽孢桿菌組■、乳酸菌組■和複合菌組■有 23 種共同的核心菌群，顯示本試驗使用的益生菌並不直接產生新的腸道菌種，但對腸道菌種的相對豐度有明顯影響。



NGS腸道菌相分析



- k_Bacteria;p_Firmicutes;c_Bacilli;o_Mycoplasmatales;f_Mycoplasmataceae;g_Candidatus_Bacilloplasma
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g_Ruegeria
- k_Bacteria;p_Firmicutes;c_Bacilli;o_Erysipelotrichales;f_Erysipelotrichaceae;g_ZOR0006
- k_Bacteria;p_Bacteroidota;c_Bacteroidia;o_Flavobacteriales;f_Flavobacteriaceae;g_Spongiimonas
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g_Thalassobius
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Vibrionales;f_Vibrionaceae;g_Photobacterium
- k_Bacteria;p_Bacteroidota;c_Bacteroidia;o_Flavobacteriales;f_Flavobacteriaceae;g_Actibacter
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g_Shimia
- k_Bacteria;p_Bacteroidota;c_Bacteroidia;o_Flavobacteriales;f_Flavobacteriaceae;g__
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Burkholderiales;f_Burkholderiaceae;g_Ralstonia
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Vibrionales;f_Vibrionaceae;g_Vibrio
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Alteromonadales;f_Pseudoalteromonadaceae;g_Pseudoalteromonas
- k_Bacteria;p_Campylobacterota;c_Campylobacteria;o_Campylobacterales;f_Arcobacteraceae;g_Halarcobacter
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g_Aliiroseovarius
- k_Bacteria;p_Bdellovibrionota;c_Bdellovibrionia;o_Bacteriovorales;f_Bacteriovoraceae;g_Halobacteriovorax
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Alteromonadales;f_Shewanellaceae;g_Shewanella
- k_Bacteria;p_Bacteroidota;c_Bacteroidia;o_Flavobacteriales;f_Cryomorphaceae;g_uncultured
- k_Bacteria;p_Firmicutes;c_Bacilli;o_Mycoplasmatales;f_Mycoplasmataceae;g_uncultured
- k_Bacteria;p_Planctomycetota;c_Planctomycetes;o_Pirellulales;f_Pirellulaceae;g_Blastopirellula
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g__
- k_Bacteria;p_Bacteroidota;c_Bacteroidia;o_Flavobacteriales;f_Flavobacteriaceae;g_Tenacibaculum
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Cellvibrionales;f_Spongiibacteraceae;g_BD1-7_clade
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_Gammaproteobacteria_Incertae_Sedis;f_Unknown_Family;g_Alkalimarinus
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Alphaproteobacteria;o_Rhodobacterales;f_Rhodobacteraceae;g_Rhodobacteraceae
- k_Bacteria;p_Proteobacteria;c_Gammaproteobacteria;o_f_g__
- k_Bacteria;p_Myxococcota;c_Polyangia;o_Polyangiales;f_Sandaracinaceae;g_uncultured

添加益生菌所有試驗組的 Cryomorphaceae、Halobacteriovorax、Actibacter、黃桿菌科 (Flavobacteriaceae)、Aliiroseovarius、假交替單胞菌屬 (*Pseudoalteromonas*)、Alkalimarinus 和弧菌屬 (*Vibrio*) 明顯低於對照。

試驗成果與建議

- 午仔魚飼料中添加會產生葡聚糖及寡糖之乳酸菌*L. mesenteroides* B4，利用培養基及砂糖與麥芽糖為基質，進行發酵，製成含乳酸菌及葡聚糖之合益素製品，及對弧菌具拮抗作用的益生菌*B. pumilus* D5 (10^9 CFU/g)組成之複合益生菌之益健飼料，在增重率、飼料轉換率皆較無添加組佳，觀測腸絨毛生長情形，對照組呈萎縮壞死現象，添加複合益生菌每日投餵及2日投餵1次較3日投餵1次其腸絨毛生長情形較佳。根據腸道次世代(NGS)菌相分析結果，對照組、芽孢桿菌組、乳酸菌組和複合菌組有 23 種共同的核心菌群，所有試驗組的假交替單胞菌和弧菌屬明顯低於對照。顯示本試驗使用的益生菌並不直接產生新的腸道菌種，但對腸道菌種的相對豐度有明顯影響。
- 綜合評估，午仔魚飼料中添加0.1%複合益生菌，投餵頻度2日投餵1次即可達到保護腸道促進成長之功效。

午仔魚驗證場效益評估



6週增重3.3兩



午仔魚驗證場

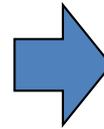
(室外池)	驗證場	
	益健飼料	對照
面積(公頃)	2.0	0.6
密度(隻/m ²)	15	15
放養數	30萬	9萬
放養日期	3/6	3/6
收穫日期	10/21	11/20
養殖天數(月)	7.5	8.5
罹病次數	1	5
收成總重(斤)	120300	16060
收成均重(兩)	8.0	7.0
總飼料量(kg)	3150	2230
FCR	1.32	1.81
活存率(%)	80.2	40.8
售價(元/斤)	130	120
A銷售總收入	15639000	1927200
B飼料成本(元)	7622200	1395290
C魚苗成本(元)	300000	90000
收益(A-B-C)(元)	7716800	441910
每分地收益(萬元)	38.6	7.4

益生菌培養及投放（午仔魚）

B. subtilis

B. amyloliquefaciens

Bacillus spp.



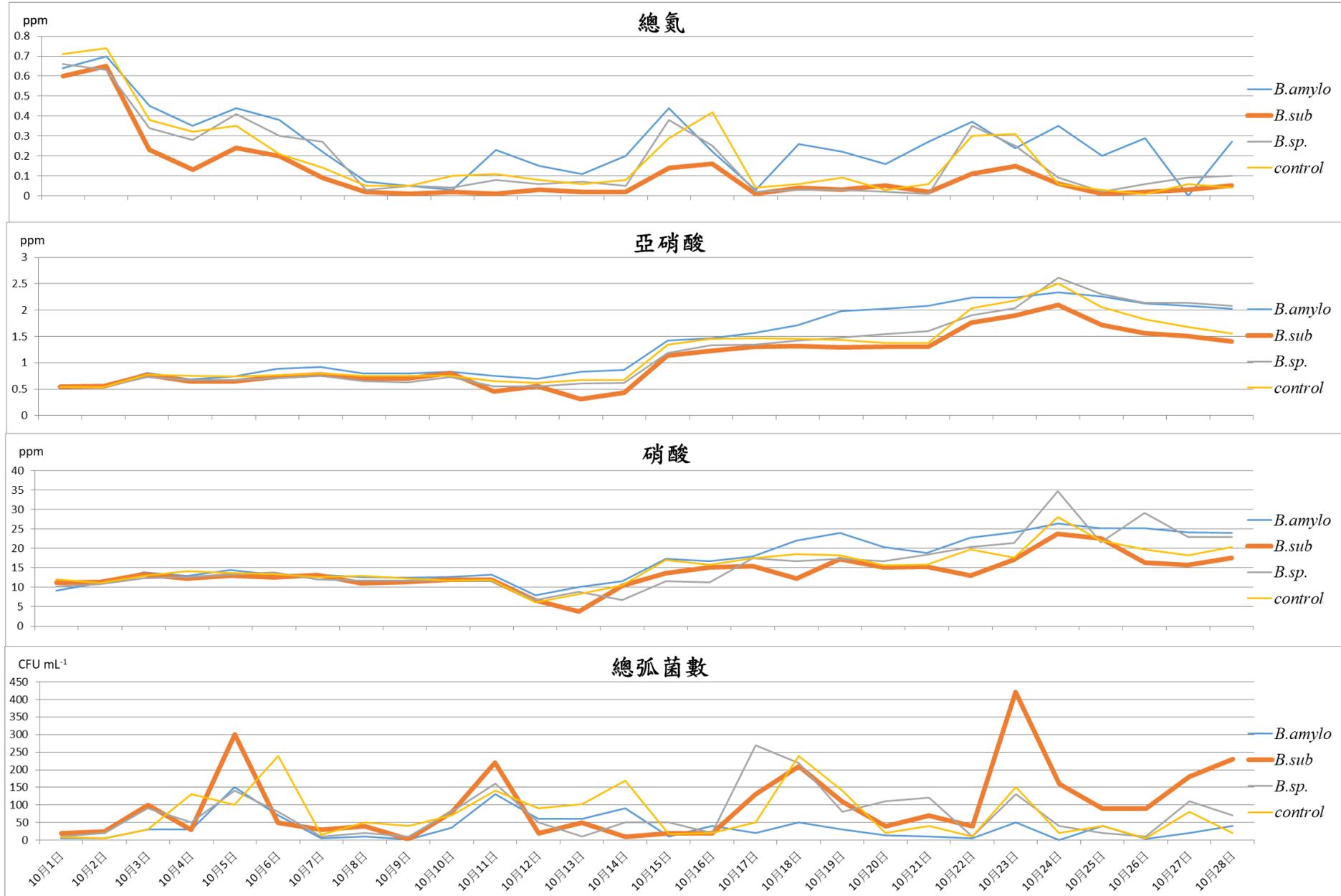
試驗條件：

- 投放益生菌濃度 10^5 CFU/ml
- 投餵量 3% 魚體重/天
- 流水交換率 每天小於 1 次
- 每週投放 1 次 益生菌，連續 4 週

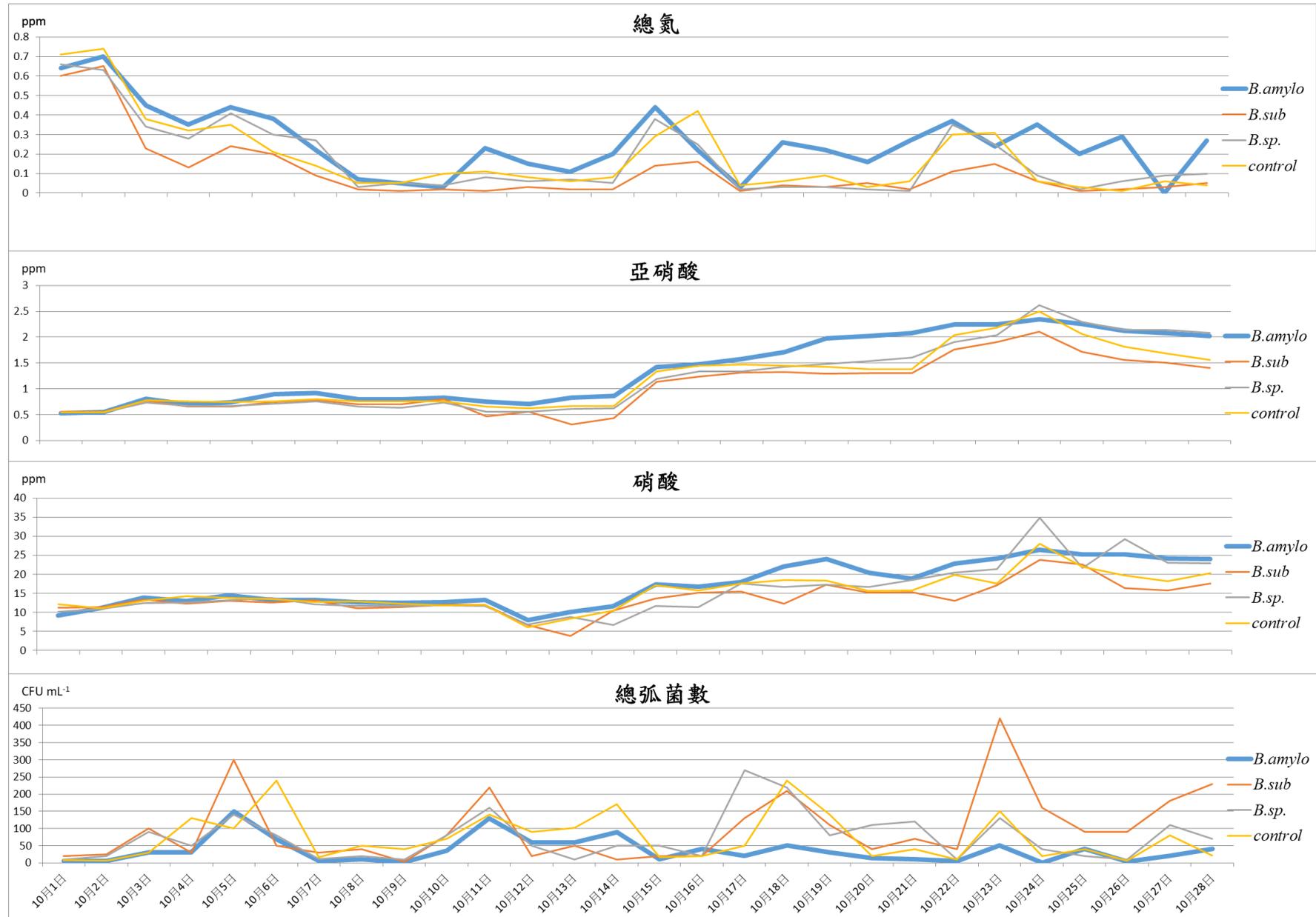
- 總氨
- 亞硝酸
- 硝酸
- 弧菌屬



枯草桿菌功效



液化澱粉芽孢桿菌功效





小結

- *B. subtilis* 對改善水質有較佳之效果
- *B. amyloliquefaciens* 對抑制弧菌效果較佳



水質益生菌之應用

- 益生菌的使用，7~10天施用一次、大雨颱風惡劣天候前後追加施用。小面積的養殖環境可直接潑灑，大面積可自行擴大培養獲得較多的菌數後再施用可以降低成本。施用益生菌應該是以循序漸進且定期持續性投放，以防治為目的，而非治療性使用。當有疫情發生時需合理投藥治療，待回復後繼續使用益生菌防護建立自家防衛系統。

枯草桿菌擴大培養

- 枯草桿菌之擴大培養，每100克菌母配合2~3公斤虱目魚沉料或糖蜜以補充碳源，加水50~100公升，打氣上蓋避陽光，12小時後即可擴增數倍菌量。
- 偶爾攪動底部沈澱物，4~6天臭酸味降低轉微酸香，表示已發酵完全，施用時拿掉打氣取上清液可供1甲地使用。





五、益健飼料應用於白蝦成果

白蝦投餵益健飼料成長試驗

	益健飼料組	對照組
放養數	15000	15000
初重(克)	0.031±0.003	0.031±0.003
末重(克)	20.63±1.21	22.39±2.65
養殖天數	181	181
收成尾數	12709±587 ^a	9395±772 ^b
存活率(%)	84.7±2.8 ^a	62.2±3.2 ^b
收穫量(公斤/平方米)	5.2±0.3 ^a	4.2±0.5 ^b
飼料轉換率(FCR)	1.7±0.1	1.8±0.1

Value are means S.E., n=3.

Different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)





白蝦驗證場

白蝦驗證場效益評估

	益健飼料	對照
面積(公頃)	0.3	0.3
密度(隻/m ²)	33.3	33.3
放養數	100,000	100,000
放養日期	3/2	3/2
收穫日期	6/17	6/22
養殖天數	91	96
收成總重(斤)	3800	2300
收成均重(g)	20.1	18.2
產量(kg/m ²)	0.8	0.5
總飼料量(kg)	3150	2230
FCR	1.38	1.62
活存率(%)	100	75.8
售價(元/斤)	210	120.0
A銷售總收入	790,000	276,000
B飼料成本(49元/公斤)	154,350	109,270
C蝦苗成本(0.23元/尾)	23,000	23,000.0
收益(A-B-C)	633,350	143,730



第三章

應用益健飼料的吳郭魚安全養殖

陳建彰、張錦宜、劉姵姘、楊順德
淡水養殖研究中心



一、前言

二、益健飼料應用於吳郭魚安全養殖

三、水產病原常見鏈球菌快速檢測

四、結論與展望



一、前言



前言

- 吳郭魚是全球第二重要的水產養殖物種，超過100個國家養殖，每年水產養殖生產量超過450萬公噸，為低成本的重要蛋白質來源。
- 吳郭魚對環境耐受性高、成長快速、具高經濟價值，為良好的水產品之一。然而近年來吳郭魚養殖產業為了提升生產量，面臨了區域性新興疾病如湖泊病毒等，傳統上的治療方法包含抗生素及疫苗等，亦衍生了藥物殘留及抗藥性的問題，對於養殖場的生物安全是一大挑戰。
- 吳郭魚飼料中添加抗生素，推估造成飼料成本上升約10%。
- 為了對抗疾病及增加單位生產量，益生菌的導入可以提升成長、改善營養消化、增加耐受性、提升免疫力及抗病力。

