

TSCFA台灣超臨界流體協會
Taiwan Supercritical Fluid Association

電子報第 234 期

活動訊息

- ***第25屆超臨界流體技術應用與發展研討會暨115年度會員大會***
  時間：2026年**10月16日(五)**
  地點：中山醫學大學誠愛樓9樓第三演講廳

淨零永續

- 推廣農業淨零碳排 農業部擬堆肥場導入低碳管理
  資料來源：https://news.pts.org.tw/article/825502
- 黑偉螺旋式鼓風機 助力淨零碳排
  資料來源： https://www.ctee.com.tw/news/20260918700337-439901
- 專業課程
  https://college.itri.org.tw/nzschool/course_SMT.html

產學新聞

- 超臨界流體技術創新應用動態*(new!!!)*

技術文摘

- 以超臨界流體二氧化碳萃取法從真空乾燥加乾燥劑乾燥的留蘭香葉中萃取精油 (Supercritical Fluid CO_2 Extraction of Essential Oil from Spearmint Leaves Dried by Vacuum Drying with a Desiccant)
- 可持續質子型深共熔溶劑輔助超臨界流體萃取和混合機器學習模型優化從香蕉皮中提取槲皮素：一種用於皮膚美白劑的循環經濟方法 (Sustainable protic type deep eutectic solvent assisted supercritical fluid extraction and hybrid ML model optimisation of quercetin from banana peel: A circular economy approach for skin brightening agents)
- 利用計算流體力學方法描述超臨界壓力下垂直向上加熱通道內的流動與傳熱狀態 (A description of flow and heat transfer regimes in vertical upward heated channels at supercritical pressure with the aid of CFD)
- 超臨界 CO_2輔助溶劑霧化雙流體噴嘴：近場區域的 CFD 建模與實驗表徵 (Supercritical CO_2-Assisted Solvent Atomization through a Two-Fluid Nozzle: CFD Modeling and Experimental Characterization of the Near-Field Region)
- 超臨界流體萃取生物活性化合物的研究趨勢：1995 年至 2025 年 30 年文獻計量學研究 (Research Trends in Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: A 30-Year Bibliometric Study from 1995 to 2025)



- 超臨界流體萃取生物活性抗氧化劑用於藥物製劑：品質屬性、法規考量與轉化應用限制 (Supercritical fluid extraction of bioactive antioxidants for pharmaceutical formulation: quality attributes, regulatory considerations, and translational constraints)
- 超臨界流體輔助浸漬法調控纖維素基質中的固態組織、添加劑定位與釋放動力學 (Supercritical Fluid Assisted Impregnation Directs Solid-State Organization, Additive Localization, and Release Kinetics in Cellulose Matrices)

團體會員介紹

- 大儀股份有限公司

教育訓練班

- (日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班 115/10/27~115/11/02
- (夜間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班 115/11/13~115/11/29



2026年
第三十五屆 超臨界流體技術應用與發展研討會
暨 115年度會員大會

主辦單位 | TSCFA 台灣超臨界流體協會
中山醫學大學健康管理學院 健康產業科技管理學系

2026.10.16
INVITATION



- 時 間： 115年10月16日(五)
- 地 點： 中山醫學大學
  誠愛樓第三演講廳
  (台中市南區建國北路一段110號)



時間	議程內容		
09:30~10:00	報到		
10:00~10:10	開幕式（主任委員致歡迎詞/貴賓致詞）		
10:10~10:50	**邀請演講(I)** 以碳減碳的綠色製程：超臨界二氧化碳在半導體先進清洗與耗材循環之實踐	**演講人：** 衍立光(股)公司 游議輝技術長	**主持人：** **郭子禎秘書長** 台灣超臨界流體協會
10:50~11:00	Coffee Break		
11:00~11:40	**邀請演講(II)** 天然活性物質微脂體遞送於視網膜之保護作用：從分子機制到轉譯應用	**演講人：** 中山醫學大學 張元衍教授	**主持人：** **蘇至善教授** 國立台北科技大學 化學工程與生物科技系
11:40~12:00	OP 01 Wei-Lun Chen /明志科技大學化學工程系		
12:00~12:20	OP 02 林靖錞/國立臺北科技大學環境工程與管理研究所		
12:20~13:20	午餐/聯誼時間		
13:20~13:40	OP 03 鄭劭文/國立高雄大學電機工程學系		**主持人：** **吳弦聰教授** 明志科技大學 化學工程系
13:40~14:00	OP 04 Pradnya Paramitha /國立臺北科技大學化學工程與生物科技系		
14:00~14:40	**邀請演講(III)** 天然油脂的劑型應用與產品開發－以沙棘油與肉桂油微囊粉為例	**演講人：** 寶泓生醫(股)公司 賴緒明處長	
14:40~16:00	海報論文展示評選及廠商展示區交流/會員大會報到/茶敘		
16:00~17:00	會員大會	理監事選舉開票作業	
17:00~17:10	宣佈第 12 屆理監事當選名單		
17:10~17:40	前往晚宴會場		
18:00~20:00	晚宴、頒贈捐助廠商感謝狀、研究論文優良及佳作獎		

