

香港理工大學

The Hong Kong Polytechnic University

我，代表我本人及上述獲資助機構，特此向漁業提升基金管理委員會及包含增補基金在內的相關基金的督導委員會作出以下不可撤回的聲明、保證和承諾，我本人及上述申請機構：

1. 沒有與任何被聯合國安全理事會、歐洲聯盟、英國財政部、美國財政部外國資產管制辦公室或香港金融管理局，或任何適用的制裁法律制裁或可能制裁或作為目標的國家、組織或活動有任何交謁或與之有任何形式的聯繫；
2. 沒有以任何不法形式使用由漁業提升基金或相關的增補基金所獲得的金錢（及其產生的任何盈餘），不論是涉及行賄、清洗黑錢、恐怖主義活動或任何違反國際及本地法律的行為；及
3. 把所有資助款項（及其產生的任何盈餘）均用作符合漁業提升基金目標的研究或項目，而沒有把任何資助款項（包括產生的任何盈餘）分發予獲資助機構的任何成員及／或公眾人士。



方家熙博士

日期：2022年3月14日

漁業提升基金第一階段完成報告

項目資料

項目名稱	富含硒的高蛋白質魚糧研發計劃
申請編號	FEF2020009
機構名稱	香港理工大學
通訊地址	香港 九龍 紅磡 香港理工大學 李兆基樓 Y806 室
項目負責人姓名	方家熙 博士

行政摘要

皺瘤海鞘是香港水域入侵物種，生長速度快，附生於漁網等漁排設施做成污損與破壞，需定時移除。有見及此，本項目定期派員清理及回收漁網上皺瘤海鞘，並研發成為新魚糧材料，廢物利用，符合可持續發展理念。本項目旨在利用海鞘肉這可持續發展海洋資源研製一種富營養價值的新魚糧配方（第一階段目標），驗證新配方對提升養殖魚免疫力和營養價值等成效（第二階段目標），以及釐定新魚糧配方的生產規模並免費邀請業界試用（第三階段目標）。本項目第一階段經已完成。當中，我們進行了「漁網清理及污損生物回收計劃」，先後拜訪了 8 個魚類養殖區協助漁戶清除漁網污損生物，並已成功回收一定數量的皺瘤海鞘作為新魚糧配方材料；是次回收計劃將會於本項目第二和第三階段持續推行。我們在第一階段的化驗工作亦證明了皺瘤海鞘的營養價值：海鞘肉除了是動物性蛋白質來源，亦含有高濃度的硒（selenium），含量比很多魚類的還要高。研究指出硒是增強免疫力的重要元素，作為魚糧則有望減低魚病感染風險。我們亦發現海鞘肉含有豐富的奧米加三脂肪酸（omega-3 fatty acids），例如二十二碳六烯酸（docosahexaenoic acid；即 DHA）和二十碳五烯酸（eicosapentaenoic acid；即 EPA）。研究指出 DHA 和 EPA 可調節血壓、膽固醇和三酸甘油酯水平，且有助於腦部和視力的早期發育。因此，除硒以外，海鞘肉亦適合作為魚糧中的 DHA 和 EPA 營養補充品。於第一階段最後部份，我們把皺瘤海鞘研磨製成海鞘粉，取代魚粉並混合其他材料製成一種新魚糧配方，亦驗證了黃鱸鰱以及其他魚類並不抗拒進食此配方。至於新魚糧配方對養殖魚的生長好處，正在本項目第二階段中探討；而新魚糧配方的實際應用與推廣則將於本項目第三階段進行，製成的魚糧將免費贈與業界試用，共享研發成果。

項目完成時間表

本項目共分三階段研製和推廣一種創新可持續發展魚糧配方：

- 第一階段：新魚糧配方研發與測試，2021年1月至2021年12月（已完成）；
- 第二階段：新魚糧成效驗證與改良，2021年7月至2022年6月（進行中）；和
- 第三階段：新魚糧實際應用與推廣，2022年7月至2023年6月（申請中）。