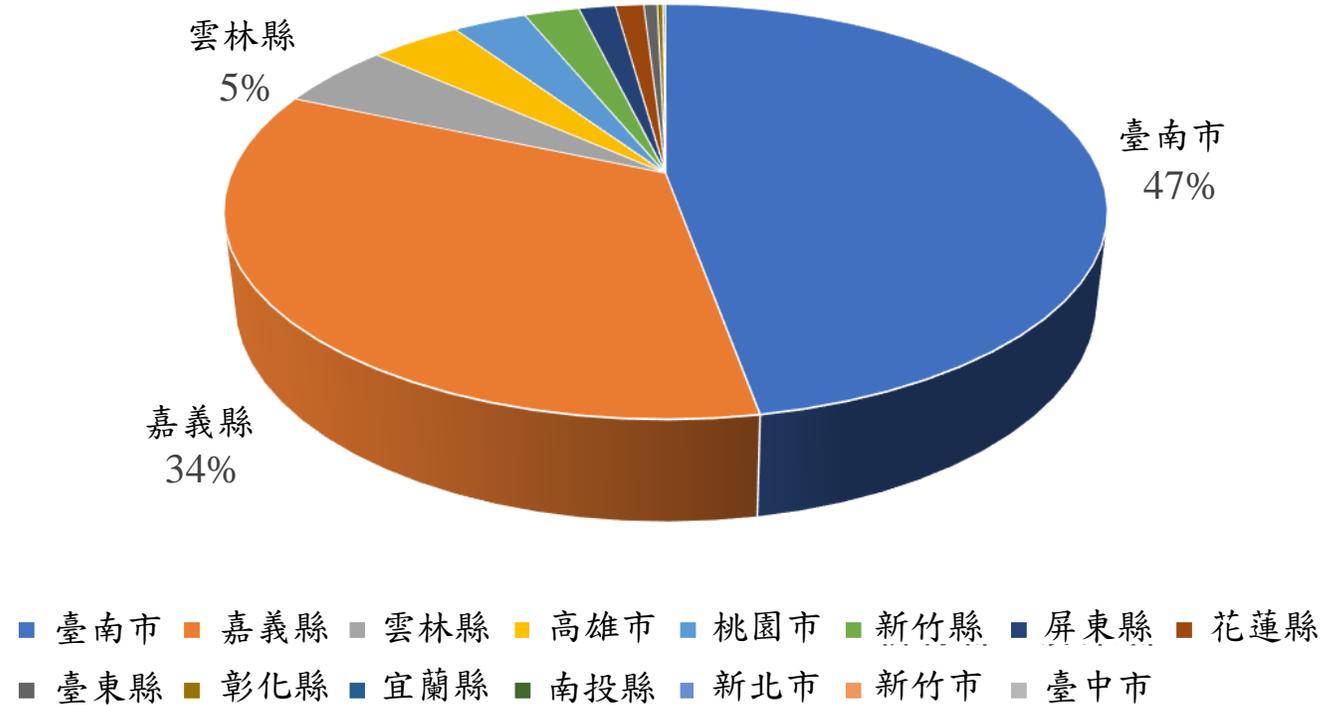


吳郭魚養殖現況分析

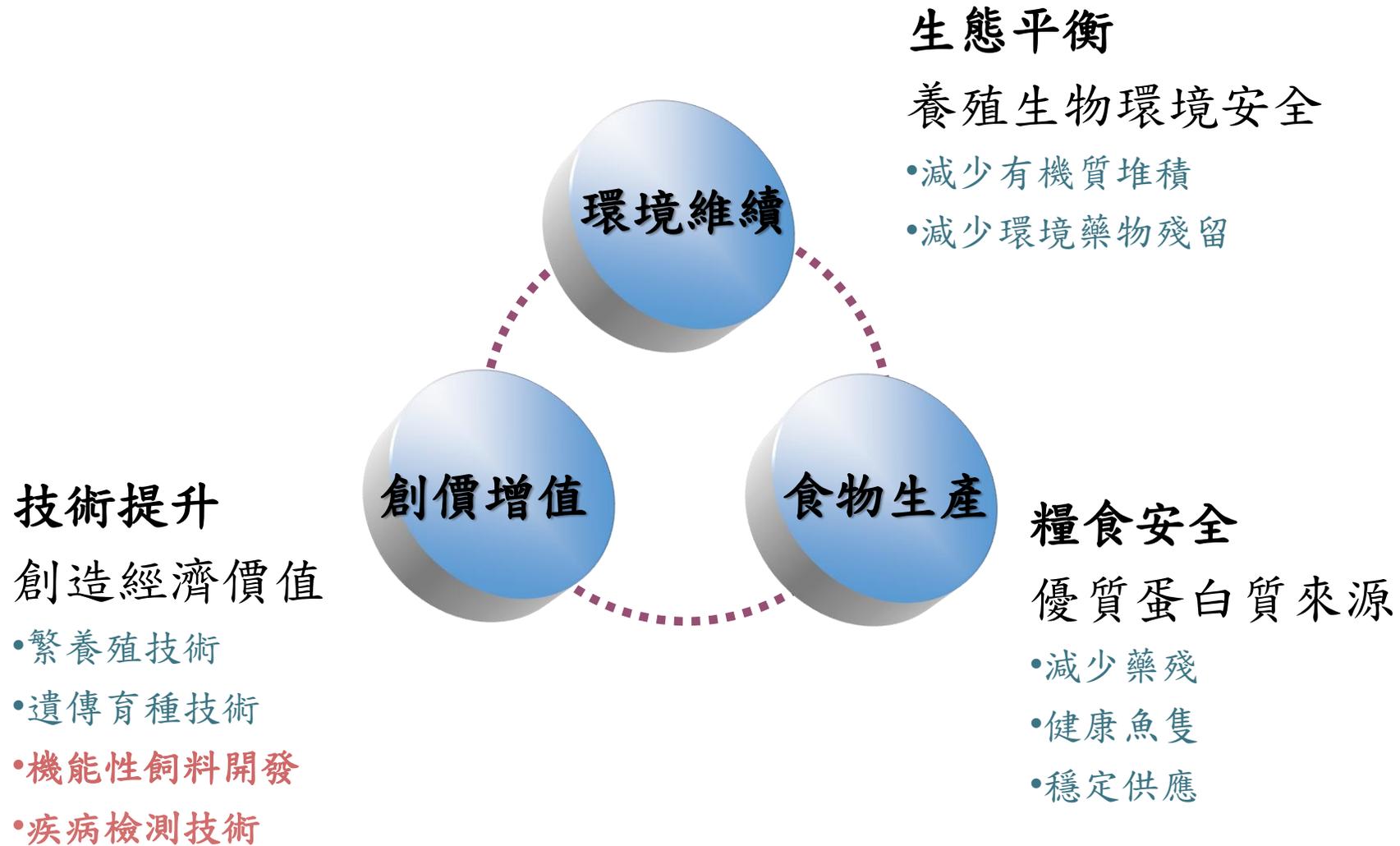
2022年產量與產值

地區	2022年產量與產值	
	產量 (公噸)	產值 (千元)
臺南市	27,257	1,658,296
嘉義縣	19,867	1,088,170
雲林縣	2,907	157,868
高雄市	2,312	124,514
桃園市	1,874	116,686
新竹縣	1,392	95,465
屏東縣	928	46,390
花蓮縣	715	35,793
臺東縣	341	30,891
彰化縣	139	7,778
宜蘭縣	53	3,601
南投縣	11	2,022
新北市	3	425
新竹市	3	259
臺中市	2	109
合計	57,802	3,368,267

2022年產量



水產養殖業的永續發展



益生菌作用機制

主要功能	原理
改善飼料消化率	某些益生菌在腸道中會產生消化酵素，例如蛋白質分解酶可促進飼料消化。
提高免疫力	某些益生菌可刺激免疫細胞的活性，例如腸膜明串珠菌(B4)產生葡聚糖，可促進吞噬細胞的吞噬病原能力。
抑制病原菌	<ol style="list-style-type: none">1. 某些益生菌可分泌殺菌素或其他酸性物質，抑制病原菌2. 與環境或腸道中的病原菌競爭營養與生長空間
改善養殖環境	某些益生菌可將水中的含氮有機物分解為二氧化碳，降低含氮廢物。
促進生長	某些益生菌可增加養殖生物的腸道絨毛密度與長度，增加營養吸收率。

益生菌使用方法

二大類

環境中潑灑

- 主要目的
 1. 降低環境中含氮廢物與二氧化硫(H₂S)，進而改善底質與水質
 2. 維持良好藻色
 3. 抑制環境中病原菌生長
 4. 作為餌料生物的食物來源
- 適合菌種
 1. 光合菌群
 2. 枯草桿菌
 3. 液化澱粉芽孢桿菌

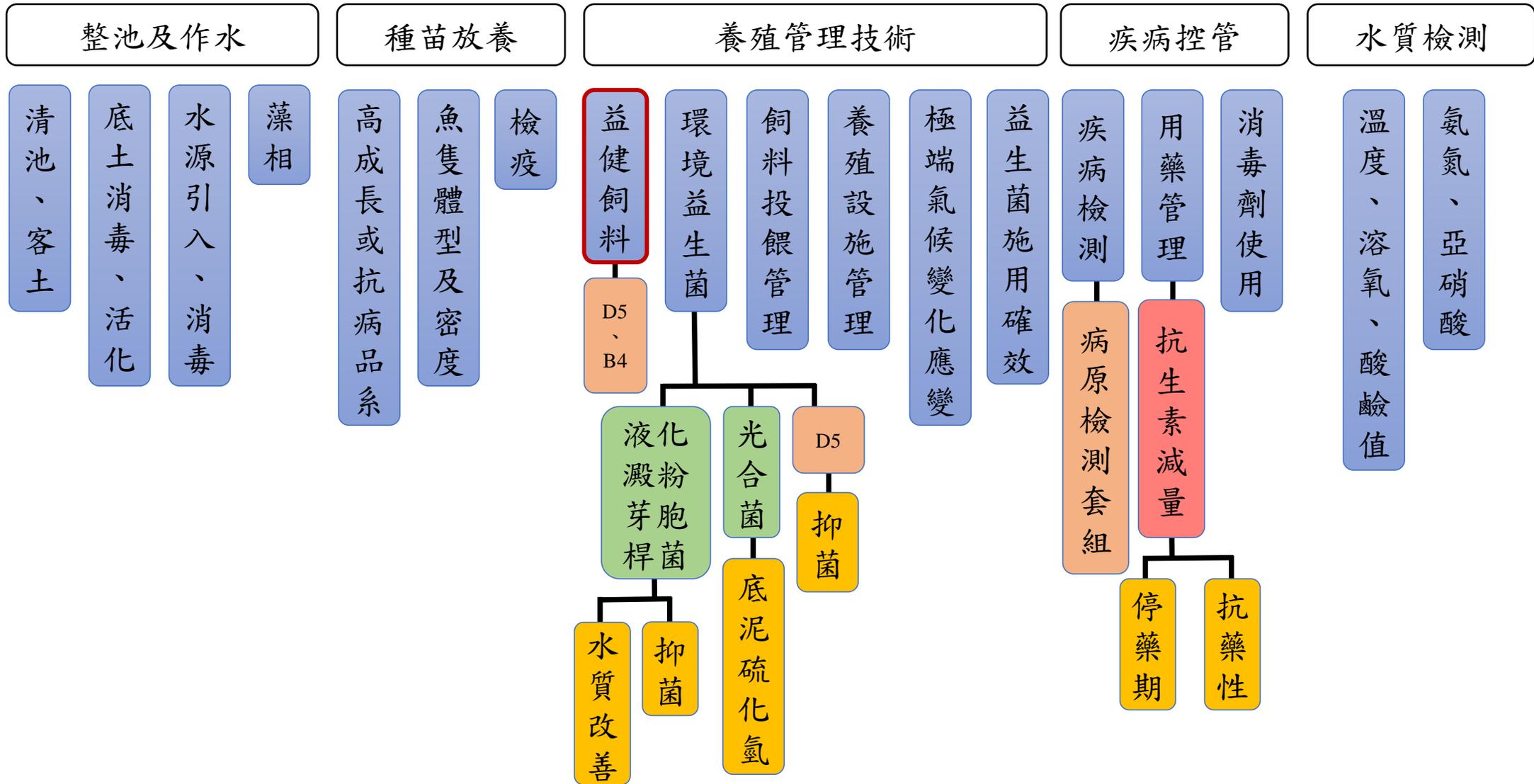
飼料中添加

- 主要目的
 1. 建立腸道中良好菌相
 2. 促進營養吸收與飼料消化率
 3. 增加對疾病的抵抗力
- 適合菌種
 1. 短小芽孢桿菌D5
(*Bacillus pumilus* D5)
 2. 腸膜明串珠菌B4
(*Leuconostoc mesenteroides* B4)



二、益健飼料應用於吳郭魚安全養殖

應用益健飼料的健康養殖管理技術

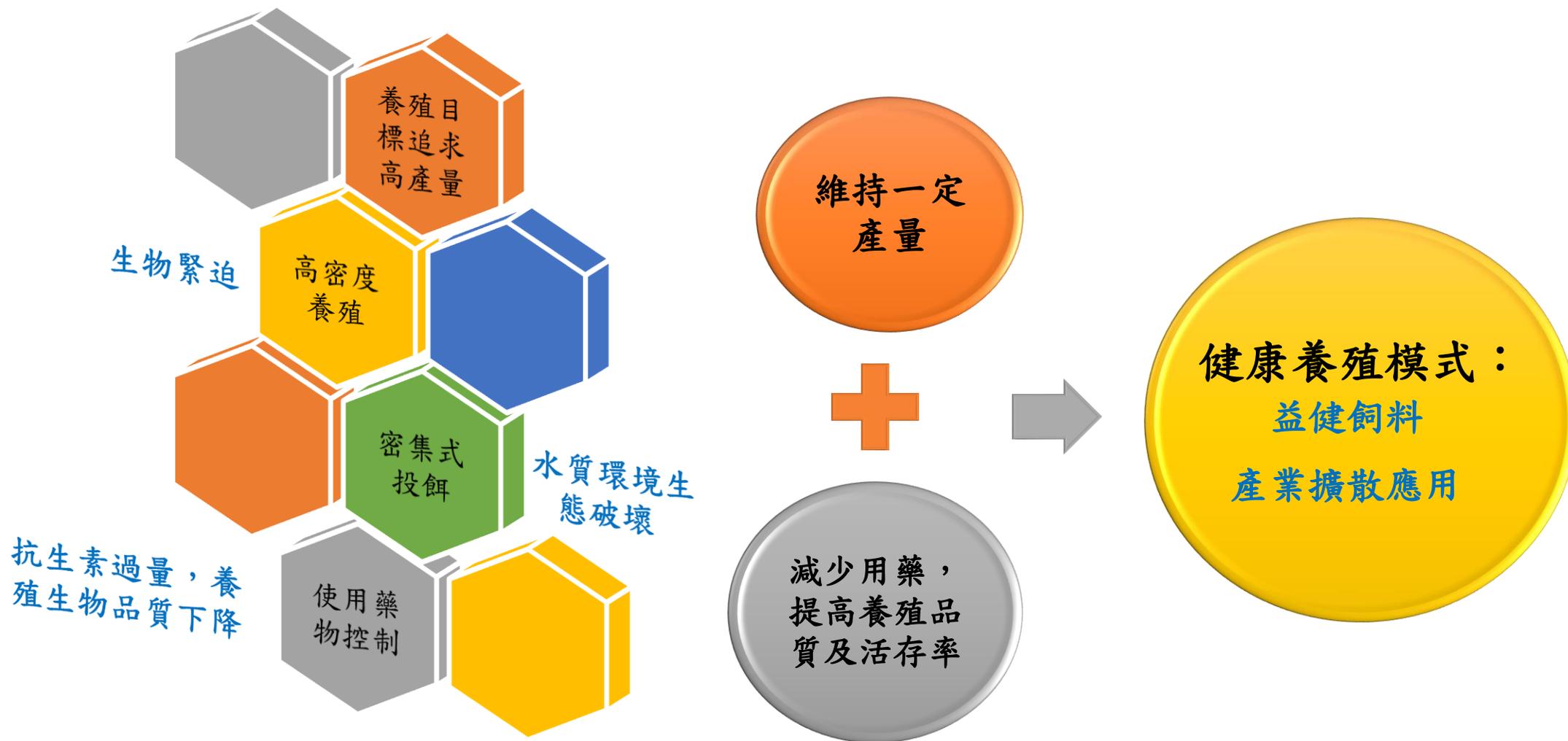




擬解決問題

- 目前吳郭魚養殖產業追求單位產量提升，以增加放養密度和高成長魚種來換取養殖產能，然而遭遇極端氣候變化、疾病問題及用藥安全等風險問題。
- 利用益生菌預防控制養殖吳郭魚疾病日益受到重視，可以改善養殖環境、抑制病原菌的生長、提高養殖動物成長性能和飼料效率、增強抗病力、提高動物緊迫抵抗力和總體活力。
- 目前養殖業者使用的益生菌品項繁多，其使用方法、便利性、劑量、有效生物活性及養殖成效不一，使用方式多以拌合吸附於飼料後投餵，致使微生物添加物的高流失性及增加業者的人力成本。

水產益生菌飼料的重要性



益生菌使用方式比較

飼料中添加益生菌

比較

傳統

- **作法**
將益生菌粉或益生菌液，以人工拌和方式與飼料均勻混合，陰乾備用
- **優點**
 1. 成本低
 2. 可變性高
- **缺點**
 1. 較費時、費工
 2. 攪拌不均勻
 3. 須盡早使用完畢，否則容易發霉
 4. 在水中，益生菌容易流失

新型

- **作法**
益生菌粉添加於飼料製程或菌液後噴於飼料成品，皆可稱為「**益健飼料**」
- **優點**
 1. 益生菌分布較均勻
 2. 飼料廠批次生產，使用方便，省人力
 3. 後噴完經過乾燥，保存期限長
 4. 飼料廠經過細菌活性評估
- **缺點**
目前成本較高，若需求量增加可望降低成本

益健飼料之研發、實地驗證及產業應用

商業化生產益健飼料



複合益生菌

- 乾燥D5菌粉
- D5菌液及B4發酵葡聚醣



飼料廠

- 飼料包覆製程

技術驗證



技術驗證場域

技術示範



技術示範場域

技術擴散



產業應用

1. 養殖環境水質檢測
2. 成長效能評估
3. 養殖水體及養殖物腸道菌相檢測
4. 養殖成效及成本分析
5. 細菌性病原調查
6. 益健飼料養殖場安全管理技術及標準作業流程
7. 益健飼料養殖驗證標準

1. 保健飼料添加產業
2. 飼料產業
3. 養殖產業

研究團隊

淡水中心

東港中心

水產養殖組

東部中心
水產加工組

商業化量產益健飼料

益健飼料-飼料多重乳化包覆技術：

✓ 短小芽孢桿菌D5+乳酸菌B4含葡聚醣吳郭魚浮料





技術驗證場域

序號	場域或農戶名稱/地點	試驗組別	放養魚隻 規格(克)	面積(公頃)	放養數量(尾)	養殖密度(尾/公頃)
1	淡水養殖研究中心/彰化縣	對照組	16	0.015	835	55667
		對照組		0.015	835	55667
		試驗組		0.015	835	55667
		試驗組		0.015	835	55667
2	陳先生養殖場/嘉義縣	對照組	192	0.37	15000	40541
		試驗組	245	0.37	25000	67568
3	劉先生養殖場/高雄市	對照組	277	1	44325	44325
		對照組	176	0.5	27580	55160
		試驗組	269	0.5	30596	61192
4	李先生養殖場/嘉義縣	對照組	20.8	0.38	28000	73684
		試驗組	0.5	0.82	57000	69512
		試驗組	334	0.4	11500	28750
		試驗組	334	0.4	11500	28750
5	李先生養殖場/嘉義縣	試驗組	30	0.82	23000	28049
			400	0.4	11500	28750
			57	0.4	11500	28750
		對照組	57	0.3	15000	50000
			57	0.5	25000	50000
6	林先生養殖場/嘉義縣	試驗組	16	1	30000	30000
				0.6	20000	33333
		對照組		1	30000	30000
7	福壽學甲養殖場/臺南市	對照組	27	0.4	22396	55990
		試驗組		0.5	26598	53196

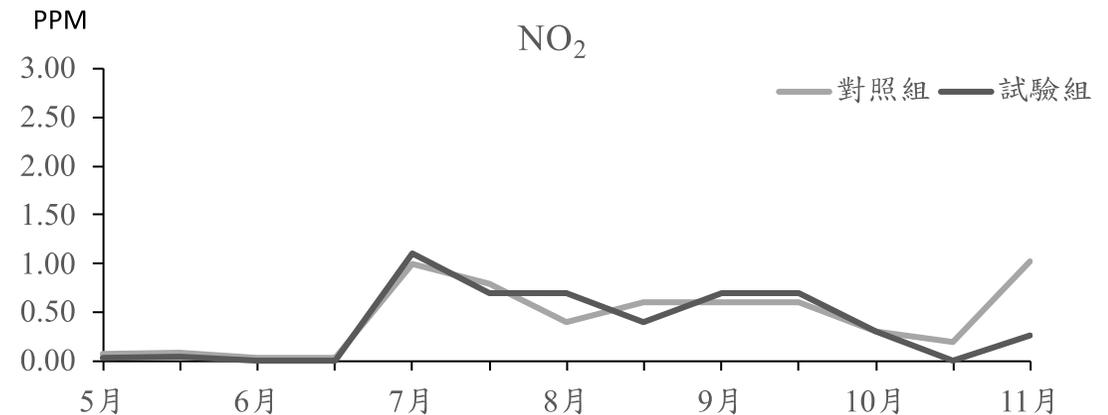
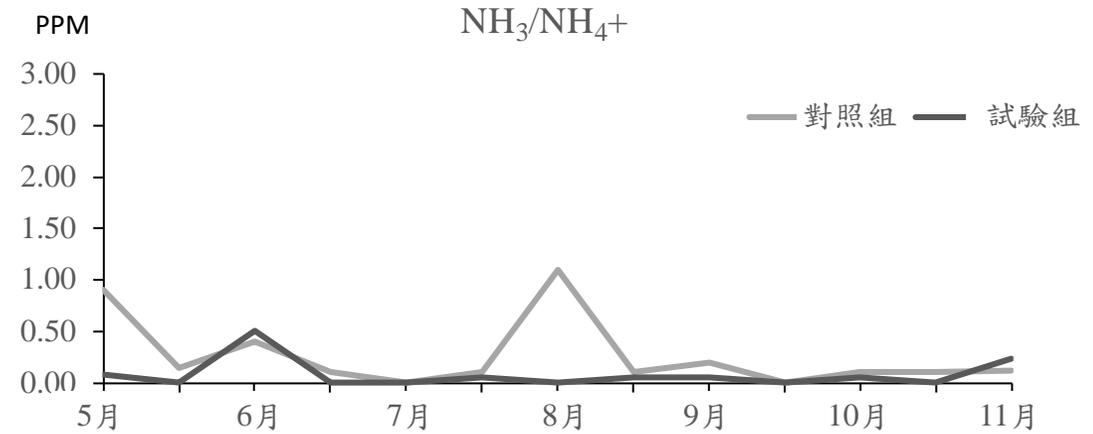