※如因不可抗拒因素，本會保有活動內容變更調整之權利



超臨界流體技術創新應用動態

超臨界流體技術創新應用動態（2026 年 10 月）

2026 年 9 月的超臨界流體動態，呈現「能源最熱、永續最務實、生醫最具商業化論述、材料偏向技術成熟深化」的輪廓。根據 CAS（美國化學文摘社）9 月 1 日發布的分析，超臨界 CO_2相關文獻在 2001–2025 年間成長近三倍，專利占比達 37%，顯示技術正由實驗室走向商業部署；其中發電應用呈近乎指數成長，材料加工則持續穩定擴張。

一、 食品與生技醫藥

超臨界 CO_2在此領域的角色有二：萃取 / 純化（取代己烷等有機溶劑，無溶劑殘留）與藥物粒子工程（微粉化、奈米化、包埋、晶型控制）。CAS 的文獻分析顯示，天然物萃取（含製藥、保健食品與其他可食用材料）占相關文件最大比例，其次為先進材料與藥物加工。

- **Nanoform（芬蘭上市公司）— CESS 技術宣稱對噴霧乾燥具成本優勢。**

  Nanoform 的 CESS®（Controlled Expansion of Supercritical Solutions）以超臨界 CO_2溶解藥物原料後控制膨脹成核，直接得到純藥物奈米粒子，並使用回收的藥用級 CO_2作為製程介質。在 9 月 22 日新聞稿中，公司宣稱 CESS 相較目前業界偏好的噴霧乾燥非晶型固體分散體（ASD）技術已達成本領先，並稱可達每小時公斤級、年產數噸級的製造能力。

  載藥量案例：在 nanoenzalutamide 專案中，公司報告載藥量由市售 ASD 對照的 12%提高到 40%，可望縮小劑型、減少服藥顆數。

  商業化進度：公司目標在 2026 年底前提交首個上市許可申請。

- **CAS Insights —超臨界 CO_2作為製藥與天然物加工的綠色溶劑**

  根據 CAS Content Collection，超臨界 CO_2文獻 2001–2025 年成長近三倍，專利占 37%，顯示商業化興趣上升。

  在萃取方面，傳統油脂工業長期依賴己烷；受美國 1990 年《清潔空氣法》等法規壓力，超臨界 CO_2成為替代方案，優點包括低溫保留品質、無溶劑殘留。



在藥物加工方面，超臨界 CO_2的溶劑 / 反溶劑特性可用於微粉化、包埋與晶型控制，兼顧粒徑、純度並減少熱降解與溶劑殘留。

商業化限制：高壓設備資本支出高、系統複雜，且對極性化合物的溶解度有限。

- **SCO2, Inc.(Minnesota) —以超臨界 CO_2 將食品廢棄物升級為高值原料。**

SCO2 公司是明尼蘇達州的農食科技新創，2019 年成立，2026 年募得約 265 萬美元種子輪用於加速 Nextract 商業化；Nextract 是工業級超臨界 CO_2萃取平台，用來從食品廢棄物與低利用率生質中回收並精煉有價成分。以液壓取代高階電動泵，並在管線內直接完成分子分離。

專利製程讓流體 CO_2通過五段受控壓力，依分子質量分離並收集各部分，無溶劑、無額外步驟，不需要前處理可接入既有產線，可從食品廢棄物與低值生質中回收包括蛋白質、油脂與甜味劑，乳化劑、穩定劑與酵素，香味物、酸與色素，以及益生元、胺基酸、抗氧化物與防腐劑。該公司宣稱萃取時間少於 20 分鐘（傳統超臨界製程為 40 分鐘至 6 小時），每小時可處理 1–25 噸生物質。

舉例番茄渣可轉為高單價膳食纖維。番茄渣約 3 美元 / 噸，通常拿去堆肥，可轉成價值超過 2,000 美元 / 噸的膳食纖維，以及約 1,000 美元 / 噸富含亞麻油酸的番茄籽油。