第一階段各項主要目標已順利完成，表列如下：

第一階段建議活動	建議時間	實際進行時間	實際進度
漁網清理及污損生物回收 清除漁網污損生物並回收皺瘤海鞘	2021年 1-11月	2021年 1-11月	已按時完成，活動將會持續進行至本項目第三階段。
魚糧材料營養成份鑑定 檢測魚糧材料營養含量	2021年 3-7月	2021年 3-7月	已按時完成，海鞘肉的硒和奧米加三含量比很多魚類的還要高。
第一階段中期成果概要 報告第一階段進度	2021年 4月	2021年 4月	已按時提交第一階段進度報告
新魚糧配方釐定 確定魚糧材料混合比例和物理表現	2021年 8-9月	2021年 8-9月	已按時完成，各材料混合比例已釐定，魚糧物理表現可接受。
新魚糧餵飼測試 評估魚類對新魚糧配方的接受程度	2021年 10-11月	2021年 10-11月	已按時完成，魚類普遍喜歡進食新魚糧配方。
第一階段總結 報告第一階段結果	2021年 12月	2022年 2月	這是本完成報告，於項目完成後兩個月內提交，項目現正進行第二階段。

已完成的活動結果及概要

第一階段達成目標包括（一）派員協助漁戶清除漁網污損生物，回收皺瘤海鞘作為新魚糧配方材料；（二）檢測皺瘤海鞘的硒和奧米加三營養成份，利用海鞘肉製作新魚糧配方；和（三）測試新魚糧配方的物理表現，以及評估養殖魚對新魚糧配方的接受程度。

於目標一，我們已完成第一階段的「漁網清理及污損生物回收計劃」，協助各漁戶清除漁網污損生物並回收皺瘤海鞘作為新魚糧配方材料。我們已先後拜訪 8 個魚類養殖區，包括沙頭角、鴨洲、吉澳、大頭洲、麻籃笏、索罟灣、鹽田仔和東龍洲，與不同漁戶溝通，進

行漁網清理並已成功回收一定數量的皺瘤海鞘（圖 1）；此外，我們亦有前往流浮山產蠔區的蠔排視察，但未有發現皺瘤海鞘。我們的「漁網清理及污損生物回收計劃」將於本項目第二階段和第三階段持續進行，並積極邀請其他漁戶支持和參與本項目。



圖 1：本項目團隊成員於大頭洲養殖區協助清理污損生物，並回收皺瘤海鞘作為魚糧製作材料；相同的工作亦於其他養殖區進行。

於目標二，我們依照香港理工大學既定程序採購所需化學品，並制定合適化驗方法檢測皺瘤海鞘的硒和奧米加三營養成份，簡述如下：先把皺瘤海鞘的肉質和皮層分拆，各自風乾和秤重，研磨成粉，再根據美國分析化學協會（Association of Official Analytical Chemists, USA）的標準化驗方法檢測肉質和皮層各自的硒含量（Julshamn et al. 2013）與奧米加三含量（DeVries et al. 1999；圖 2）。結果顯示，香港水域的海鞘材料含有豐富硒，其於肉質的平均含量為 4.0 微克/克，而於皮層則約為 3.4 微克/克，此等含量甚至比吞拿魚和其他十餘種魚類的還要高（見圖 3）。硒是增強魚類免疫力和抵抗力的重要元素，有助減低魚病感染風險。我們也發現皺瘤海鞘的肉質含有豐富奧米加三脂肪酸，例如二十二碳六烯酸（docosahexaenoic acid；即 DHA）和二十碳五烯酸（eicosapentaenoic acid；即 EPA），而

α -亞麻酸 (alpha-linolenic acid; 即 ALA) 的含量則相對較低；海鞘肉質中這三種奧米加三脂肪酸的含量總和為 18.8 毫克/克，比其他七種魚類的更為高（見圖 3）。另一方面，皺瘤海鞘皮層的 DHA、EPA 和 ALA 含量則較所有比較魚類為低。這些數據指出，除硒以外，皺瘤海鞘的肉質部份亦非常適合作為魚糧的 DHA 和 EPA 營養補充品。DHA 和 EPA 是奧米加三脂肪酸中其中兩種最重要營養素，可調節血壓、膽固醇和三酸甘油酯水平，促進幼魚成長並有助於腦部和視力的早期發育。以上這些數據提供了科學基礎證明新魚糧配方的營養好處。



圖 2：皺瘤海鞘化驗樣本秤重和準備（圖左），利用電感耦合等離子體質譜儀（inductively coupled plasma-mass spectrometer；圖右上）和氣相色譜火焰離子化檢測器（gas chromatography-flame ionisation detector；圖右下）分別檢測樣本中的硒含量和奧米加三含量。