驗證場域養殖環境之檢測

養殖期間定期檢測水質相關數據，使用益生菌的養殖池其水質參數較為穩定。

嘉義布袋養殖場

	對照組	試驗組
溫度(°C)	23.2~35.6	27.6~35.4
pH	7.04~8.14	6.71~8.6
溶氧(ppm)	3.3~10.8	3.3~9.4
總氨氮 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (ppm)	0~0.9	0~0.5
亞硝酸 NO_2 (ppm)	0.04~1.02	0~0.07





成長效能評估

投餵D5+B4益健飼料，能有效提升吳郭魚每日攝食量、日增重及日成長率，提升成長效能，進而縮短養殖期程。

嘉義布袋養殖場

	嘉義布袋養殖場				福壽學甲養殖場	
	對照組	試驗組-S	試驗組-1	試驗組-2	對照組	試驗組
養殖天數	92	92	92	92	212	212
起始體重(克)	260.55±37.81	254.04±22.11	334.7±33.82	334.7±33.82	683.86±112.2	551.07±93.06
最終體重(克)	812.48±135.65	699.43±138.34	1092.50±174.78	1082.95±119.90	1275.74±285.98	1291.96±181.95
日增重(克)	5.99	4.84	8.24	8.13	2.79	3.49
日成長率(% d ⁻¹)	1.23	1.1	1.28	1.27	0.29	0.40
肥滿度(%)	5.03	5.11	5.54	5.67	4.5±0.35	4.7±0.36
養殖密度(萬尾/公頃)	7.36	6.95	2.88	2.88	5.6	5.32

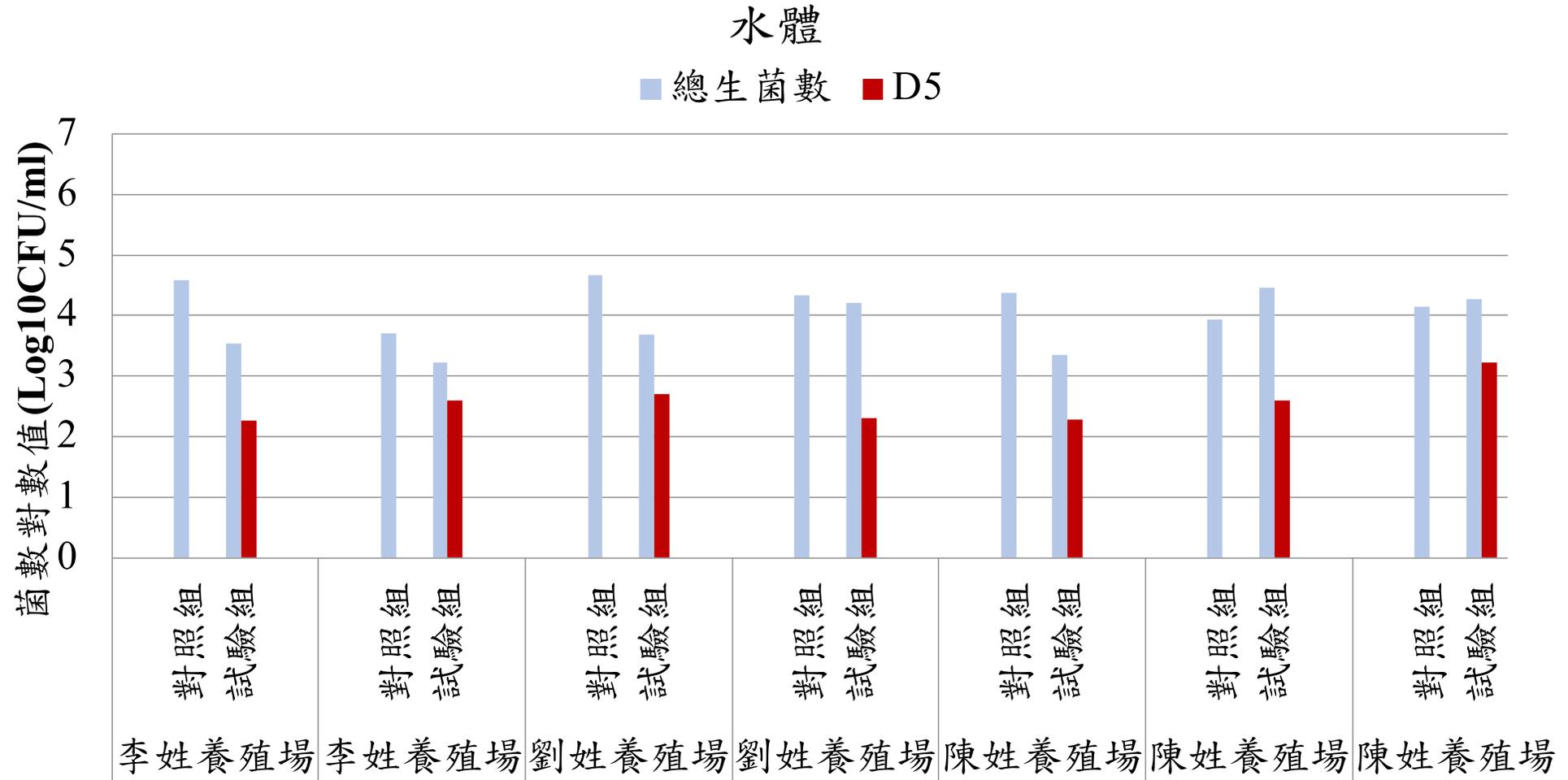
淡水養殖研究中心

	對照組	試驗組
養殖天數	242	242
起始體重(克)	12.57±5.28	12.57±5.28
最終體重(克)	785.54±18.15	860.56±23.45
日增重(克)	3.19±0.10	3.50±0.13
日成長率(% d ⁻¹)	1.70±0.01	1.74±0.01
肥滿度(%)	4.55±0.03	4.68±0.03
養殖密度(萬尾/公頃)	5.56	5.56



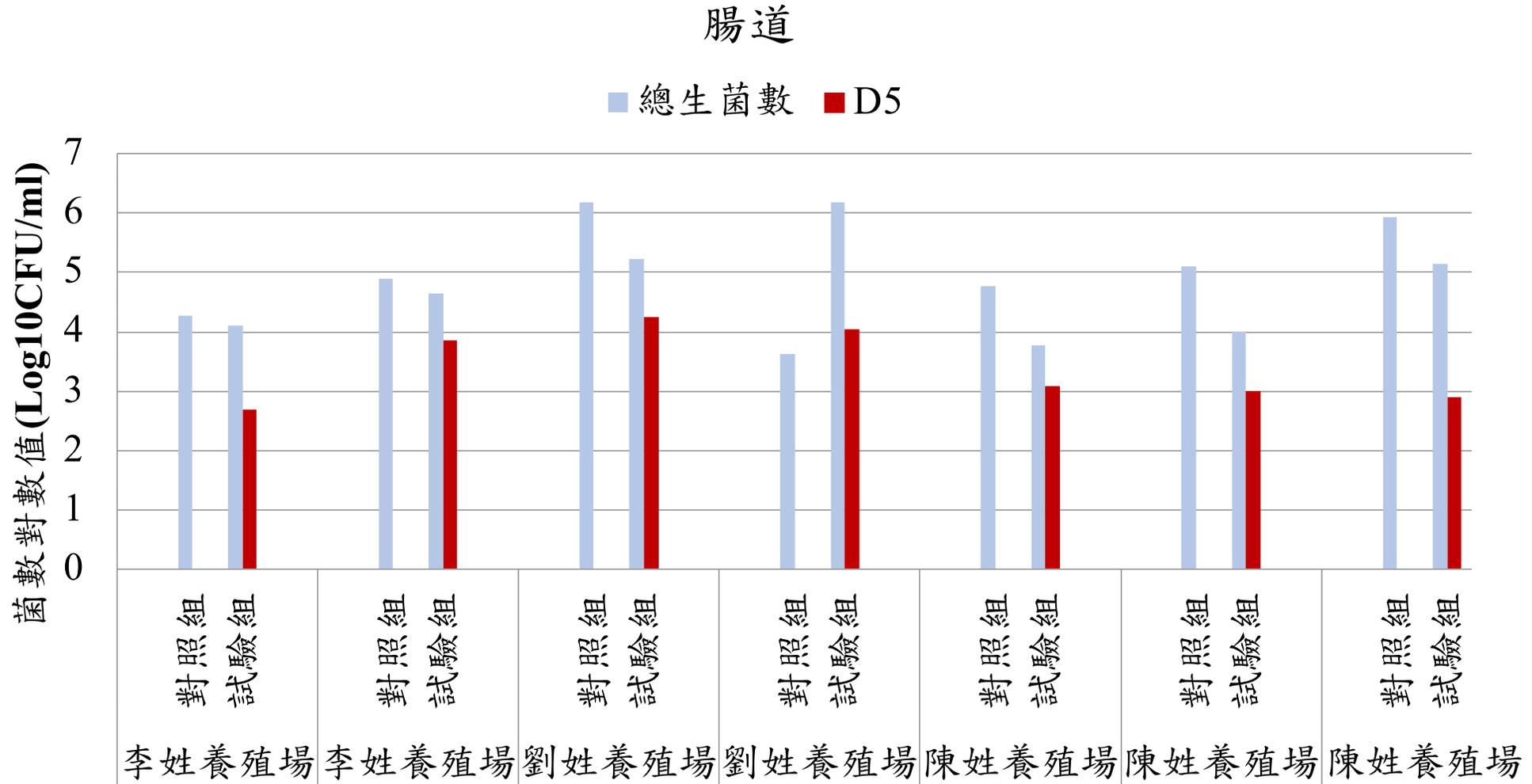
養殖水體-總生菌數與D5菌數分析

投餵飼料期間短小芽孢桿菌D5可以穩定在養殖環境池水保持活性。



吳郭魚腸道-總生菌數與D5菌數分析

投餵飼料期間短小芽孢桿菌D5可以穩定在吳郭魚腸道內保持活性。



次世代定序-腸道菌相分析

1. 對吳郭魚進行腸道菌相分析，結果顯示試驗組可檢驗到D5的存在，證實所投餵的益生菌可定殖於腸道中。
2. 另外，數種常見的致病菌比例，試驗組皆低於對照組，證實投餵益健飼料確實可抑制致病菌。

腸道菌群

對照組(一般飼料)

試驗組(益健飼料)

屬名

葡萄球菌屬(*Streptococcus*)

59 (0.081%)

3 (0.004%)

產氣單孢菌屬(*Aeromonas*)

339 (0.467%)

3 (0.004%)

愛德華氏菌屬(*Edwardsiella*)

28 (0.039%)

3 (0.004%)

弧菌屬(*Vibrio*)

443 (0.611%)

4 (0.006%)

種名

豚鼠產氣單胞菌(*Aeromonas caviae*)

40 (0.055%)

0 (0%)

溫和產氣單胞菌(*Aeromonas sobria*)

188 (0.259%)

1 (0.001%)

愛德華氏菌(*Edwardsiella tarda*)

24 (0.033%)

3 (0.004%)

乳酸鏈球菌(*Lactococcus garvieae*)

2 (0.003%)

0 (0%)

短小芽胞桿菌(*Bacillus pumilus* D5)

1 (0.001%)

11 (0.015%)

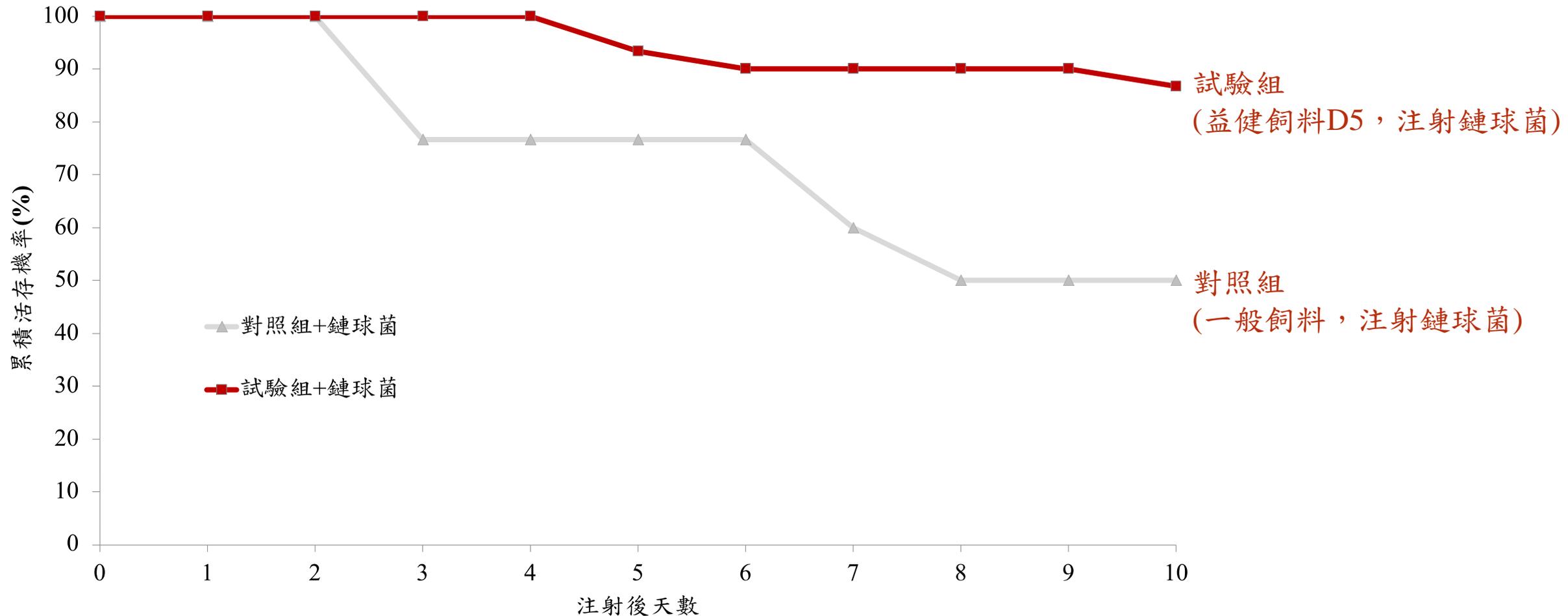
致病菌

致病菌



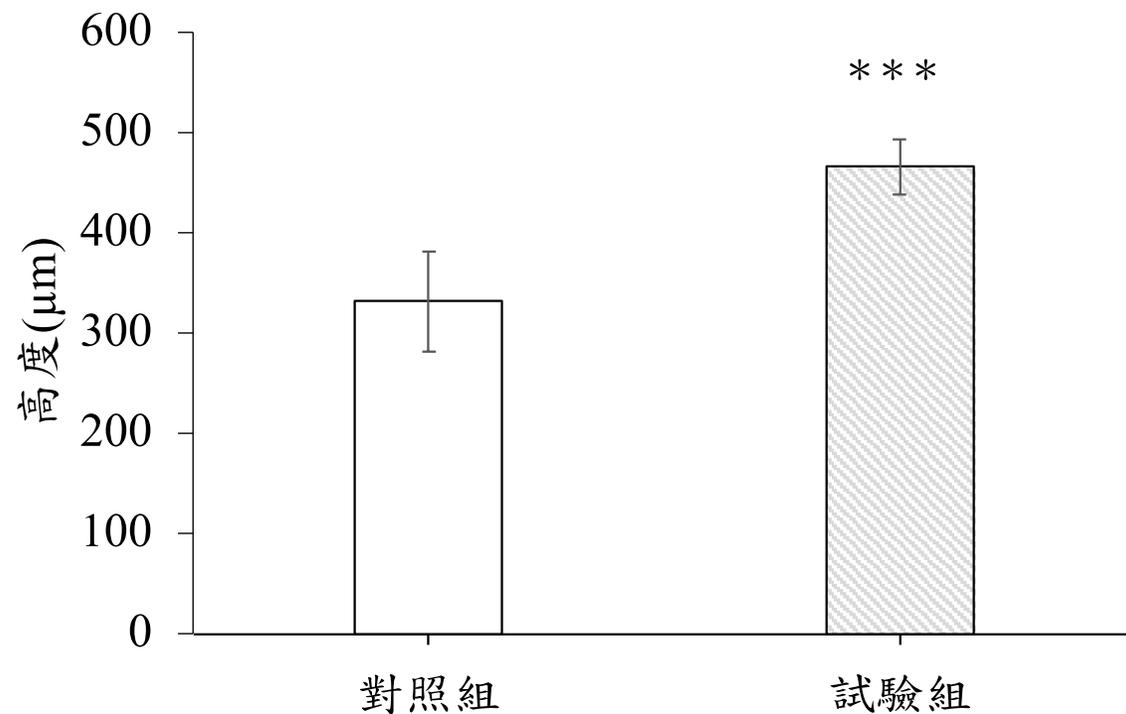
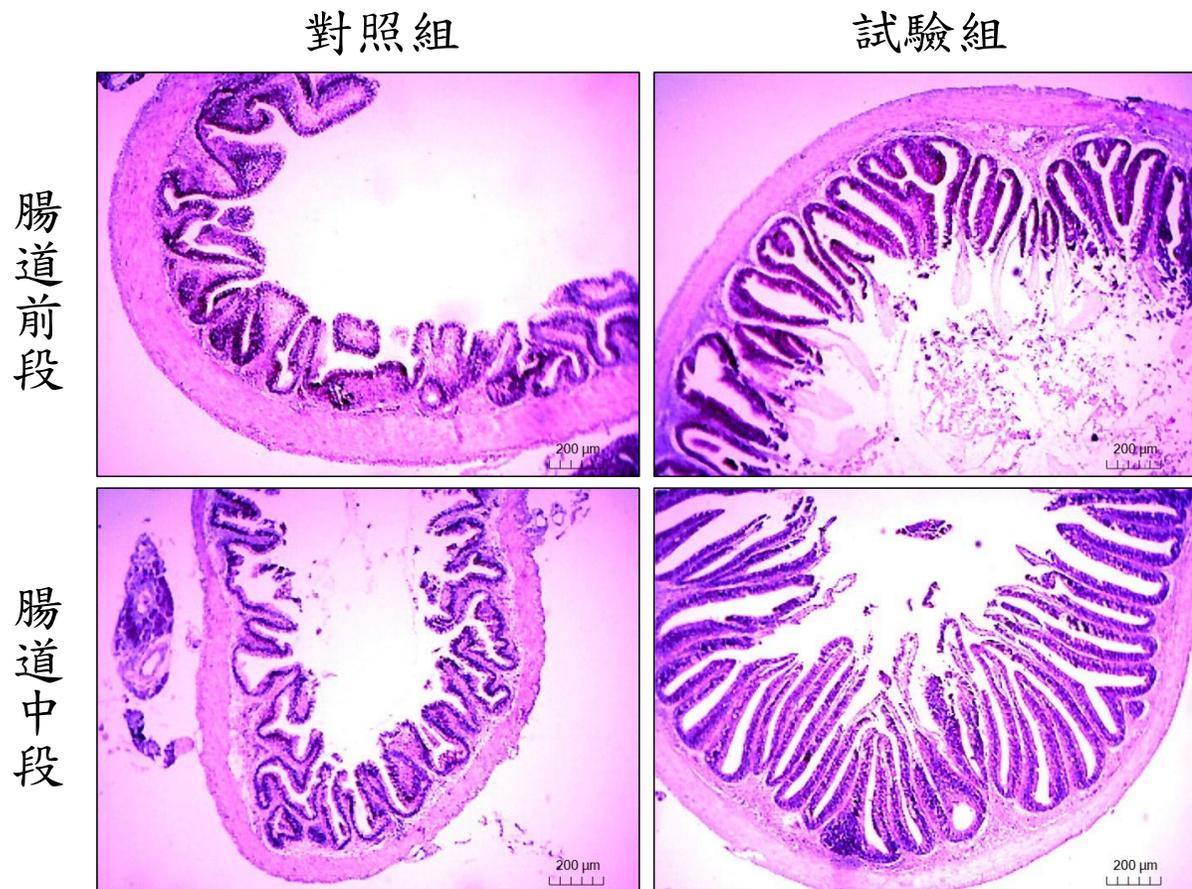
鏈球菌攻毒試驗