麥麩約 150 美元 / 噸，通常當飼料，可轉成接近 3,900 美元 / 噸的益生元纖維與蛋白質，另有約 1,200 美元 / 噸的麥麩油。

咖啡渣可做成咖啡纖維或可可粉替代品；植物蛋白也可以去除油脂與不良風味、氣味、色澤。

二、能源與綠色製程

- **American Supercritical, Inc.—用 sCO_2回收燃氣渦輪廢熱**

American Supercritical, Inc.於 2026 年 9 月正式成立，是一家總部位於美國科羅拉多州丹佛的再生能源新創公司，專門製造模組化的超臨界二氧化碳(sCO_2)動力模組，旨在將工業與燃氣輪機的廢熱轉化為電力。

該公司由執行長 Simon Shuham 與技術長 Matt Carlson 領導（兩人曾任職於 Sandia 國家實驗室、Kairos Power 及 Exowatt 等知名機構與企業。已完成由 Silent Ventures 領投的 800 萬美元 Pre-seed 融資，其他投資方包括 Riot Ventures、Harpoon、Reveille VC 等。



技術核心：研發出可在工廠預製、並透過公路運輸的 10 MW（可擴展至 100+ MW）sCO_2底層循環動力模組，用於捕捉單循環燃氣輪機的排氣廢熱。

應用優勢：專為因 AI 數據中心及電氣化需求而激增的單循環燃氣輪機設計，能在不燃燒額外燃料、不修改既有輪機的情況下，為其提升高達 50%的發電量。

該公司估計若美國既有機組全面改裝，每年可減少約 2,000 萬噸 CO_2，約占天然氣部門排放的 10%；目標客戶包括 AI 資料中心等高耗電設施。

- **Mazama Energy（美國）— 超高溫岩石地熱發電**

  Mazama Energy 成立於 2023 年，總部位於美國 Frisco, Texas，是一家專門開發超高溫工程地熱系統（Superhot Rock EGS, Engineered Geothermal Systems）的美國能源新創公司。其技術實力與研發團隊主要傳承自 AltaRock Energy 和 Blade Energy Partners 兩家在油氣與地熱領域擁有豐富經驗的公司。現任執行長為 Sriram Vasantharajan。

  不同於傳統依賴天然地熱儲存庫的技術，該公司透過人工方式在極深的地底炙熱岩石中創造流體通道。以深鑽進入高溫乾熱岩，目標在約 4.5 公里(15,000 英尺)深處取得約 400°C 熱源；在高壓下水會轉為超臨界流體，能攜帶遠多於一般蒸汽的能量。

  該公司表示將發展水平井，每口井可發電 15 MW，並宣稱單井產能可達傳統地熱的最多 10 倍；預計 2027 年開始發電，奧勒岡首個場址潛力達 10 GW。

  與傳統地熱系統相比，其設計能減少高達 80%的鑽井數、75%的用水量以及 70%的土地使用面積。

  進度：Newberry Pilot 先導井（2025 年完成）深 10,200 英尺達 331°C；Athena 井（2026 年進行中）為垂直井規劃鑽至近三英里、超過 400°C 岩層，並測試以超臨界 CO_2作為鑽井流體。Ceres 井（2026–2027 年進行中）獲得美國能源部（DOE）支持，包含 2 口水平井、377°C、初期發電量 15 MW。Taurus 井（2026–2030 年進行中）位於俄勒岡州的 200 MW 商業化專案，預計 2029 年開始發電、2030 年達到全面輸出。

- **Quaise Energy 向 Kyoto Fusioneering 採購超高溫地熱鑽井用迴旋管**

  Quaise Energy 是一家總部位於美國麻省理工學院（MIT）的深層地熱新創公司，2018 年由 Carlos Araque 等人創立，技術源自 MIT 電漿科學與核融合中心（PSFC）Paul Woskov 授數十年的研究結晶。截至 2026



年，已獲得包含 Blue Horizon、殼牌、三菱商事等巨頭的戰略投資。其革命性的「毫米波（MMW）混合式地熱鑽井技術」，突破了傳統機械鑽頭的物理限制，使其能夠鑽探至地下 10 到 20 公里的深度，直接獲取超過 400°C 的超臨界水高溫地熱。