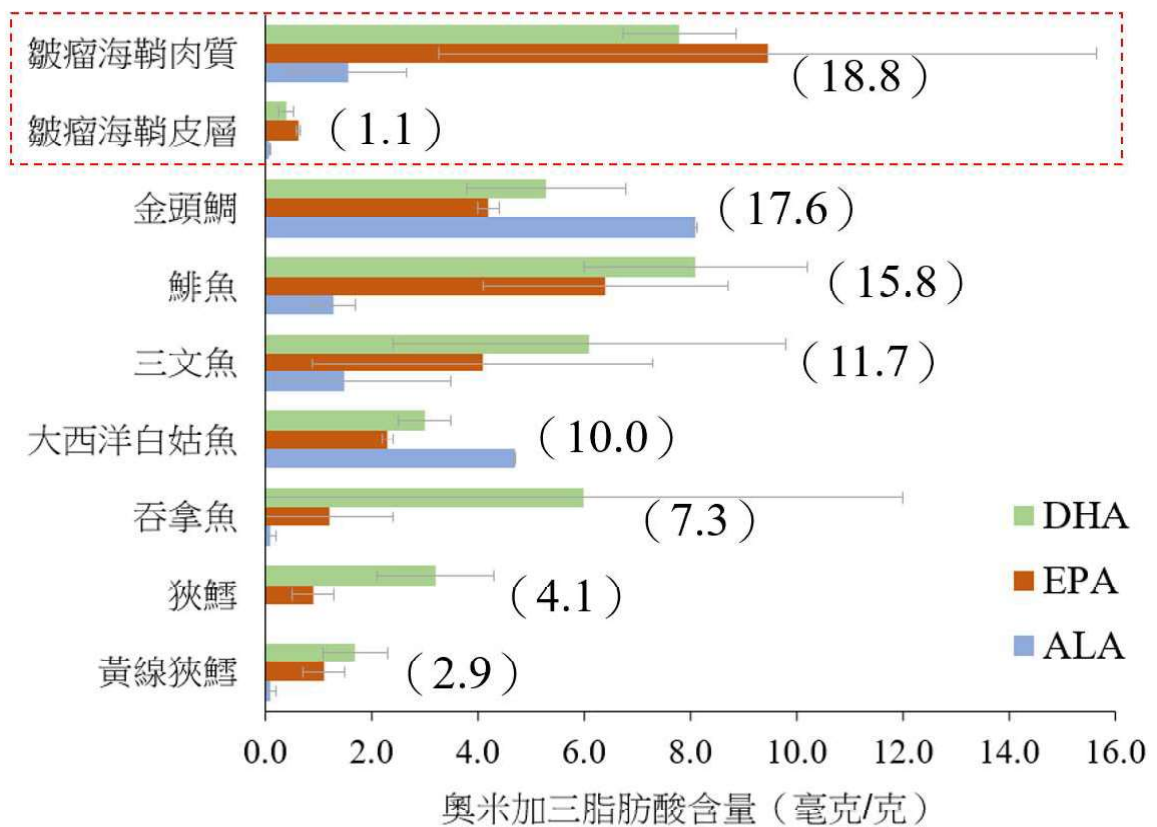
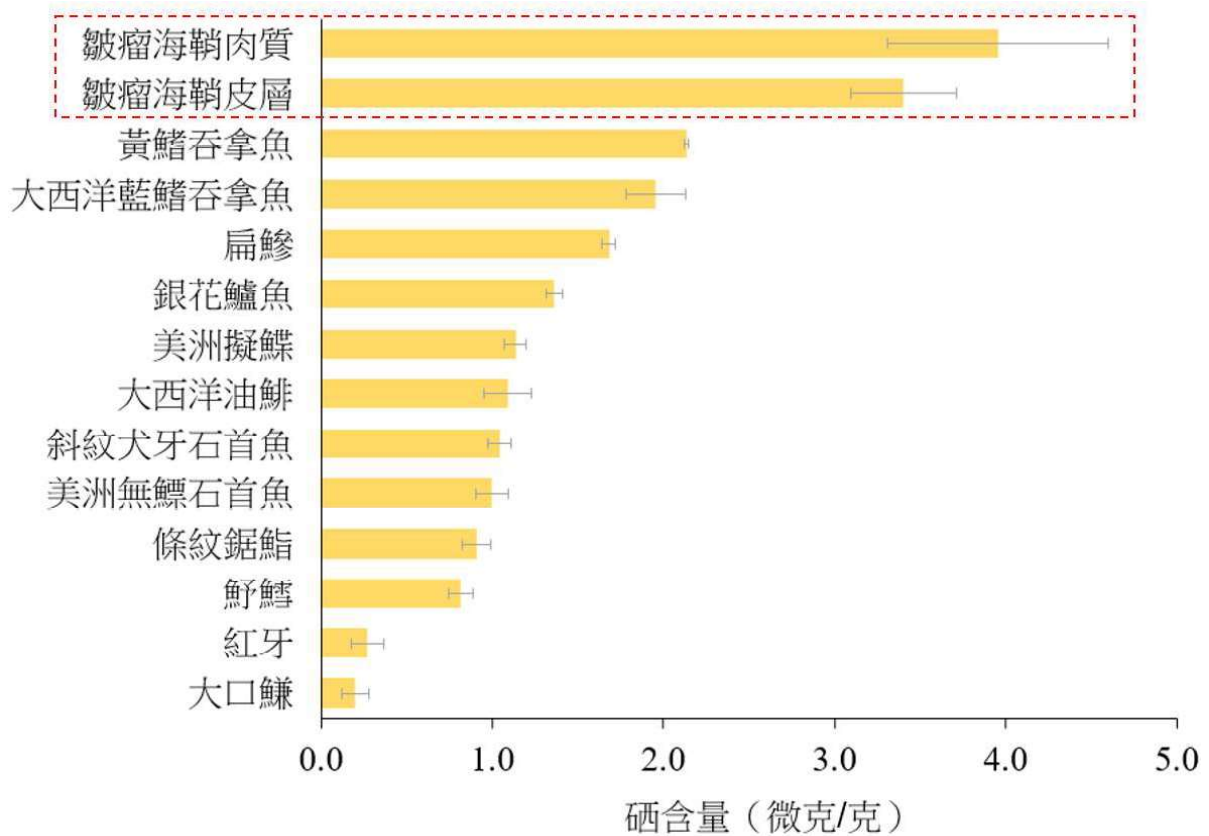