以吳郭魚常見致病菌-海豚鏈球菌(*S. iniae*)進行攻毒試驗，投餵益健飼料之組別，具86.6%較高活存率，而對照組則僅有50%活存率。



腸道組織型態分析

腸道組織型態發育完善，其排列緊密且高度增加。可增加營養吸收，提升成長效能。



腸道組織型態分析。

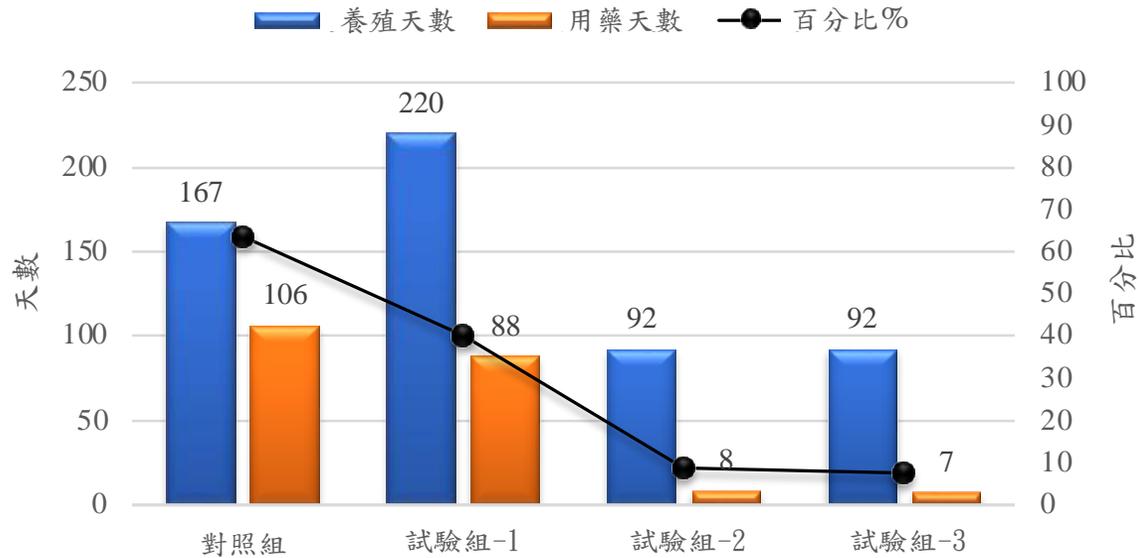
腸絨毛的高度比較，*表示組間有極顯著差異 ($p < 0.001$)。



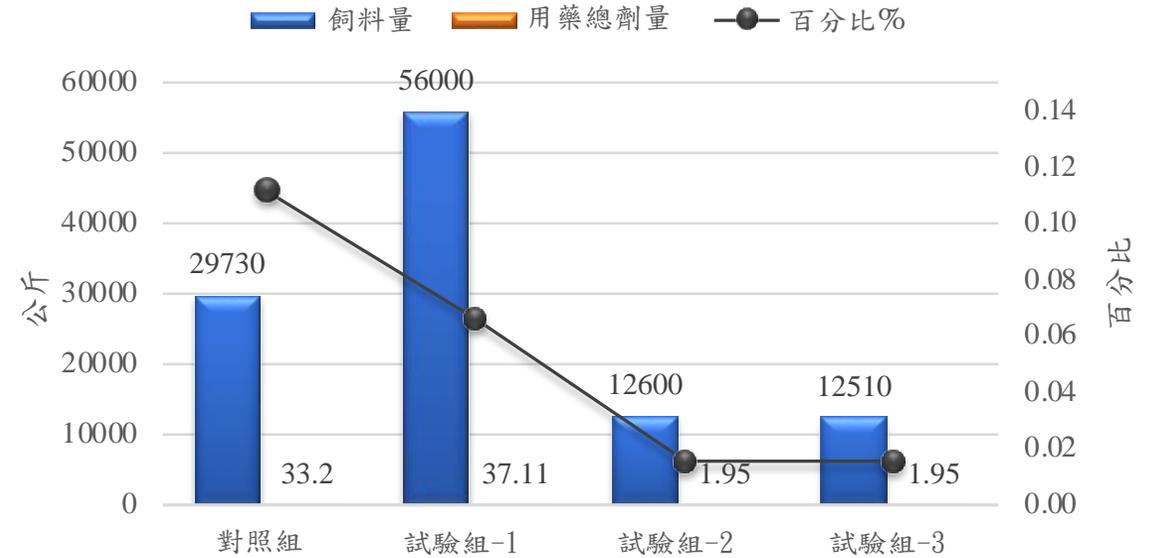
用藥量及用藥週期調查

投餵益健飼料可以有效降低用藥週期及總用藥量，達到減抗之目的。

用藥週期



用藥量



小結

- 與飼料廠合作確立益健飼料商業化生產製程，穩定商業化量產益健飼料。
- D5益健飼料可以穩定在養殖環境及生物體內保持活性。
- 投餵D5+B4益健飼料有效提升吳郭魚每日攝食量、日增重及日成長率，提升成長效能，進而縮短養殖期程。
- 降低用藥量及用藥天數。
- 合作養殖戶正面回饋：
 1. 飼料轉換率較佳。
 2. 育成率提升。
 3. 養殖水體環境較佳。
 4. 益健飼料可明顯提升魚隻食慾，提升成長速度。
 5. 減少疾病發生時之損失，並維持可控制範圍內，避免突發性大量死亡。





三、水產病原常見鏈球菌快速檢測



水產病原常見鏈球菌

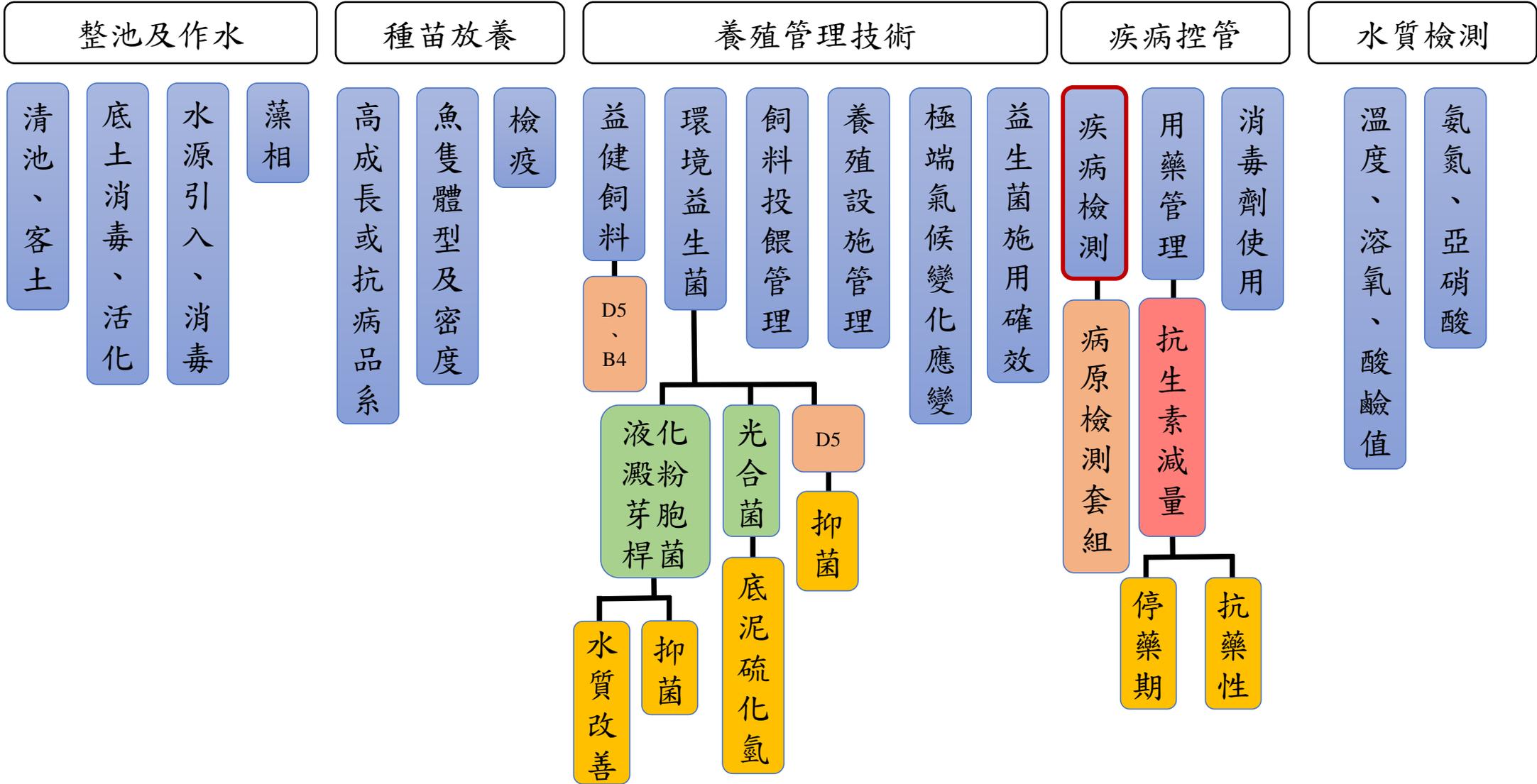
➤ 對魚類具有致病性的常見鏈球菌：

1. 海豚鏈球菌(*S. iniae*)
2. 無乳鏈球菌(*S. agalactiae*)
3. 乳酸鏈球菌(*L. garvieae*)

➤ 技術分析：

1. 現有水產病原檢測技術多為PCR原理，需經核酸萃取及PCR上機檢測，其設備及耗材亦較為昂貴。
2. 送至魚病診治及用藥諮詢相關單位進行臨床檢測，且需耗時3~5天。
3. St-kit不需經繁瑣操作及儀器設備，即可檢測及半定量鏈球菌濃度。

應用益健飼料的健康養殖管理技術



水產病原常見鏈球菌快速檢測套組(St-kit)

- 能於養殖現場自行操作，簡易、快速且高準確性。
- 無需附加儀器設備，大幅簡化檢驗流程及工作量。
- 及早預防、控制損失，提升養殖成效與收益。



三種水產常見鏈球菌懸浮菌液取40μl，加到檢測套組於室溫下靜置4~12小時後出現紅褐色呈色反應。

NC negative control

No.4 *V. alginolyticus*

No.6,24,413 *V. parahaemolyticus*

No.7 *V. harveyi*

No.1 *A. hydrophila*;

No.2 *E. tarda*

No.40,341 *S. iniae*

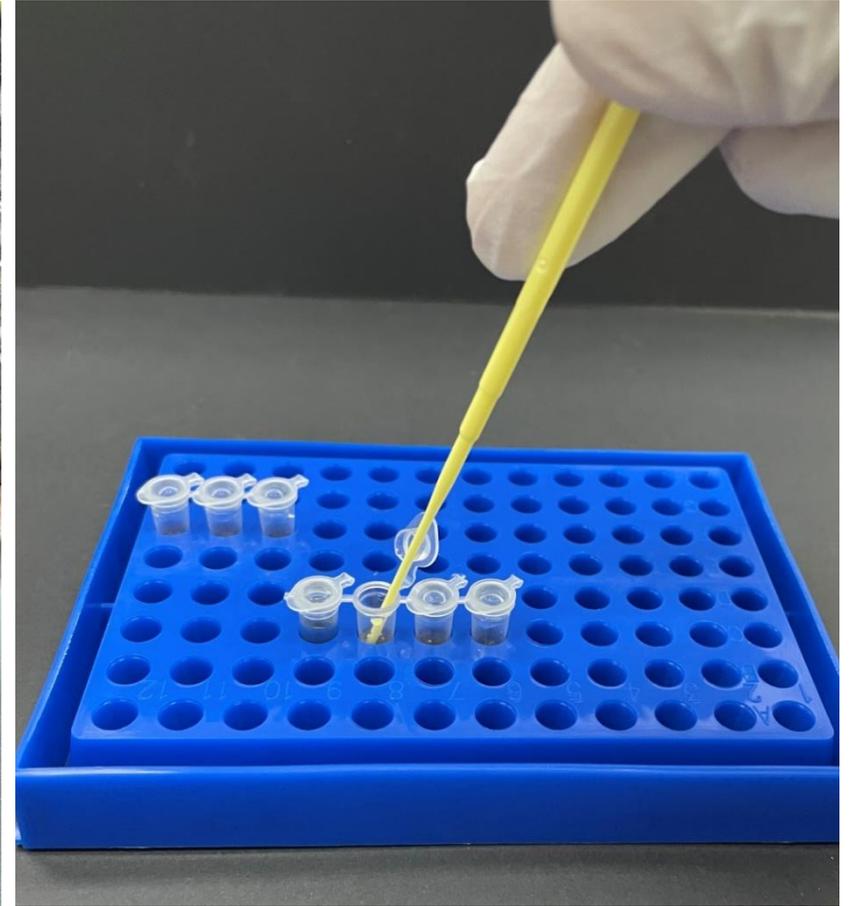
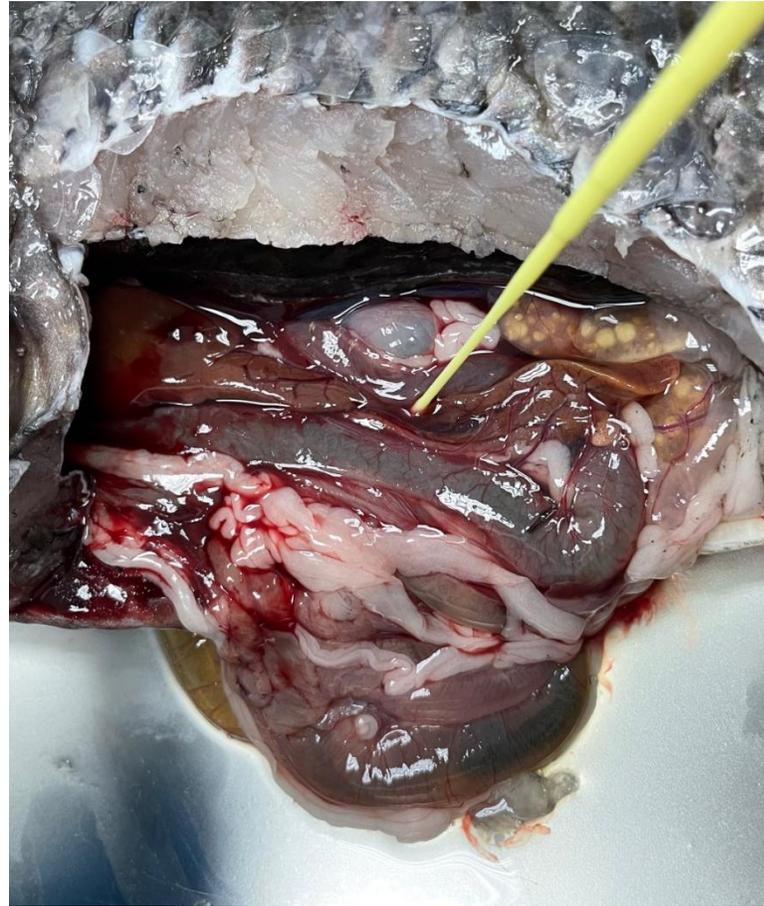
No.163,244,325 *L. garvieae*

No.321,322 *S. agalactiae*

No.10 *V. vulnificus*

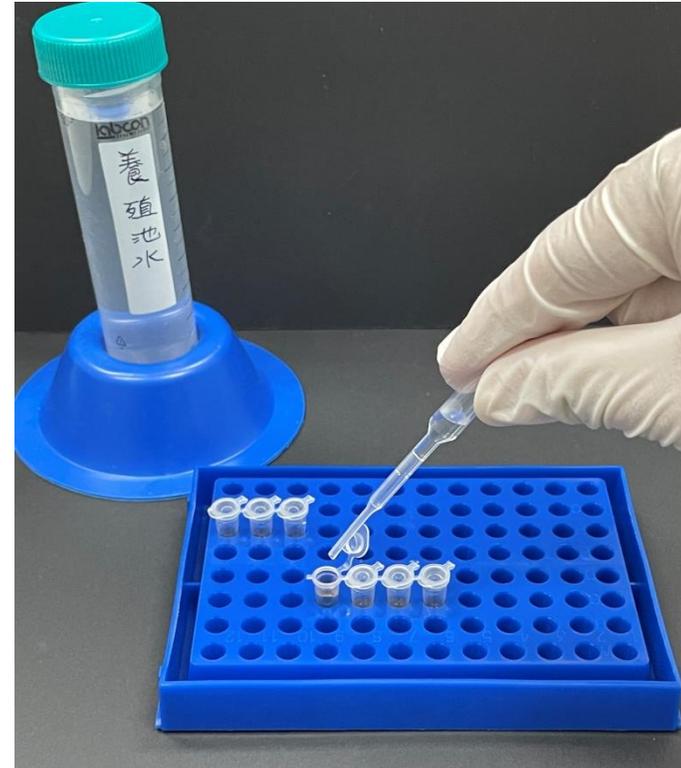
疾病檢測

➤ 病程初期即可判斷其病因，避免延後處置造成的連續感染，引發魚隻大規模死亡



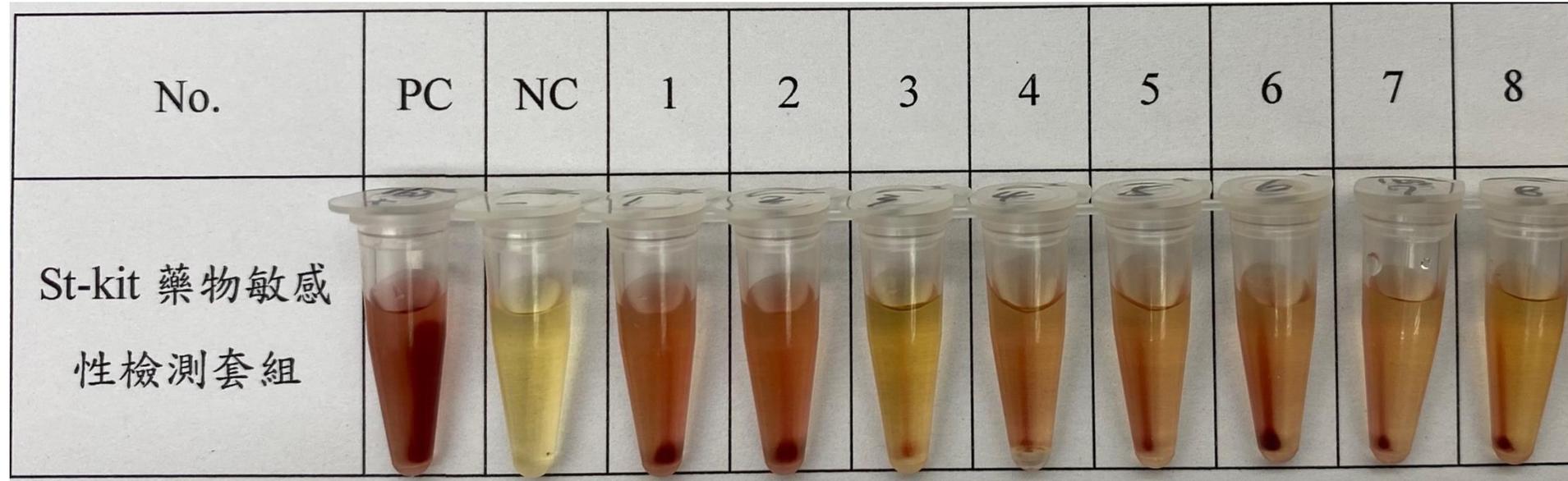
日常養殖管理

- 定期檢測環境水體或魚隻的鏈球菌濃度，即時判斷魚隻健康情形及風險指數，降低疾病發生率。
 - ✓ 0~12小時內呈色，屬於隨時會爆發疫情的高度風險。
 - ✓ 12~48小時呈色，屬中度風險。
 - ✓ 48小時以上才呈色，屬低度風險。