高功率迴旋管（Gyrotron）：利用原用於核融合實驗的「迴旋管」在地面產生兆瓦（MW）級的高功率毫米波，透過充滿氬氣的金屬波導直傳井底。毫米波不與井壁接觸，而是像超高能量的雷射一樣，直接將井底的岩石熔化並氣化。氣化後的岩石蒸氣與氬氣混合並被吹回地表，進而形成極深的鑽孔。

該公司計劃直接在現有火力發電廠旁進行超深層地熱鑽井，保留 90%基礎設施，可以省去巨大的電網重置成本，用無碳的地熱蒸汽直接取代原本需要燃煤或燃氣產生的蒸汽。

黑曜石計畫（Project Obsidian）：獲得美國能源部（DOE）高達 2,500 萬美元的資金挹注，目前正在美國奧勒岡州全面建置全球首座商用超高溫地熱示範場址。

2026 年 8 月，Quaise Energy 正式與日本核融合龍頭 Kyoto Fusioneering 簽署採購合約，引進其長脈衝高功率迴旋管系統，這標誌著 Quaise Energy 的毫米波鑽井硬體正式走出實驗室，進入全面商用驗證階段。

三、材料與精密製造

- **半導體：超臨界乾燥與清洗**

  圖案隨製程微縮而更易因液體表面張力崩塌，超臨界流體乾燥可避免此問題。設備商 TEL 繼 SEMES 之後在 2020 年推出整合超臨界乾燥腔的單片式清洗系統 CELLESTA SCD。中國設備商盛美上海表示正驗證超臨界 CO_2清洗與乾燥設備，目標用於 DRAM 18nm 以下節點。

- **氣凝膠：超臨界 CO2 乾燥是成本核心**

  Keey Aerogel 由 Francisco Ruiz 在 2015 年成立，總部在法國 Habsheim，於 2025 年 1 月完成約 1,800 萬歐元募資， 2022 年在 Habsheim 啟用中試廠，目前仍處於「準量產」階段。該公司主打由廢料萃取矽並採低溫超臨界 CO_2乾燥，主要專利「一鍋式疏水矽氣凝膠合成」。超臨界 CO_2乾燥是製造氣凝膠最有效的方法，但設備成本高。

- **電池回收：超臨界 CO_2萃取電解液**



德國明斯特大學(University of Münster / MEET)：研究團隊利用超臨界CO_2作為環保溶劑，不僅能從黑粉（Black Mass）中萃取有機電解液成分，還能特定回收導電鹽並進行多級分離。MEET 的 Sascha Nowak 教授團隊專精於「高難度導電鹽與添加劑的無損回收與多級分餾技術」，是目前國際上利用超臨界流體綠色回收鋰離子電解液的學術領頭羊。

瑞典查默斯理工大學 (Chalmers University of Technology)與 RHINOCEROS 專案：開發出利用亞臨界與超臨界 CO_2（sc-CO_2）從廢舊鋰離子電池中選擇性萃取與回收非極性電解液溶劑（如 EC、DMC、EMC）的技術，能避免傳統熱蒸發法產生劇毒的氫氟酸（HF）氣體。

四、永續發展

- **374Water（美國，NASDAQ: SCWO）— AirSCWO 新銷毀數據**

374Water, Inc.於 9 月 30 日在紐奧良 WEFTEC 2026 (美國水環境聯盟年度展會)發表題為「Application of Supercritical Water Oxidation for Treating Wastes Contaminated with PFAS, 6PPD-Q, and Other Emerging Pollutants」的報告，宣稱 AirSCWO 對 PFAS 的銷毀率超過 98%，對輪胎衍生污染物 6PPD-quinone 超過 99.99%，並涵蓋製藥廢棄物等廢流；探討變數包括：鹼添加、反應溫度、壓力、混合強度、進料含水量；製程指標包括：壓降、溫度穩定性、CO 排放、液態出水金屬含量。

廢棄物類型	規模	結果
生物固體(污泥)中的 PFAS	商業規模示範	PFAS 去除破壞率(DRE) > 98%
6PPD-Q(輪胎衍生污染物)	bench-scale	進流 18 μg/L → 未檢出，DRE > 99.99%
混合製藥廢棄物	實驗/工業混合料	化學需氧量(COD)去除 > 99%，出水符合既有工業場址要求

註：6PPD-Q：由輪胎磨損與臭氧反應產生，經雨水逕流進入水體，對鮭魚極毒，已確認造成太平洋西北地區大規模死亡。人體血液、尿液、腦脊髓液中均曾檢出，美國環保署正依 TSCA 展開調查。

