

水試所突破海門冬量產技術 助力臺灣搶攻減碳新藍海

撰文 | 水產試驗所東港養殖研究中心 許自研

前言

在應對全球氣候變遷的挑戰中，「藍碳」已成為國際關注的新興領域。海洋植物憑藉高效的碳吸存能力，被視為減碳的重要工具，並蘊含巨大的商業潛力。其中，海門冬（*Asparagopsis* sp.）是近年備受矚目的藻類。研究證實，它不僅能有效固碳，其分泌的天然化合物更能顯著抑制反芻動物腸道內的甲烷生成。此一特性為畜牧業帶來革

命性的減碳方案，也凸顯海門冬在「藍碳經濟」中的關鍵地位。對臺灣而言，發展海門冬產業不僅有助於推動低碳經濟，更為永續發展開啟全新契機。

海門冬的特性與減碳潛力

海門冬隸屬紅藻門（Rhodophyta），主要分布於亞熱帶與熱帶沿岸水域。其外形呈細長羽狀，顏色多變，從黃褐色、粉紅到深紅不等，展現高

臺灣周邊海域零星分布野生海門冬族群（配子體）。



度的環境適應力。海門冬的生命史具有複雜的三型世代交替，包括四分孢子體（tetrasporophyte）、果孢子體（carposporophyte）與配子體（gametophyte），使其能在不同海洋環境中穩定繁衍與擴展族群。

海門冬的最大特點在於其顯著的甲烷抑制能力。多項國際研究證實，在反芻動物飼料中添加海門冬，能大幅降低甲烷排放。其核心機制在於富含天然的溴仿，該成分可競爭性抑制瘤胃中產甲烷菌（*methanogenic archaea*）的關鍵酶—甲基輔酶M還原酶（methyl-coenzyme M reductase），從而阻斷甲烷合成路徑。

國際學術界的多項實驗進一步驗證了海門冬的減碳潛力。澳洲聯邦科學與工業研究組織（CSIRO）指出，在牛隻飼料中添加1%乾燥海門冬，可減少超過80%的腸道甲烷排放。澳洲詹姆斯庫克大學（James Cook University）研究則顯示，綿羊飼料中添加1–2%乾燥海門冬，可降低50至80%的甲烷排放，且不影响綿羊的健康與消化功能。美國加州大學戴維斯分校（UC Davis）對乳牛的實驗發現，添加0.5–1%海門冬可使甲烷排放減少50至67%，同時不影响乳製品品質，甚至有助於提升飼料轉換效率（FCR）。華盛頓州立大學針對肉牛的研究也證實，添加約1%海門冬可減少高達82%的甲烷排放，且不影响牛肉品質與增重率。

此外，最新研究指出，海門冬的抗甲烷效果不僅來自溴仿，還包括超過120種活性化合物的協同作用。使用海門冬整株生物質的減排效果，比單純使用溴仿高出3640%。這意味著，在開發海門冬養殖技術時，優化整體培養條件比單純提高溴仿含量更為關鍵，可最大化其減排效率。

綜合以上研究結果，海門冬作為天然甲烷抑制劑，在不同反芻動物中均展現出顯著的減碳效果，且不影响動物健康與生產力。隨著全球減碳政策推動，以及市場對環保畜產品需求增加，海門冬的應用將為臺灣畜牧業帶來新的發展契機，並開創「藍碳經濟」的新商機。

水試所突破海門冬人工養殖技

海門冬天然資源有限，僅靠野外採集難以滿足商業化需求。因此，建立穩定且高效的人工培育技術，成為發展藍碳產業的關鍵。農業部水產試驗所（下稱水試所）洞察先機，數年前便投入相關技術的研發。



野外採集僅能取得微量海門冬種原並不能作為產業發展之穩定來源。

研究團隊初期面臨多重挑戰，包括海門冬複雜的生活史、人工養殖條件難以掌控、生物汙染問題，以及兩種主要生長型態（四分孢子體與配子體）在外觀與環境需求上的顯著差異。因此，研究人員必須精確控制水質、營養、光照與水流等條件，確保海門冬能順利繁殖與生長，同時維持其關鍵減碳成分——溴仿的穩定生成。歷經近3年的試驗與精進，終於突破瓶頸，成功建立一套可控的繁殖與養殖模式，不僅提高了海門冬的存活率與生長速度，也提升其生物活性，為量產與產業化奠定堅實基礎。