St-kit藥物敏感性檢測套組

- 藥物敏感性快速檢測，確認菌株之抗藥性並篩選有效藥物，減少抗藥性發生機率。
- 反應快速，12小時內可得知結果，傳統藥物敏感性試驗需要2~3天。

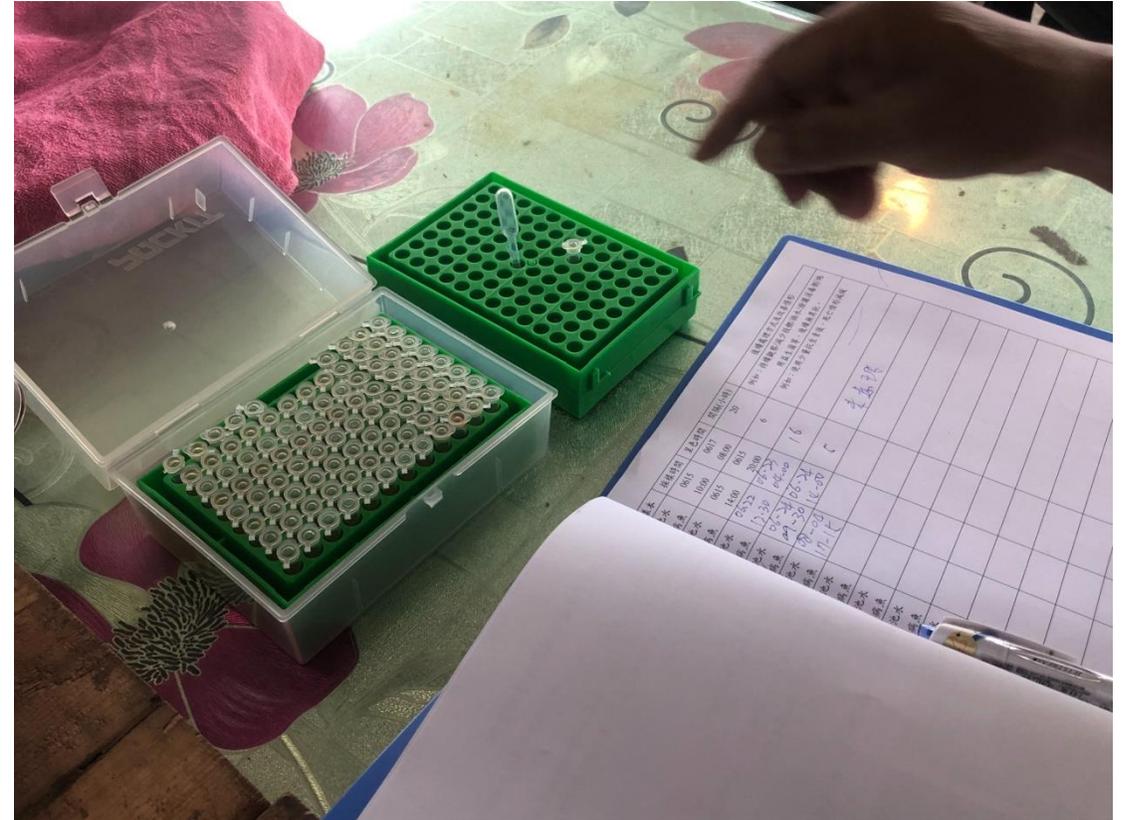


1. 安默西林Amoxicillin
2. 安比西林Ampicillin
3. 脫氧羧四環黴素Doxycycline
4. 紅黴素Erythromycin

5. 氟甲磺氣黴素Florfenicol
6. 林可黴素Lincomycin
7. 史黴素Spiramycin
8. 氟滅菌Flumequine

水產病原常見鏈球菌快速檢測套組包裝

- 內含St-kit 96管、0.2 ml 滴管、竹籤、解剖剪刀、鑷子及說明書





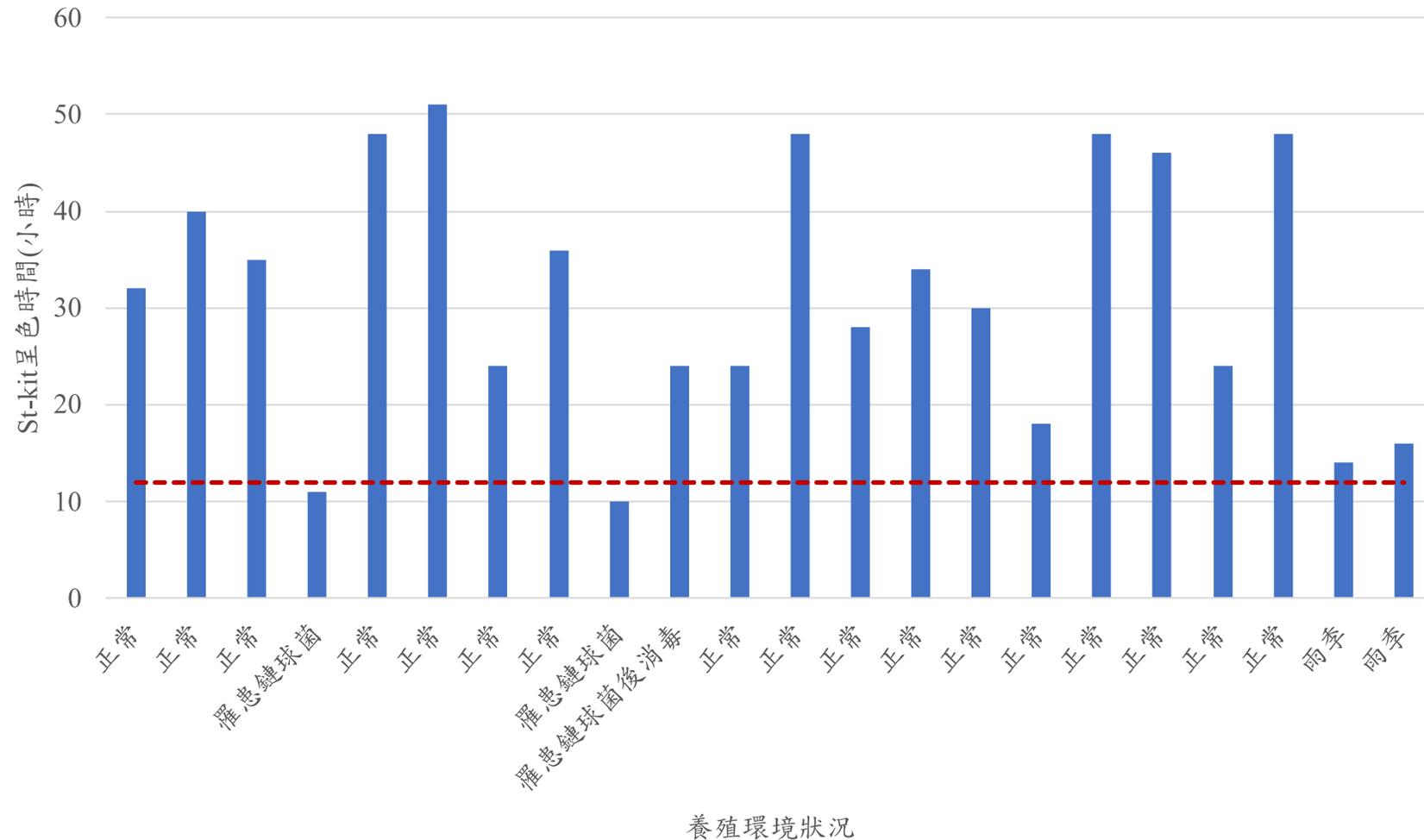
養殖現場實測St-kit

- 於正常吳郭魚體內培養出乳酸鏈球菌，St-kit亦於40小時呈色，推斷其體內有低濃度鏈球菌帶原尚未發病。
- 正常魚隻無檢測到鏈球菌，St-kit亦無呈色反應。
- 浮游病魚體內培養出鏈球菌，St-kit亦於6~18小時呈色，表示其遭受鏈球菌感染導致生病。

場域或農戶名稱/地點	養殖物種	魚隻狀況	呈色時間 (小時)	病原分離及鑑定
李先生養殖場/嘉義縣	吳郭魚	正常	40	乳酸鏈球菌
		浮游病魚	6	無乳鏈球菌
		外觀腹部腫大，內部腸道腫脹	18	鏈球菌屬
福壽公司養殖場/臺南市	吳郭魚	浮游病魚	-	創傷弧菌
		正常	-	弧菌屬
淡水養殖研究中心/彰化縣	金目鱸	浮游病魚	-	溶藻弧菌
	吳郭魚	浮游病魚	12	鏈球菌屬

養殖現場實測St-kit

- 檢測正常無異狀的養殖池，其呈色時間為24~96小時，或是無呈色反應，表示其鏈球菌濃度較低。
- 在罹患鏈球菌的養殖池中，則觀察到在12小時內呈色。
- 在雨季期間其呈色時間為14~16小時，氣候變化會造成鏈球菌濃度上升。



小結

- 當魚隻剛開始發病時，可以在病程初期正確判斷其病因來源，並依照專業獸醫師指示使用最適藥物來治療，控制魚隻死亡數量，避免延後處置造成連續感染引發大規模的死亡，逐漸控制罹病情況，以期減少損失及相對投入成本。
- 全程養殖期間建立長期連續的監控資料，可即時判斷目前養殖物健康情形及風險指數，在疾病爆發之前預先檢出，並及早預防、控制損失與成本，降低疾病發生率，減少全程用藥週期，建立安全養殖管理，提升養殖成效及收益。
- 養殖期間遭遇疾病發生時，會常態性使用2~4種抗生素，至中後期會觀察到抗藥性的情形發生，魚隻無法即時獲得有效治療。鏈球菌藥物敏感性檢測套組可以確認菌株之抗藥性，可以快速篩選出有效藥物，避免使用無效藥物，以減少抗藥性病原發生機率。



水產病原檢測套組

水產試驗所

鰻魚潰瘍症病原菌快速檢測套組

溶藻弧菌快速檢測套組

水質總生菌數檢測套組

親水性產氣單胞菌快速檢測套組

水產病原性弧菌檢測套組

水產病原乳酸鏈球菌檢測套組

腸炎弧菌池邊即時快檢套組

➤ 水產病原常見鏈球菌快速檢測套組



結論與展望

- 益生菌確實有益於養殖生物健康，而以益生菌取代抗生素為未來趨勢。機能性益健飼料為一不錯的選擇，配合日常養殖管理，良好的養殖環境才能使益生菌效果發揮最大值。
- 施用益生菌應以循序漸進且定期持續性投放，以防制為目的，非治療性使用。若有疫情發生時需合理投藥治療，待恢復後繼續使用益生菌防護。
- 配合多重養殖技術，包括養殖環境管理、飼料管理及益生菌的作用機制等，應用於吳郭魚安全養殖。期能達到水質及底質的淨化，去除大量累積的有機物質；抑制不良的細菌或雜菌生長，形成競爭抑制；提供營養促進消化吸收，改善與平衡消化道的微生物相；強化免疫調控機制等。改善養殖環境、增進魚體健康、提高生長速率及活存率。
- 建立吳郭魚應用益健飼料安全管理技術之輔導機制：
 1. 益健飼料投餵管理技術
 2. 養殖管理及監控技術
 3. 疾病風險管控及養殖水體環境檢測
 4. 標準化養殖作業流程



第四章

添加海藻發酵物之益健飼料應用研究

黃侑勛、易琮凱

東部漁業生物研究中心/水產加工組



- 一、前言
- 二、海木耳發酵液介紹
- 三、試驗成果
- 四、結論
- 五、技術輔導與推廣分享



一、前言

產業現況

- 近年來漁業環境改變，養殖漁業逐漸取代傳統的捕撈漁業，而在產業發展過程中為避免魚病影響養殖效益，也大量使用了抗生素降低死亡率，尤其因氣候變遷，溫度上升導致溶氧降低與致病性微生物繁殖，抗生素的使用量越來越多，造成養殖成本上升與抗藥性等衍生問題。

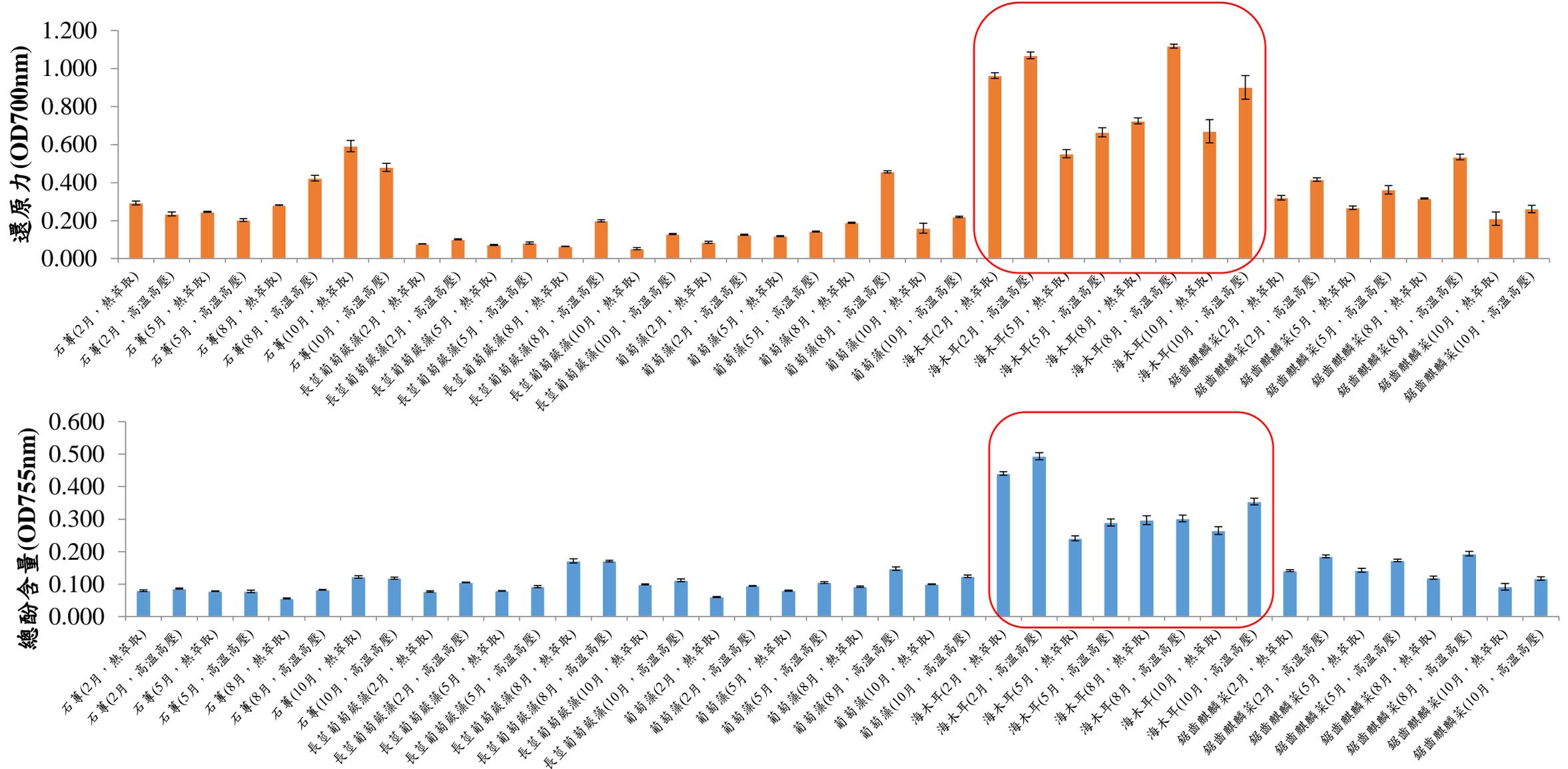
擬解決問題

- 臺灣水產養殖產業發展蓬勃，其中石斑魚、鱸魚、吳郭魚及白蝦皆具較大規模的養殖與產值，又以龍虎斑與七星鱸分別為石斑魚及鱸魚養殖的主要品種。根據110年度漁業統計年報，其中吳郭魚年產量為59788噸、鱸魚為22304.1噸、白蝦為9881.56噸、石斑為17345.9噸，在產值的表現上，以上4魚種佔漁獲年產值達14.52%，吳郭魚年產值為新臺幣31億547萬元、白蝦為新臺幣20億4485萬元、鱸魚為新臺幣22億4097萬元、石斑為新臺幣39億2022萬元。然而，白蝦常受環境鹽度波動與病毒性感染影響，容易一次性的大量死亡；石斑魚、吳郭魚和鱸魚養殖產業則常常受到鏈球菌和弧菌等細菌性病原體的感染，這些病原體會導致鱸魚死亡率增加、引起石斑魚、吳郭魚表皮潰爛、食慾不振，造成生長減緩、賣相不佳等問題，進而影響產量和經濟效益。



二、海木耳發酵液介紹

海木耳作為益健藻原料的優勢



海木耳發酵液製程建立



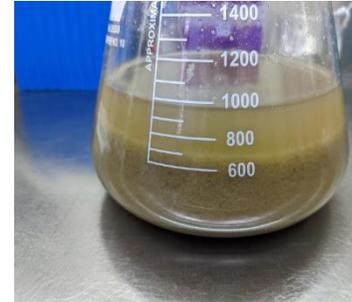
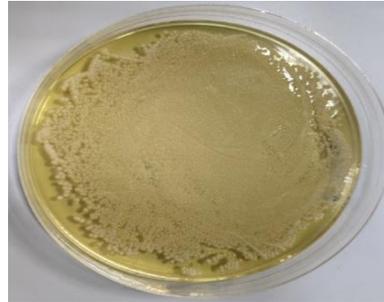
海木耳