- **PFAS Annihilator®（Revive Environmental，Battelle 與 Viking Global 合資）美國國防部 ESTCP 報告**



PFAS Annihilator®是一款由美國獨立研發機構 Battelle 開發，並由 Revive Environmental 負責商業化營運的移動式「永恆化學物」(PFAS)永久破壞技術設備。它克服了傳統處理方式（如掩埋、焚化）只能轉移污染或產生有害副產物的缺點，能直接在現場將毒性極強的 PFAS 徹底消滅。自 2023 年起便已率先在美國邁入全面商業運轉階段，是北美第一個正式投入商業化市場、全天候連續運作的超臨界水氧化（SCWO）PFAS 永久破壞解決方案。

定置式商業銷毀中心例如位於俄亥俄州哥倫布市之基地，前端廢水經由薄膜或分離技術濃縮後，PFAS Annihilator® 反應器本體每天實際進料並徹底破壞 300 至 500 加侖（約 1.1 至 1.9 噸）的高濃度 PFAS 濃縮液。

美國國防部於科羅拉多州的皮特森太空軍基地（Peterson Space Force Base）進行了一項具指標性的示範計畫，由 Revive Environmental 部署其專利的貨櫃移動式設備 PFAS Annihilator®，目標為現場永久銷毀受污染廢水中的 PFAS，主要為消防泡沫(AFFF，Aqueous Film Forming Foam)污染廢水。

設備採用貨櫃化的移動式設計，能直接裝載於卡車上運往受污染現場或廢水處理廠，免去高昂的有害廢棄物長途運輸成本與法規風險。反應器內部結合了自動化製程控制與特殊的鹽類分離、抗腐蝕設計，解決了傳統 SCWO 技術易因氟酸腐蝕或無機鹽結晶堵塞管道的技術痛點。

移動式 SCWO 系統在四類濃縮水相廢流的示範中，去除率超過 99.9%（吸附劑精處理前）；但計入鹽水與氣相後的實際銷毀率為 94%–97%。總有機氟（Total Organofluorine）移除率超過 95.5%，實驗得到 52%～102%的氟化物回收率。

能耗以 EEO 表示為 263–1,412 kWh/m³，與其他 PFAS 銷毀技術相近，且進料 PFAS 濃度越高、EEO 越低。

主要應用：

- **消防泡沫(AFFF)：**全美多州（如俄亥俄州、新罕布夏州等）已率先採用此設備推動政府的 AFFF 消防泡沫回收與銷毀計畫。
- **垃圾掩埋場滲出水(Landfill Leachate)**。
- **工業廢水與地下水：**包括半導體廠、化學廠等高濃度廢水濃縮液。

- **近超臨界水中催化轉化報廢汽車塑膠殘渣(Catalytic hydrothermal upcycling of end-of-life automotive plastic waste in near-supercritical water, RSC Advances, 2026, 16, 6595–6611)**



汽車破碎殘渣(ASR/汽車絨毛 AF):報廢車回收金屬後剩下的混合物,含塑膠、橡膠、海綿、木材、細粉等,成分高度異質,且含氯(PVC)、溴(阻燃劑)與重金屬,多半掩埋處理。在近超臨界水中，PVC 的氯可轉為可溶性氯鹽，有助於產出無氯產物。PP、PE 的降解溫度高於 300°C，傳統水熱碳化(180–280 °C)難以處理，因此本研究採用 350°C 加觸媒。

反應器 250mL Inconel 高壓釜，以 48atm 氬氣起始，升溫速率 5.5 °C/min。參數為溫度(260/305/350°C)、時間(30/60/90 min)的雙因子三水準。

實驗結果最佳條件：350 °C、90 分鐘、NiSiAl 觸媒、5–10 wt% 進料濃度、進料/觸媒比約 5:1。Ni 基觸媒對控制反應路徑、解聚效率與抑制焦油至關重要。



以超臨界流體二氧化碳萃取法從真空乾燥加乾燥劑乾燥的留蘭香葉中萃取精油

Supercritical Fluid CO_2 Extraction of Essential Oil from Spearmint Leaves Dried by Vacuum Drying with a Desiccant

by **Rustam Tokpayev** [1], **Zair Ibraimov** [1,*], **Khavaza Tamina** [1], **Bauyrzhan Bukenov** [1], **Bagashar Zhaksybay** [1], **Amina Abdullanova** [1], **Yekaterina Chshendrygina** [1], **Kanagat Kishibayev** [1] and**Luca Fiori** [2]