圖 3：皺瘤海鞘的肉質和皮層（紅框內）的硒含量和三種主要奧米加三脂肪酸含量，包括二十二碳六烯酸（DHA）、二十碳五烯酸（EPA）和 α -亞麻酸（ALA），並和各種魚肉中的硒含量（Burger and Gochfeld 2011; Rezayi et al. 2012）和奧米加三脂肪酸含量比較（Strobel et al., 2012; Kandylari et al. 2020）。報告數據已標準化至每克乾重含量，為至少三個重覆組的平均值，誤差線為標準差。於圖上，魚肉硒含量在文獻中以濕重定量，我們假設魚肉的乾重/濕重比率為 0.22 把其換算成乾重定量（Fang et al. 2009）；於圖下，括號中顯示 DHA、EPA 和 ALA 的含量總和。

於目標三，我們把皺瘤海鞘研磨製成海鞘粉，和其他材料包括魚粉、魚油、維生素/礦物質預混料和羧甲基纖維素黏結劑等混合，製成本項目的新魚糧配方（圖 4）。我們測試了魚糧成品的物理表現，結果為在水中下沉，6 小時後約 40%重量被溶解，12 小時後則被完全溶解；根據這些測試結果，我們計劃在本項目第三階段嘗試不同類型的魚糧製作方法來提升魚糧成品的浮力和結實程度，改善新魚糧配方的物理表現。我們亦對養殖魚對新魚糧配方的接受程度進行評估，確定了不同魚類例如黃鱸、泥猛和火點，以及實驗室常用的青鱗魚，並不抗拒進食本項目的新魚糧配方，甚至出現搶食情況。至於新魚糧配方對養殖魚的生長好處，則正在本項目第二階段中探討。