24-48小時

使用20 L 有蓋不鏽鋼桶進行水解與發酵

海木耳水解



Pediococcus pentosaceus F1
(戊糖片球菌)





- F1發酵過程簡便，設備需求度低，僅需滅菌釜即可操作，常溫下可進行且時間僅24-48小時。
- 海木耳發酵液製作益健飼料每公斤成本僅提升0.12元，可提升吳郭魚增肉率>20%，縮短白蝦養殖期15-20%，且不受製程中溫度限制。
- 由加速試驗結果可知，海木耳發酵液在44°C下可存放達1個月，4°C下可存放8個月。

海木耳發酵液於44°C之加速保存試驗

	第0天	第7天	第14天	第21天	第28天
pH	4.47±0.01	4.47±0.00	4.41±0.02	4.41±0.02	4.38±0.02
總真菌數	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
總生菌數	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出

n=3



- 試驗中觀察到飼料添加海木耳發酵液確實會提升七星鱸中風味物質濃度。

七星鱸風味成分分析

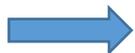
	丙胺酸 (ppm)	天門冬胺酸 (ppm)	麩胺酸 (ppm)	甘胺酸 (ppm)
對照組	6879	9841	14558	9039
試驗組	9344	11552	17406	13781



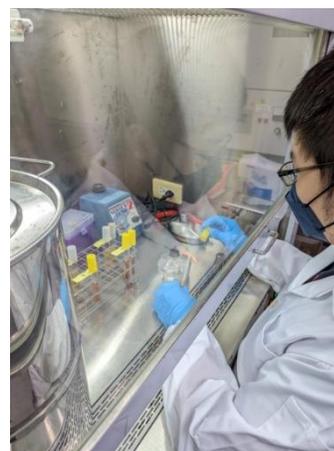
海木耳發酵液製備過程及相關檢驗



海木耳初步水解物



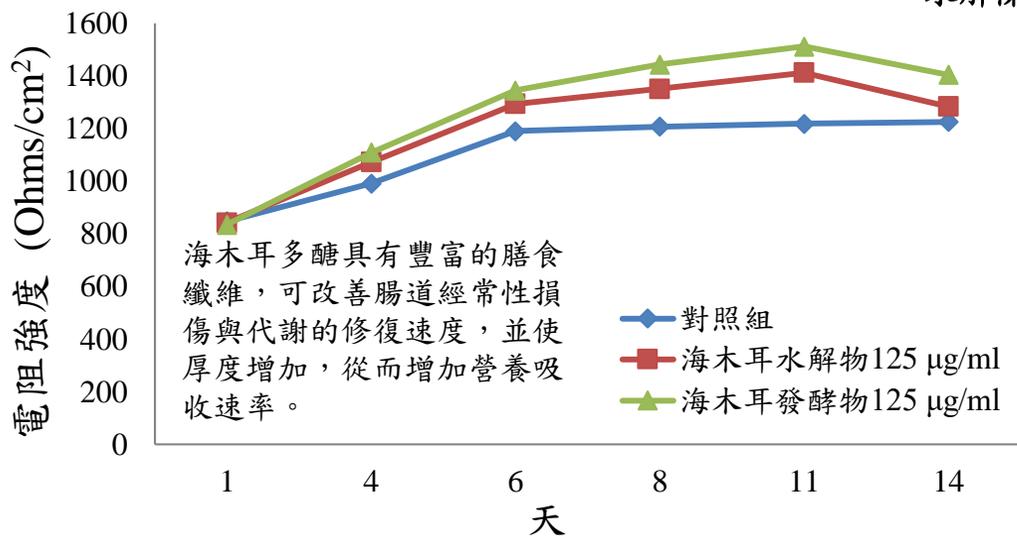
海木耳水解液
水解條件建立



接種發酵菌株
菌株活化及含量測定



發酵進度分析
多醣含量、生長菌量檢測



海木耳多醣具有豐富的膳食纖維，可改善腸道經常性損傷與代謝的修復速度，並使厚度增加，從而增加營養吸收速率。

◆ 對照組
■ 海木耳水解物 125 µg/ml
▲ 海木耳發酵物 125 µg/ml

腸壁單層膜完整性測試

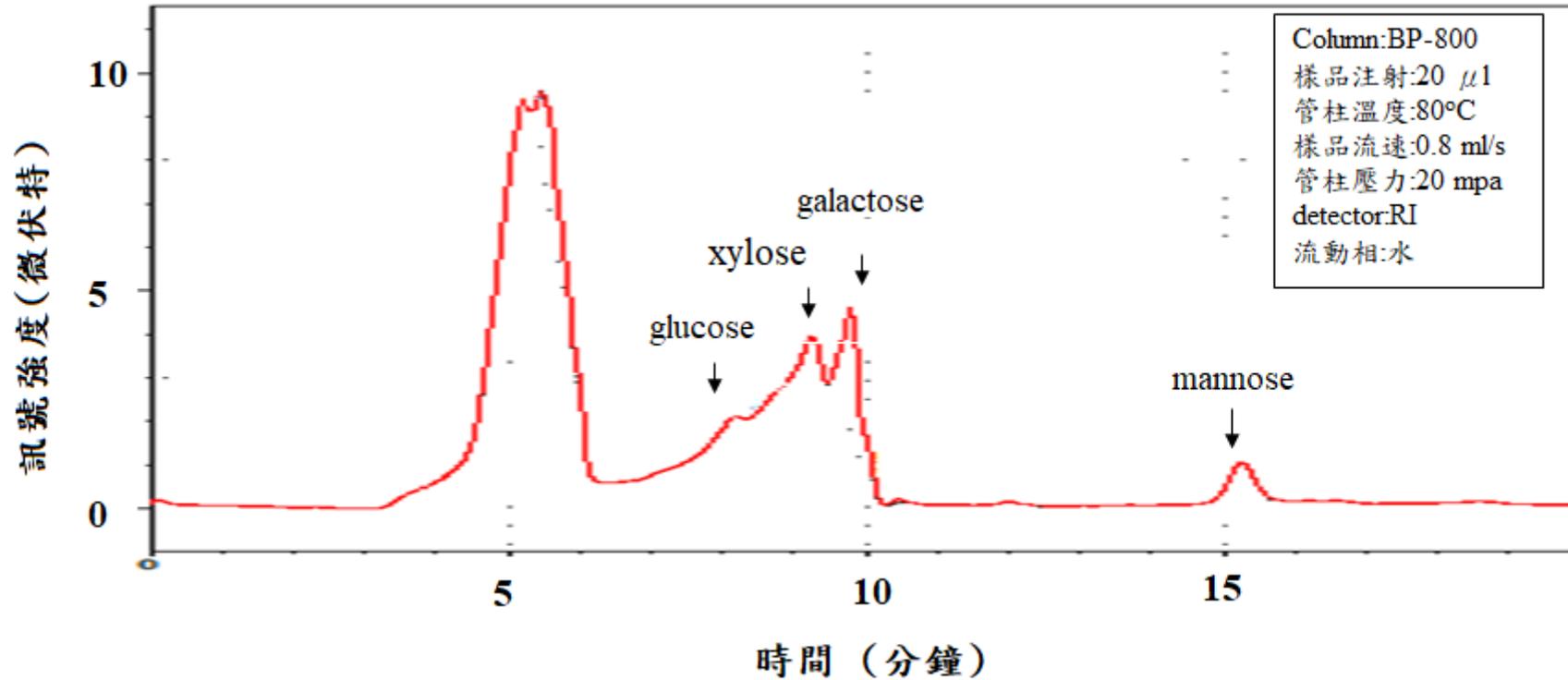
海木耳發酵液
高溫殺菌
一般成份分析
機能性物質組成分析



海木耳發酵液成品



海木耳發酵物成份分析



1. 海木耳F1發酵物中組成醣分分析顯示多為半乳寡糖與木寡糖，而此二種醣類所組成的寡糖約佔1/3，為具有功能性之益生菌 (prebiotics)，能改善腸道環境，並提升環境耐受性。
2. 本試驗中所使用之海木耳發酵液，達發酵終點時，乳酸菌數達 10^7 CFU/g，取菌體物質及其分泌物，作為生物物質 (biogenics)，增加魚體非專一性免疫表現。



三、試驗成果

海木耳發酵液添加方式

- 海木耳發酵液不以活體菌株為訴求，因此可以於飼料製作時直接取代部分水份加入現有製程，或與飼料成品直接人工混入。本試驗旨在解明海木耳發酵液於七星鱸飼料中以添加方式之效益，進行56天餵食試驗，試驗組別如下：
- 對照組為一般市售鱸魚飼料、試驗組A為一般市售鱸魚飼料製程中混入0.2%海木耳發酵液造粒、試驗組B為一般市售鱸魚飼料現場混入0.2%海木耳發酵液後攪拌均勻。

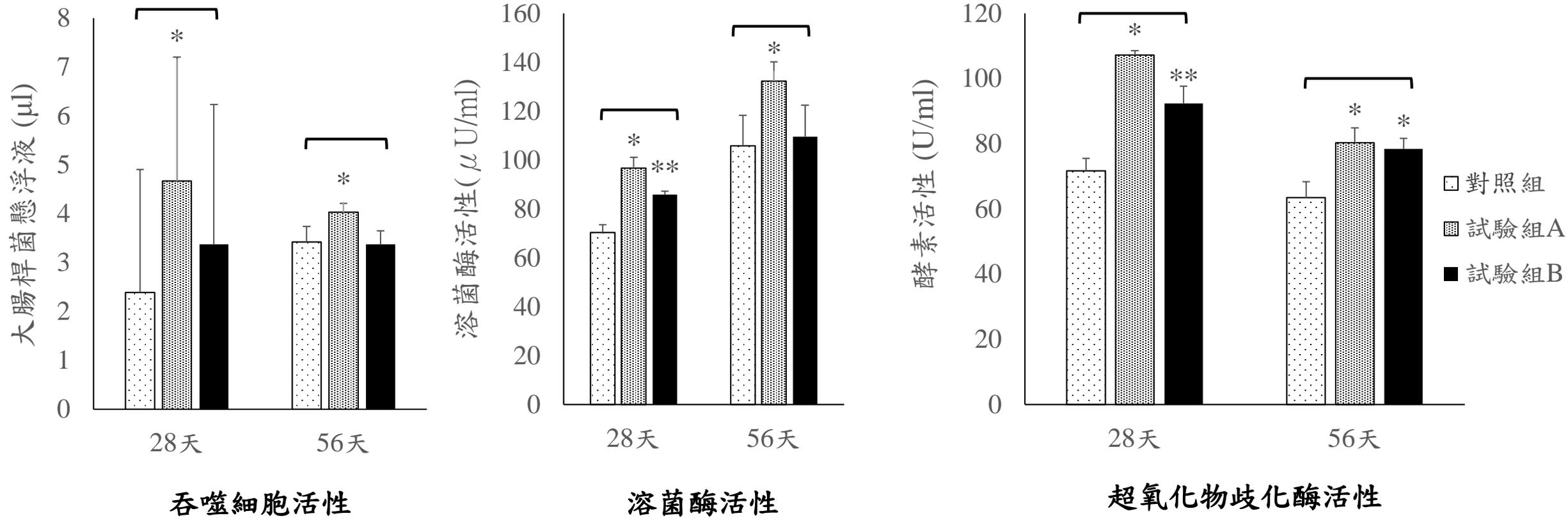


試驗組A (將海木耳發酵液與飼料共同造粒)



試驗組B (將海木耳發酵液現場攪拌於飼料中)

七星鱸非專一性免疫指標評估



不同符號*者表示具顯著差異

七星鱸成長表現

七星鱸成長表現數值

	末重(g)	增重率(%)	比成長率(%)	活存率(%)
對照組	35.67±10.46	116.84±38.40 ^{ab}	1.36±0.32 ^{ab}	77.33±3.06 ^b
試驗組A	42.67±7.12	169.88±19.45 ^a	1.77±0.13 ^a	88.00±2.00 ^a
試驗組B	38.33±7.06	147.06±30.54 ^a	1.60±0.23 ^a	88.67±1.15 ^a

a,b表示具顯著差異($p<0.05$)

- 七星鱸養殖56天期間，不論是使用一般市售鱸魚飼料製程中混入0.2%海木耳發酵液造粒(試驗組A)、或是以市售鱸魚飼料現場混入0.2%海木耳發酵液後攪拌均勻(試驗組B)，在七星鱸的比成長率與活存率的表現上皆顯著優於對照組，且試驗組A、B間無明顯差別。

七星鱸水解胺基酸分析

七星鱸水解胺基酸分析

	蛋白質(%)	粗脂肪(%)	粗灰分(%)	丙胺酸 (ppm)	天門冬胺酸 (ppm)	麩胺酸 (ppm)	甘胺酸 (ppm)
對照組	58.84±1.61	9.81±0.92	21.42±0.82	6879	9841	14558	9039
試驗組A	63.98±3.44	10.24±1.13	20.68±2.72	9344*	11552	17406*	13781*
試驗組B	59.65±1.39	8.84±0.57	19.22±1.34	7963	11206	16470*	10751

*表示具顯著差異($p < 0.05$)

➤ 飼料添加海木耳發酵液會提升七星鱸中風味胺基酸濃度



小結

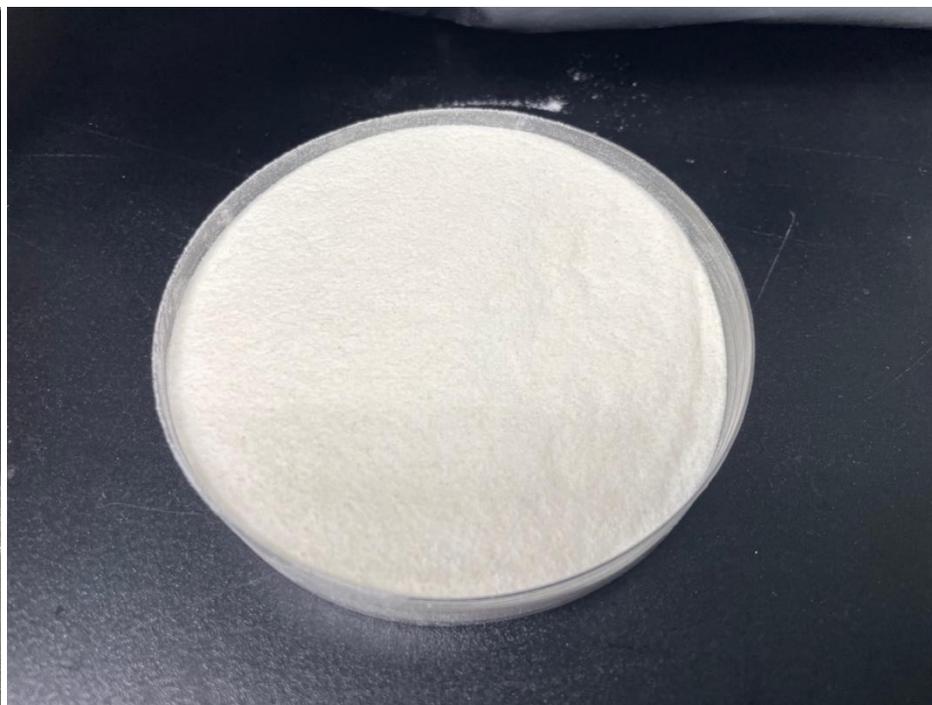
- 綜合上述試驗數據，推論於一般飼料中添加海木耳發酵液對七星鱸之成長效果有顯著影響，且確可顯著提升七星鱸之非特異免疫能力。
- 使用海木耳發酵液添加於飼料亦可提升七星鱸之活存率與風味物質的表現。

與益生菌D5 *Bacillus pumilus* (短小芽孢桿菌)的加乘作用

- 益生菌可透過拮抗有害菌相來達到穩定養殖物種的目的，而海木耳發酵液中的藻寡糖及F1生成之生物物質除可作為免疫刺激物亦是益生素。本試驗旨在探討海木耳發酵液與市售益生菌D5共同作用於七星鱸飼料中之效益，進行56天餵食試驗，試驗組別如下：
- 對照組為一般市售鱸魚飼料現場混入0.1% D5益生菌粉後攪拌均勻、試驗組為一般市售鱸魚飼料現場混入0.1% D5益生菌粉及0.2%海木耳發酵液後攪拌均勻。

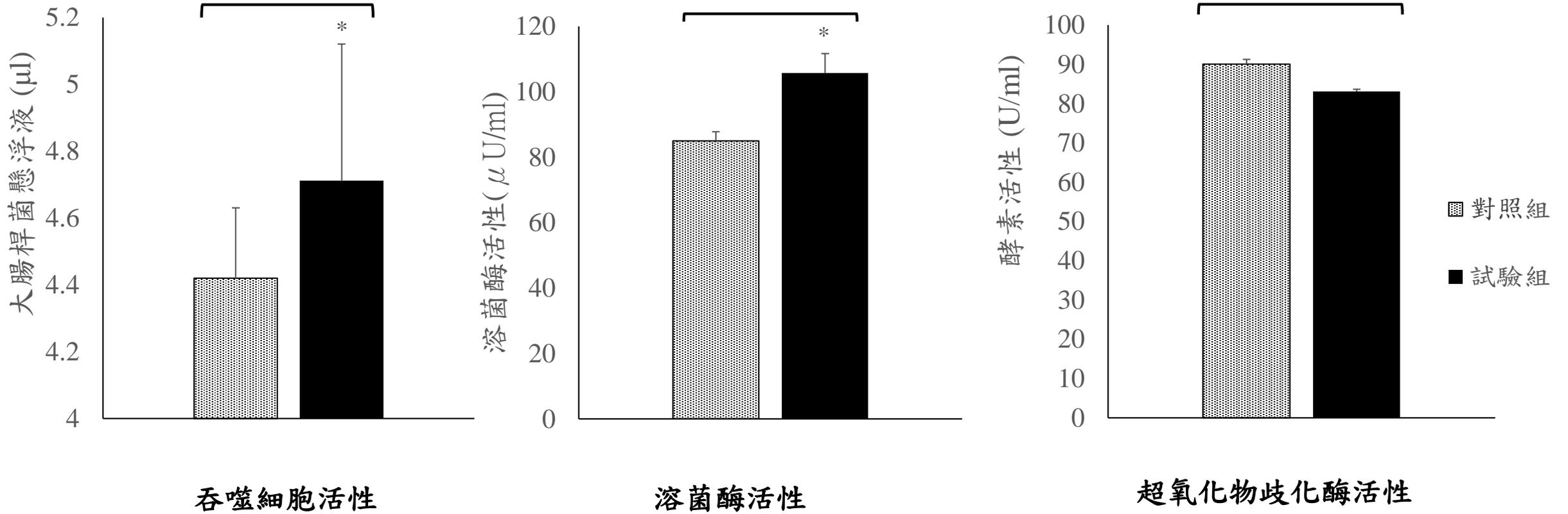


市售D5-短小芽孢桿菌產品



D5益生菌粉

七星鱸非專一性免疫指標評估



*表示具顯著差異

七星鱸成長表現

七星鱸成長表現數值

	初重(g)	末重(g)	增重率(%)	比成長率(%)	活存率(%)
對照組	38.67±4.08	54.17±5.12	40.24±4.64	1.21±0.12	97.33±1.15
試驗組	39.17±4.31	62.56±5.32	60.20±7.88*	1.68±0.17*	98.00±2.00

*表示具顯著差異 ($p < 0.05$)