目前，國際市場上已有 Symbrosia（美國）和 CH4 Global（澳洲）等公司成功商業化量產海門冬，並透過供應契約確保穩定出貨，顯示其在全球減碳產業中的實際價值與市場潛力。相較之下，臺灣的海門冬產業仍處於發展初期。水試所的目標是透過技術移轉，協助國內業者掌握技術並投入生產，逐步建立自主供應鏈。這不僅有助於降低畜牧業甲烷排放、提升產業減碳效益，也能讓臺灣業者具備參與國際藍碳市場的競爭力，同時推動海藻資源的永續利用。



水試所突破海門冬人工養殖瓶頸成功開發生產技術。

技術應用與產業前景

反芻動物在消化過程中會釋放大量甲烷，是溫室氣體的主要來源之一。如前節所述，已有諸多研究顯示，將海門冬添加於牛、羊等飼料中，可改善腸道消化機制，有效抑制甲烷生成，進而降低畜牧業的碳足跡。

全球反芻動物甲烷減排市場正快速擴張。根據產業分析，2024年市場規模達 27.86 億美元，預計到 2030 年將增至 42.25 億美元，年複合成長率（CAGR）達 6.3%。其中，以飼料添加劑／補充劑為主要驅動力量，2024 年即貢獻約 27.91 億美元的營收。

然而海門冬的量產仍面臨戶外養殖環境控制、初期投入成本高昂及規模亟待擴大等挑戰，但隨著科學研究與養殖技術進步，這些問題正逐步獲得解決。人工培養技術的發展不僅能降低對天然資源的依賴，也可確保穩定、可控的供應。未來隨著成本進一步下降，海門冬將具備更高的市場競爭力，並可廣泛應用於畜牧飼料，發揮實質的減碳效益。另外，值得注意的是，海門冬本身還富含碳水化合物、微量元素與抗氧化物質，因此除了畜牧業外，亦具備延伸至水產養殖、食品加工及藥品開發的潛力，為產業創造多元化的商業模式。

業者的機會與挑戰

在全球減碳浪潮下，海門冬已不僅是一種海藻，還是一項能為政府、農



廠商高科生技股份有限公司已與水試所簽訂技術移轉合約。

民和食品產業帶來減少甲烷排放、提升生產力、符合永續發展目標等「三重效益」的創新解決方案。相關產業因此吸引大量資金與科研能量的投入，展現其雄厚潛力。目前已有國內業者與水試所簽訂技術移轉契約，顯示市場商機明確且極具號召力。

然而，在臺灣要將海門冬的潛力轉化為商業價值，仍須克服多重挑戰。首先是養殖難題。海門冬具有世代交替與季節性生長特性，傳統海域養殖難以維持穩定；臺灣西南沿海水質不佳，戶外養殖對日照依賴高，加上夏季颱風風險，都凸顯對海域養殖技術與經濟可行性評估的需求。

其次是成本與效率問題。陸基養殖雖可降低環境不確定性，但初期需投入龐大資金，包括場地、設施、水處理系統與人力成本等。此外，海門冬需低溫保存以保持其活性成分，目前主流的冷凍乾燥方式對設備、技術與能源要求高，若處理不當，將直接影響減碳成效，因此開發經濟且高效的加工技術亦

是產業發展的核心課題。

儘管挑戰重重，海門冬產業正積極透過技術創新與跨領域合作來突破瓶頸，涵蓋養殖系統改良、加工流程優化與產品安全確保等。隨著技術逐漸成熟、需求持續增長，海門冬有望在全球減碳事業中扮演關鍵角色，並

為臺灣在環保與永續領域奠定重要基礎。總體而言，

海門冬量產的商業化是一片前景廣闊的藍海，但仍需在技術移轉、成本控制



海門冬藻體後續的加工儲存方式與其減碳效果息息相關。

與市場教育上持續努力，方能掌握契機並在國際競爭中脫穎而出。

結論

在全球淨零排放浪潮下，海門冬量產技術的發展不僅象徵科研突破，更是臺灣邁向藍碳經濟與永續農業的重要里程碑。我國政府多年來持續積極推動減碳政策，透過研發補助及技術推廣等各項措施，帶動相關產業的發展。海門冬的應用有望成為連結減碳行動、產業升級與國際市場的關鍵策略，協助臺灣在全球藍碳與環保領域爭取更具影響力的地位，並開創兼顧環境與經濟的新局。🌱



蕭美琴副總統特別蒞臨2025年國際漁業展水試所展區，了解海門冬量產技術的研發成果及應用潛力。