圖 4：本項目使用香港理工大學未來食品研究院的魚糧成型機製成本項目的新魚糧配方。

參考文獻

- Burger J, Gochfeld M (2011) Mercury and selenium levels in 19 species of saltwater fish from New Jersey as a function of species, size, and season. *Science of the Total Environment* 409, 1418–1429.
- DeVries JW, Kjos L, Groff L, Bob M, Kristi C, Patel H, Payne M, Leichtweis H, Shay M, Newcomer L (1999) Studies in improvement of official method 996.06. *Journal of AOAC International* 82, 1146–1155.
- Fang JKH, Wu RSS, Zheng GJ, Au DWT, Lam PKS, Shin PKS (2009) The use of muscle burden in rabbitfish *Siganus oramin* for monitoring polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in Victoria Harbour, Hong Kong and possible human health risk. *Science of the Total Environment* 407, 4327–4332.
- Julshamn K, Maage A, Norli HS, Grobecker KH, Jorhem L, Fecher P, Dowell D (2013) Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods by pressure digestion and inductively coupled plasma/mass spectrometry: first action 2013.06. *Journal of AOAC International* 96, 1101–1102.
- Kandyliari A, Mallouchos A, Papandroulakis N, Golla JP, Lam TKT, Sakellari A, Karavoltsos S, Vasiliou V, Kapsokefalou M (2020) Nutrient composition and fatty acid and protein profiles of selected fish by-products. *Foods* 9, 190.
- Rezayi M, Esmali AS, Valinassab T, Alavi J (2012) Selenium health benefit value (SeHBV) in selected Fish from Persian Gulf (Khuzestan Shores). *International Journal of Environmental Protection* 2, 30–35.
- Strobel C, Jahreis G, Kuhnt K (2012) Survey of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish and fish products. *Lipids in Health and Disease* 11, 1–10.

項目成果評估

本項目共分三個階段，分別為利用海鞘肉研製一種富營養價值的新魚糧配方（第一階段目標），驗證新配方對提升養殖魚免疫力和營養價值等成效（第二階段目標），以及釐定新魚糧配方的生產規模並免費邀請業界試用（第三階段目標）；當中第一階段的目標已順利達成。在本項目第一階段，我們從漁網污損生物中收集廢棄的皺瘤海鞘，利用其營養價值製作魚糧；此廢物利用方案貫徹了「取之海洋、用之海洋」的可持續發展理念。我們亦已驗證海鞘肉中的硒成份和奧米加三脂肪酸成份，其含量甚至比很多魚類的還要高，適合作為魚糧中魚粉的代替品。本項目第二階段正在進行；而於未來的第三階段，我們製作的新魚糧配方將會免費贈與業界使用，可為本項目和漁業提升基金做廣泛推廣，藉此與各漁戶建立良好合作關係亦促進社會和諧。

總結及願景

海鞘在其他國家例如韓國、瑞典和美國是可供食用的水產品，亦有用作魚糧材料；根據這些國外經驗，本項目對香港被視為廢棄物的皺瘤海鞘開展研究，發現本地海鞘的營養價值其實甚高，但我們並不打算在香港推廣皺瘤海鞘作為食品，而是利用此海洋資源製作一種高品質的新魚糧配方，為業界多提供一個魚糧選項。我們在本項目第一階段已取得初步成功，於第二和第三階段將評估和推廣新魚糧配方的成效。我們明白我們的魚糧製作工藝還有不少值得改善之處，日後定當繼續努力，同時虛心向業界請教意見，優化新魚糧配方的質素。利用海鞘製作的魚糧配方有著低成本和高營養的優點，亦符合可持續發展理念，發展潛力巨大。我們的願景是把海鞘魚糧產品標準化和多元化，藉著其營養價值提升水產養殖成效，亦能加強大學與業界間的溝通與知識轉移，為本地的水產養殖業可持續發展作出貢獻。

項目財務報表

香港理工大學財務處已於 2022 年 2 月 24 日向秘書處提交本項目的財務報表（[附件 1](#)）。

項目員工招聘和值勤監察

基於資料保密原因，此部分的詳情不作公開

聲明

本人特此向漁業提升基金管理委員會及包含增補基金在內的相關基金的督導委員會作出以下不可撤回的聲明：本完成報告已就涉及的所有由第三方擁有的數據及資料適當地列明了相關的資料來源，而本機構已就使用及公開發布此等數據及資料獲得所需的授權。

本報告內所表達的任何意見、結果、結論或建議，不一定反映漁業提升基金或基金信託人的立場。

項目負責人簽署



香港理工大學
應用生物及化學科技學系 與 未來食品研究院
助理教授 方家熙 博士

附件

附件 1

財務報表

基於資料保密原因，此附件的詳情不作公開

附件 2

招聘廣告

基於資料保密原因，此附件的詳情不作公開

附件 3

員工值勤記錄

基於資料保密原因，此附件的詳情不作公開