- 飼料同時添加海木耳發酵液與D5益生菌粉(試驗組)對活存率的提升未見顯著差異。
- 試驗組相比於對照組(飼料僅添加D5益生菌粉)在增重率及比成長率上具有提升，顯示海木耳發酵液具加乘益生菌之效果。

海木耳發酵液添加比例

- 本試驗旨在了解海木耳發酵液於七星鱸、龍虎斑飼料中最低成本添加方式，分別進行56天龍虎斑餵食試驗及84天七星鱸餵食試驗，試驗組別如下：
- 對照組為一般市售飼料、試驗組A為一般市售飼料混入0.2%海木耳發酵液、試驗組B為一般市售飼料混入0.4%海木耳發酵液、試驗組C為一般市售飼料混入0.2%海木耳發酵液及0.1%D5益生菌粉、試驗組D為一般市售飼料混入0.4%海木耳發酵液及0.1%D5益生菌粉。



七星鱸



龍虎斑

海木耳益健飼料成分分析

七星鱸魚飼料一般成份分析

樣品名稱	水分(%)	蛋白質(%)	粗脂肪(%)	粗纖維(%)	粗灰分(%)	鹽酸不溶物(%)	碳水化合物(%)
對照組	5.52±0.02	45.16±0.01	15.81±0.48	0.8±0.10	12.12±0.05	0.62±0.05	19.97±0.71
試驗組A	2.32±0.04	46.45±0.06	15.52±0.20	0.8±0.07	12.60±0.03	0.67±0.03	21.64±0.43
試驗組B	2.24±0.05	45.79±0.15	17.00±0.59	0.84±0.07	12.63±0.08	0.67±0.03	20.83±0.97
試驗組C	2.48±0.12	45.88±0.42	15.82±0.53	0.81±0.10	12.71±0.02	0.71±0.02	21.64±0.21
試驗組D	2.49±0.12	45.36±0.41	16.56±0.60	0.77±0.04	12.66±0.13	0.78±0.08	21.39±0.38
中華民國 國家標準	<11	>43	>3	<3	<16	<2	-

n=3

龍虎斑飼料一般成份分析

樣品名稱	水分(%)	蛋白質(%)	粗脂肪(%)	粗纖維(%)	粗灰分(%)	鹽酸不溶物(%)	碳水化合物(%)
對照組	3.16±0.02	47.93±0.55	7.56±0.03	0.72±0.08	15.9±0.03	0.65±0.04	25.45±0.84
試驗組A	1.67±0.46	48.61±0.13	7.57±0.29	0.79±0.20	15.67±0.05	0.75±0.29	26.49±0.52
試驗組B	1.41±0.08	46.68±0.24	6.79±0.23	0.96±0.07	14.36±0.08	0.63±0.06	30.76±0.54
試驗組C	1.60±0.04	48.27±0.08	8.08±0.27	0.70±0.00	15.64±0.17	0.52±0.18	26.41±0.67
試驗組D	3.21±0.02	48.42±0.51	8.08±0.05	1.44±0.20	15.97±0.02	0.60±0.03	24.33±0.39
中華民國 國家標準	<11	>43	>3	<3	<16	<2	-

n=3

試驗組A

(0.2% 海木耳發酵液)

試驗組B

(0.4% 海木耳發酵液)

試驗組C

(0.2% 海木耳發酵液+0.1% D5)

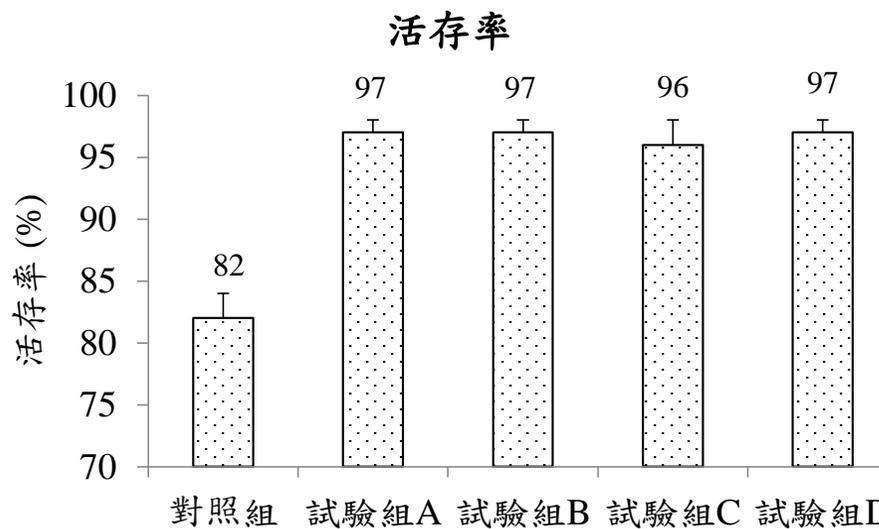
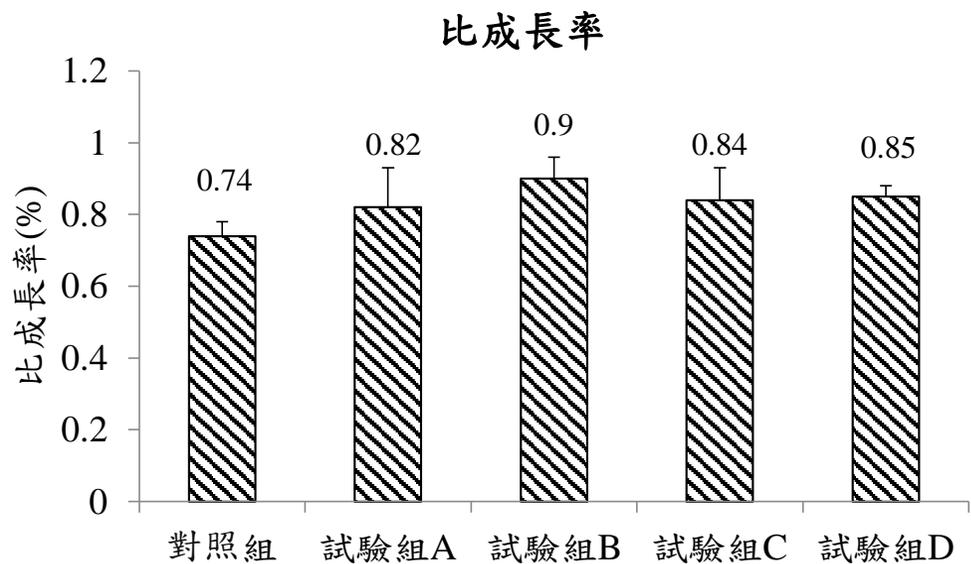
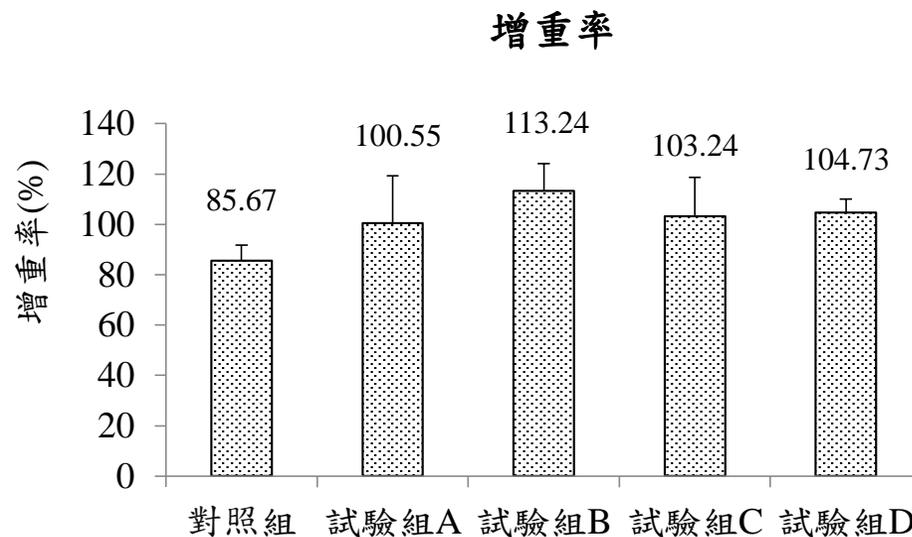
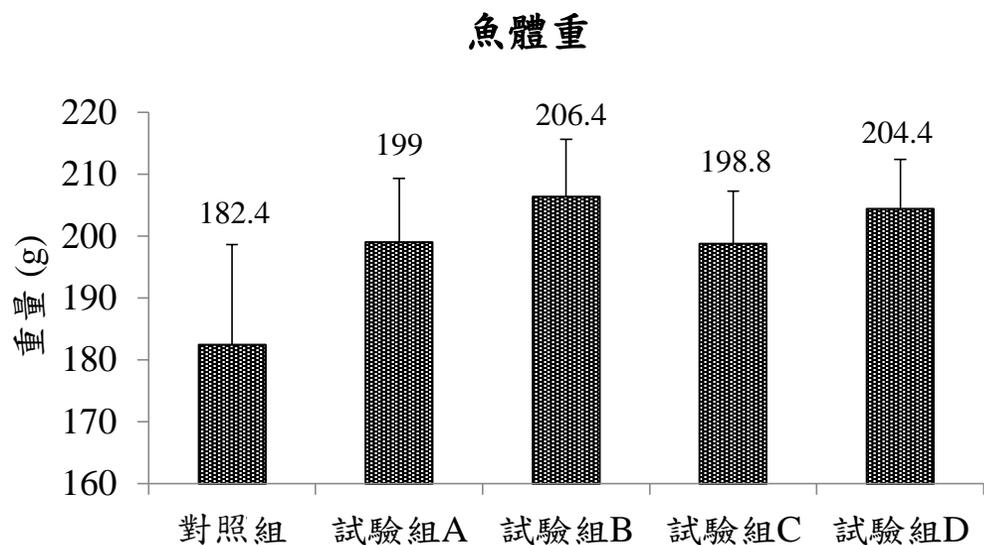
試驗組D

(0.4% 海木耳發酵液+0.1% D5)



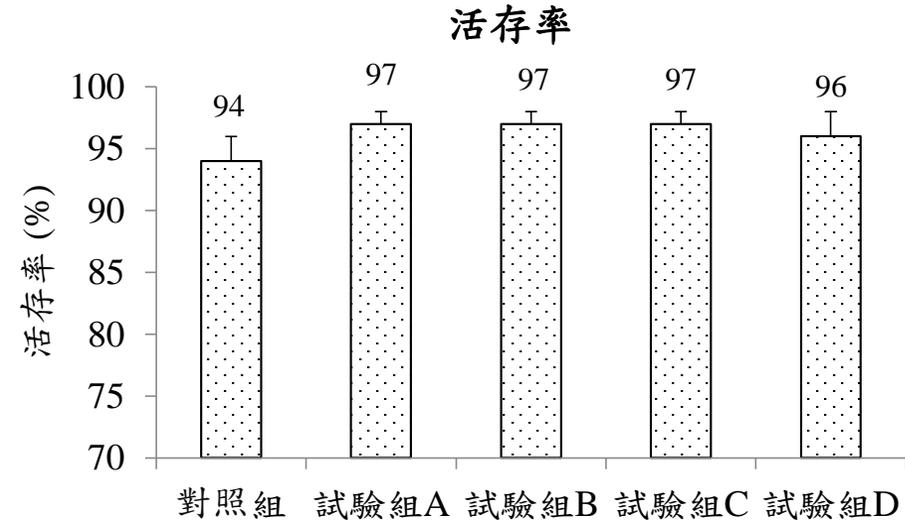
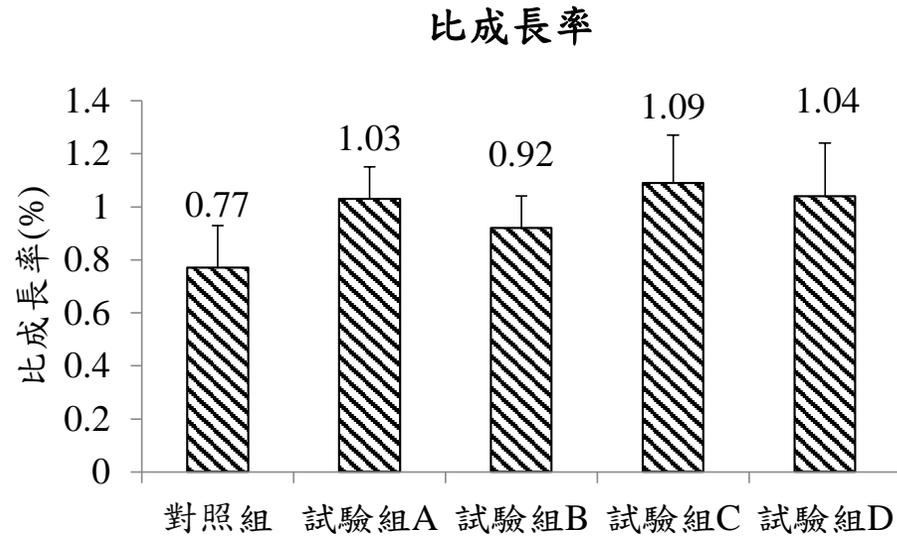
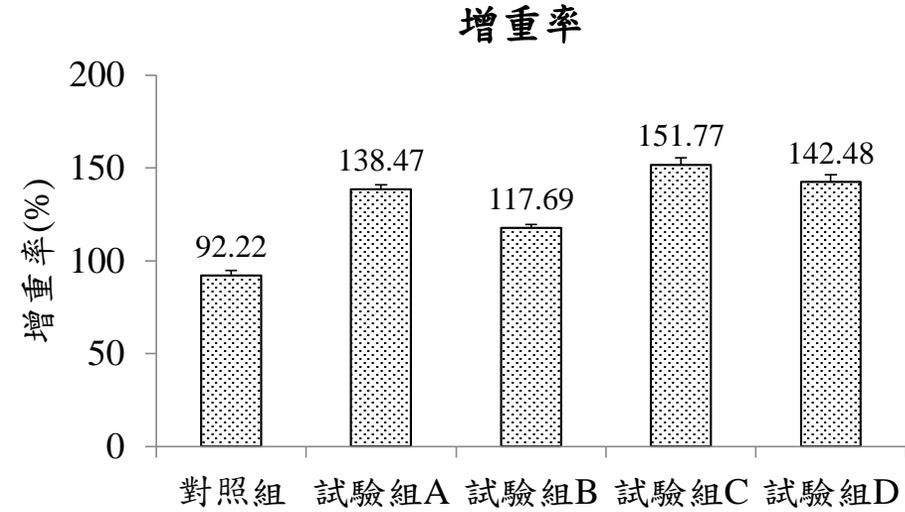
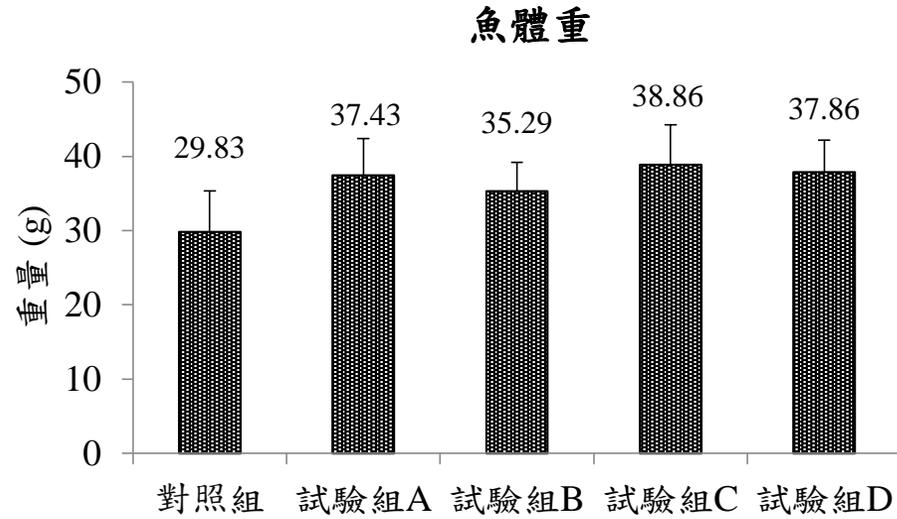


添加不同比例海木耳發酵液與D5益生菌粉對七星鱸成長效果影響



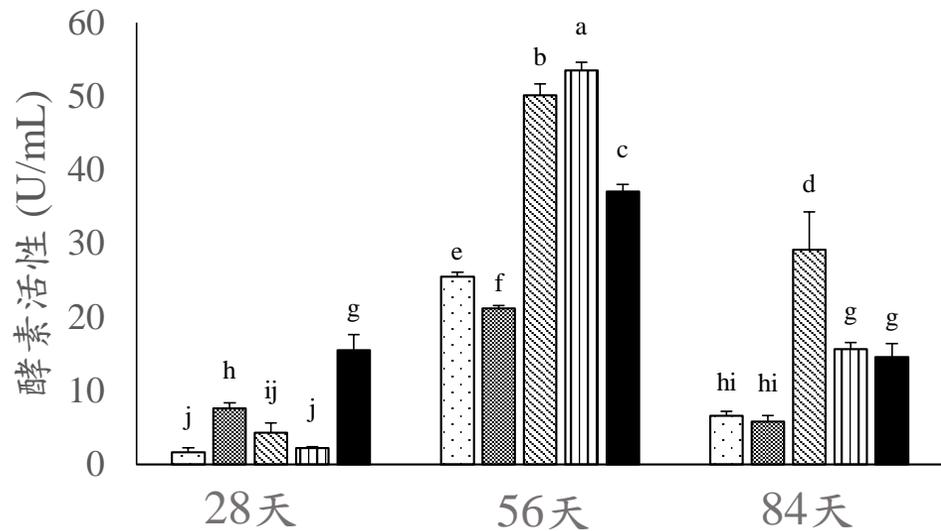


添加不同比例海木耳發酵液與D5益生菌粉對龍虎斑成長效果影響

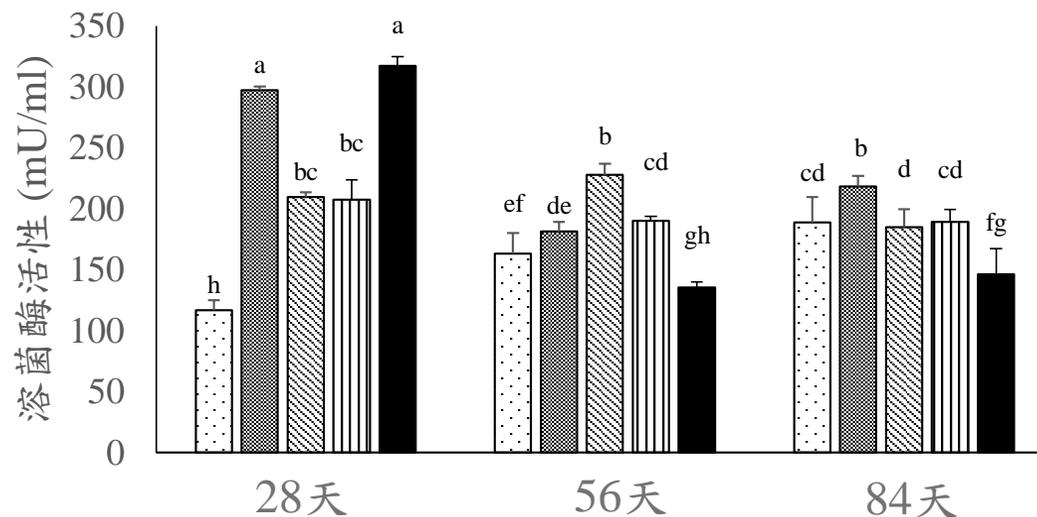


添加不同比例海木耳發酵液與D5益生菌粉對七星鱸免疫效果影響

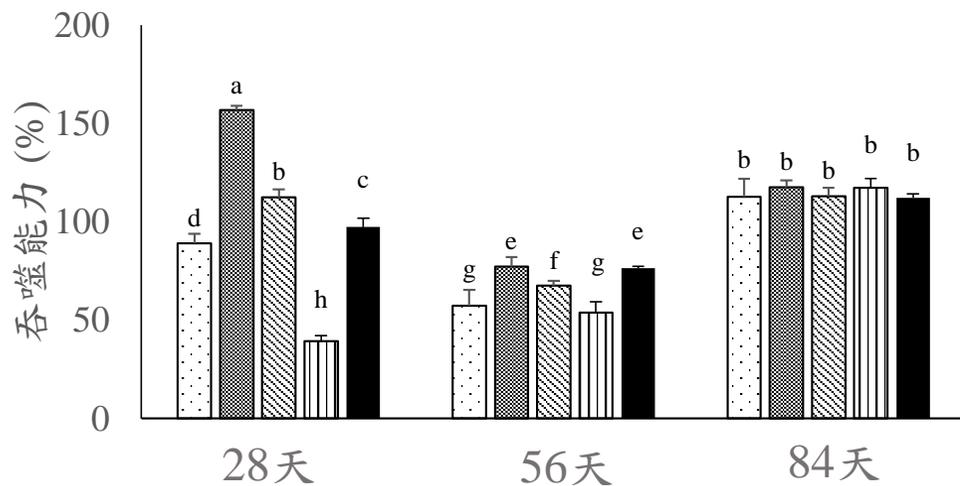
超氧化物歧化酶活性分析



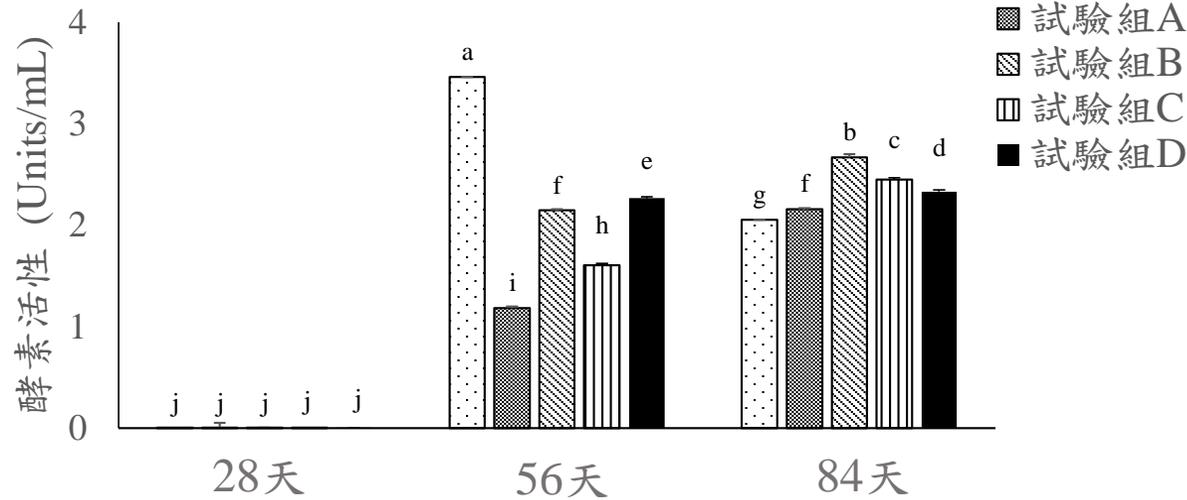
溶菌酶活性分析



吞噬能力分析



麩胱甘肽過氧化酶活性分析

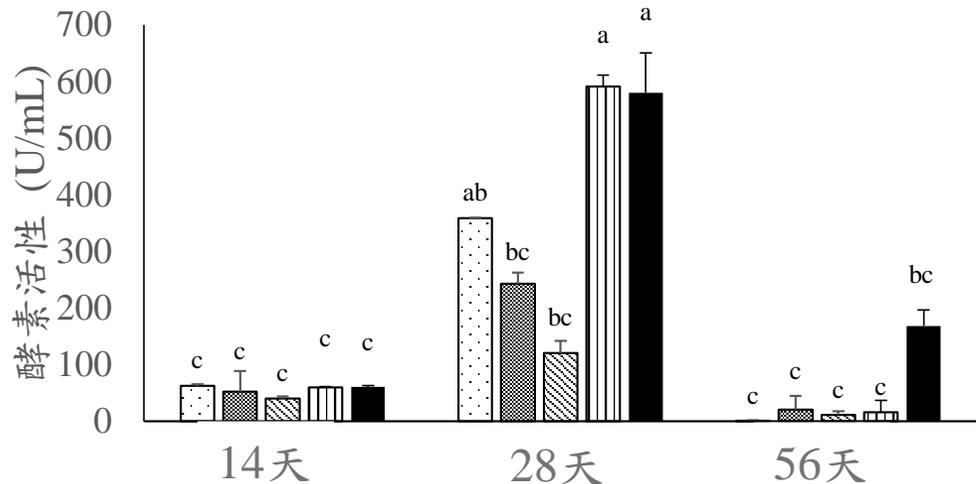


- 對照組
- 試驗組A
- ▨ 試驗組B
- ▤ 試驗組C
- 試驗組D

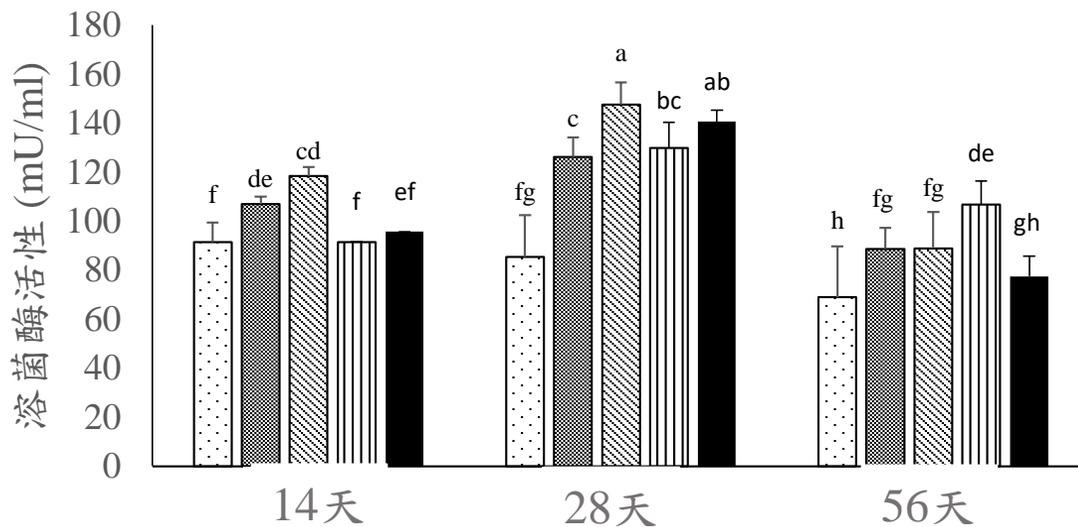


添加不同比例海木耳發酵液與D5益生菌粉對龍虎斑免疫效果影響

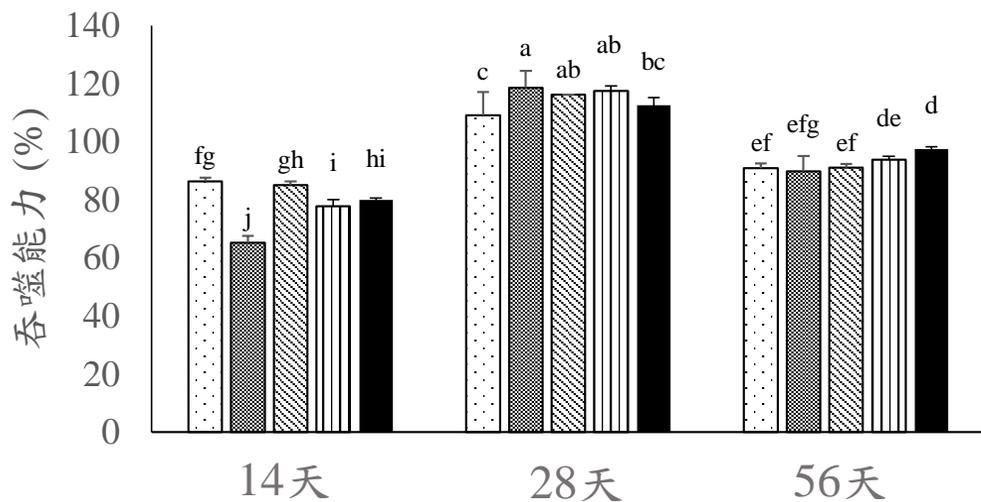
超氧化物歧化酶活性分析



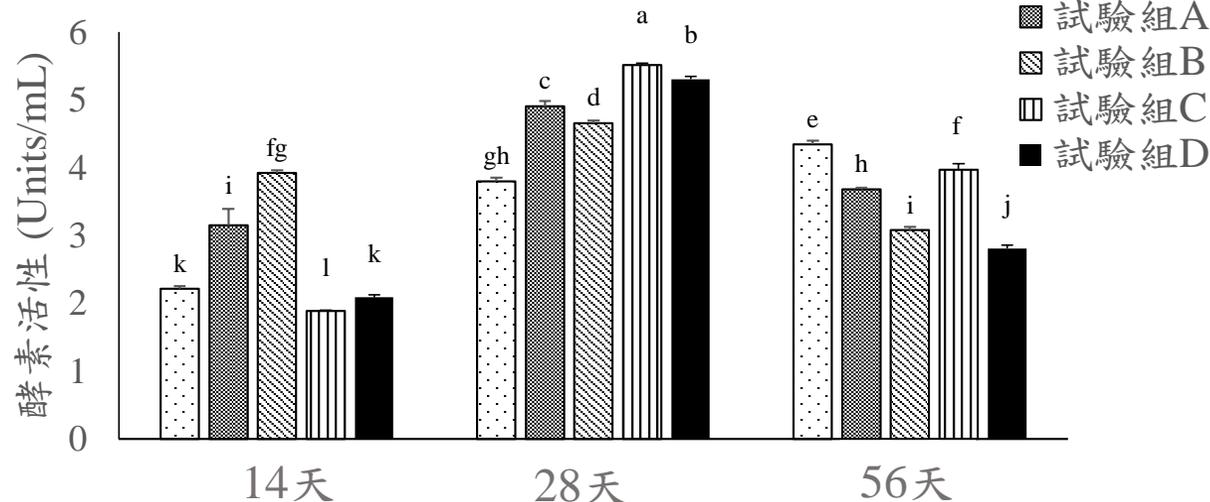
溶菌酶活性分析



吞噬能力分析



麩胱甘肽過氧化酵素活性分析



- 對照組
- 試驗組A
- 試驗組B
- 試驗組C
- 試驗組D



四、結論

結論

- 綜合上述試驗數據，推論於一般飼料中添加海木耳發酵液對七星鱸及龍虎斑之成長效果有顯著影響，且確可顯著提升兩者之非特異免疫能力。
- 提升海木耳發酵液比例及搭配D5益生菌並未顯著反應在七星鱸及龍虎斑的生長數據，因此後續選擇以0.2%海木耳發酵液之低添加比例做為配方，能進一步壓低添加成本。



五、技術輔導及推廣

11106、11208麗島白蝦養殖場推廣輔導 目標養殖物種-白蝦





白蝦養殖成果

11106白蝦田間實測-麗島白蝦養殖場

	試驗組	對照組
放養密度(尾/m ²)	120	120
初重(g)	0.028±0.002	0.028±0.002
末重(g)	25.98±1.35	26.85±1.96
飼養天數	90*	115
活存率(%)	74.16	72.38
收穫量(kg/m ²)	2.31	2.33
飼料轉換率(%)	1.68	1.72

11208白蝦田間實測-麗島白蝦養殖場

	試驗組	對照組
放養密度(尾/m ²)	166	166
初重(g)	0.028±0.002	0.028±0.002
末重(g)	17.15±0.49	13.96±0.33
飼養天數	60	55
活存率(%)	77.16*	49.45
收穫量(kg/m ²)	3.42*	1.78
飼料轉換率(%)	1.14*	1.62

*表示具顯著差異

一共於111-112年間進行2次實地試驗，期間放養密度、收網時機、餵養方式、益生菌使用皆配合養殖業者原先工作進行，僅改變飼料配方，其中1池飼料維持業者原先慣用產品(對照組)，1池委託飼料業者於業者原先慣用產品中加入0.2%海木耳發酵液(試驗組)。

- 於11106試驗期間未發生異常，所有養殖白蝦穩定成長至收穫體重後起網，因此差異反應在飼養天數，試驗組成長較快，可縮短白蝦養殖期15-20%。
- 於11208試驗期間歷經數次密集颱風，導致短期內鹽度大量波動，對照組於55天活存率僅剩49.45%，試驗組則可維持稍長養殖天數，活存率仍有77.16%，顯見添加海木耳發酵液可增加白蝦之應激能力。

11106、11208立川漁場定期採様 目標養殖物種-吳郭魚





吳郭魚養殖成果

11106吳郭魚田間實測-立川漁場

	試驗組	對照組
放養密度(尾/m ²)	2	2
初重(g)	1029.75±118.64	914.38±115.49
末重(g)	1450.83±132.25	1210.58±128.74
飼養天數	90	90
活存率(%)	100	100
收穫量(kg/m ²)	3.63±0.20	2.24±0.28
飼料轉換率(%)	1.09±0.30*	1.47±0.20

11208吳郭魚田間實測-立川漁場

	試驗組	對照組
放養密度(尾/m ²)	34.5	28.2
初重(g)	175	175
末重(g)	1190.5	1191.5
飼養天數	120	120
活存率(%)	100	100
收穫量(kg/m ²)	41.06	33.56
飼料轉換率(%)	1.65*	2.02

*表示具顯著差異

一共於111-112年間進行2次實地試驗，期間放養密度、收網時機、餵養方式、益生菌使用皆配合養殖業者原先工作進行，僅改變飼料配方，其中2池飼料維持業者原先慣用產品(對照組)，2池委託飼料業者於業者原先慣用產品中加入0.2%海木耳發酵液(試驗組)。

➤ 兩次試驗期間吳郭魚皆未受到感染，差異均反應在飼料轉換率，結果顯示試驗組可降低飼料轉換率。



1100622國內學者至種原庫參訪活動



1100825海巡署種子教師參訪活動



1100825海巡署種子教師參訪活動



1110830海巡署種子教師參訪活動



1110325-28參加臺北精準保健營養食品展



1110415臺東縣養殖協會推廣講習活動





1110520泓興水產資材行暨養殖場 目標養殖物種-石斑魚、白蝦及吳郭魚



- 合作項目：
- 1.以海木耳藻渣添加於白蝦飼料中(添加濃度2g/kg飼料)。
 - 2.作為臺東市益健飼料示範場域。
 - 3.益健飼料技術擴散面積約2公頃。
 - 4.推廣益健飼料目前約1公噸。





1110520漁仁白蝦養殖場推廣輔導 目標養殖物種-白蝦



- 合作項目：
- 1.以海木耳藻渣添加於白蝦飼料中(添加濃度2g/kg飼料)。
 - 2.作為臺東縣北區益健飼料示範場域。
 - 3.益健飼料技術擴散面積約2公頃。
 - 4.推廣益健飼料目前約1公噸。



1111109 臺東大學-深層海水國際研討會

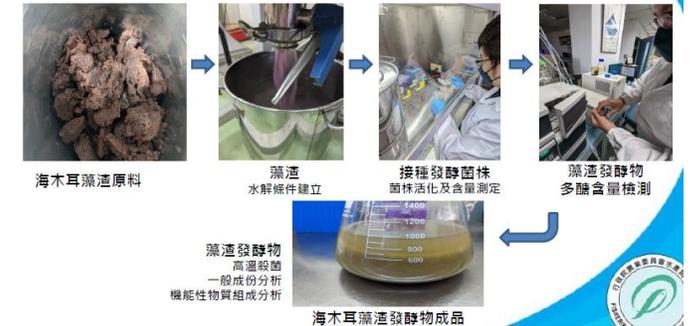


海木耳之加工應用



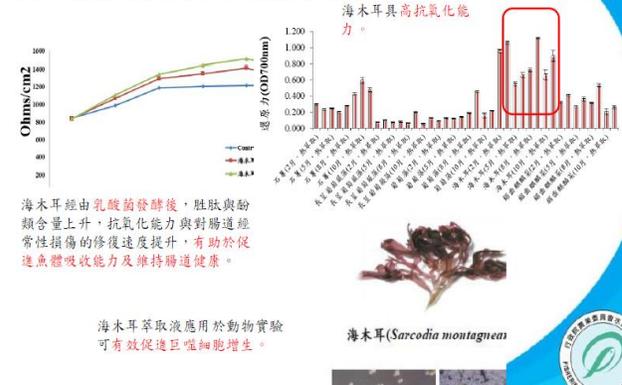
海木耳之加工應用-益健飼料開發

海木耳藻渣發酵物製備過程及相關檢驗



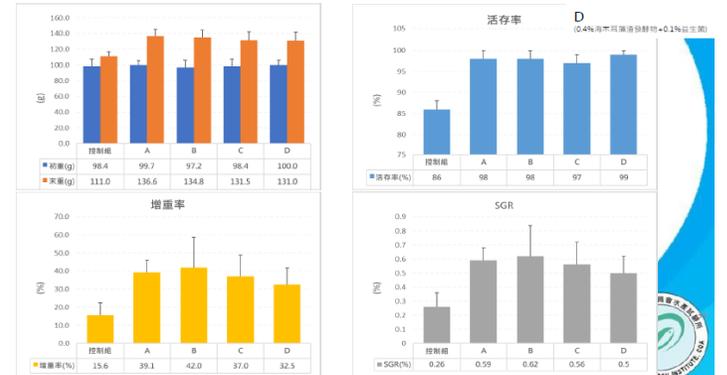
海木耳之加工應用-益健飼料開發

海木耳藻渣發酵物作為益健飼料添加物之優勢



藻類加工應用-益健飼料開發

添加不同比例海木耳藻渣發酵物與益生菌對七星鱸生長的影響



1111110 臺東縣達仁鄉公所水產養殖推廣講習活動



1120418 臺東縣養殖青年推廣講習活動



1120427 臺東原住民青年推廣講習活動



1120503 高雄永安養殖協會推廣講習活動





1120615 臺東縣漁業/養殖青年推廣講習活動



創新水產益健飼料之擴散應用模式

Extension model of innovative pro-health aquafeed with effective probiotics supplementation

發行人：張錦宜

編輯委員：葉信明、曾振德、蔡惠萍、張可揚、曾福生、蔡慧君

主編：楊順德、劉佩姮

著者：周瑞良、易琮凱、張錦宜、陳建彰、黃侑勛、黃美瑩、楊順德、劉佩姮

校稿：劉佩姮、林佳勳

責任編輯：楊順德、劉佩姮

出版者：農業部水產試驗所

地址：基隆市中正區 202008 和一路 199 號

電話：(02)24622101

傳真：(02)24629388

網址：<https://www.tfrin.gov.tw>

出版日期：一一二年十一月

GPN：4711200092

ISBN：978-626-7368-38-1 (PDF)

本書內容保留所有權，非經本所同意，不得重製、數位化或轉載。