[1] Center of Physical and Chemical Methods of Research and Analysis, al-Farabi Kazakh National University, 96A, Tole bi, Almaty 050012, Kazakhstan

[2] Department of Civil Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento, via Mesiano 77, 38123 Trento, Italy

摘要

綠薄荷（ Mentha spicata L.）的精油具有顯著的生物活性，使其在農業化學領域（用作殺蟲劑）、香料和化妝品領域以及食品工業中（用作天然防腐劑）具有重要的應用價值。然而，在採後加工和萃取過程中保持精油的完整性和產量仍然是一項關鍵的技術挑戰。本研究旨在利用氯化鈣作為乾燥劑來改進綠薄荷的真空乾燥（VD）工藝，並優化超臨界二氧化碳萃取（SC-CO_2）的條件。包括精油的分離以及在動態萃取條件下評估其溶解度。在真空乾燥製程中加入氯化鈣可使乾燥時間縮短 21.1%，加工成本降低 31.0%，同時精油產量增加 11%。在超臨界二氧化碳萃取過程中，將分離器壓力從 70 bar 降低到 10 bar，透過最大限度地減少揮發性成分的損失，使精油產量提高了近三倍。採用 Chrastil 模型成功描述了留蘭香精油在超臨界 CO_2 中的溶解度，並將其與香芹酮的溶解度關聯起來。在 CO_2 密度為 353.91 kg/m³ 時，總酚含量達到最大值（72.3 ± 2.2 mg 沒食子酸當量/克）。在動態條件下，直接利用植物基質研究了精油的溶解度。

關鍵字： *留蘭香；真空乾燥；乾燥劑；超臨界二氧化碳萃取；精油；香芹酮*

資料來源：**https://doi.org/10.3390/foods15020213**



可持續質子型深共熔溶劑輔助超臨界流體萃取和混合機器學習模型優化從香蕉皮中提取槲皮素：一種用於皮膚美白劑的循環經濟方法

Sustainable protic type deep eutectic solvent assisted supercritical fluid extraction and hybrid ML model optimisation of quercetin from banana peel: A circular economy approach for skin brightening agents

By **Dhandapani Ramesh, Gracia Saral Gladison, Lavanya Priyadarshini Ramalingam, Udayakumar Mani, Senthilkumar Rathnasamy**

Green Separation Engineering Laboratory, SASTRA Deemed University, Thanjavur, Tamil Nadu, India.

摘要

槲皮素 (QE) 是一種具有藥妝潛力的珍貴類黃酮，存在於香蕉皮這種未充分利用的農工廢料中。本研究開發了一種綠色質子型低共熔溶劑 (PDES) 輔助的超臨界流體萃取 (SFE) 方法，並利用隨機森林-遺傳演算法 (RF-GA) 混合模型進行了最佳化。氯化膽鹼基 PDES 的篩選結果表明，氯化膽鹼：乳酸 (1:2) 為最佳配方，初步實驗中總黃酮含量 (TFC) 為 28.3 ± 1.2 mgQEq/g。透過 42 次實驗和 RF-GA 模型優化了五個參數（壓力、溫度、時間、PDES 濃度和萃取循環次數），獲得了優異的交叉驗證結果（R^2 = 0.8742，R = 0.9350，RMSE = 0.60 mgQEq/g）。遺傳演算法（GA）確定了最佳條件：153 bar、54 °C、24.7 min、12.78% PDES（溶於 100%乙醇）以及 2 個循環，實驗測得的總黃酮含量（TFC）為 33.04 ± 1.7 mgQEq/g，比初步篩選結果提高了 16.7%。富含 QE 的萃取物表現出強效的酪胺酸酶抑制活性（IC_{50} = 11.23 ± 1.1 μM），優於曲酸（26.12 μM）。 PDES 回收率超過 84%，並在五個循環中保持活性。初步技術經濟評估表明，與索氏萃取相比，該方法淨溶劑消耗量降低了 95%，能耗降低了 57%。本研究展示了一種高效、可持續的香蕉皮增值利用策略，並突顯了隨機森林遺傳演算法（RF-GA）建模在複雜 PDES-SFE 製程設計中的應用潛力。

資料來源：https://doi.org/10.1016/j.seppur.2026.139038



利用計算流體力學方法描述超臨界壓力下垂直向上加熱通道內的流動與傳熱狀態

A description of flow and heat transfer regimes in vertical upward heated channels at supercritical pressure with the aid of CFD

By **Titouan Nouy,　Sara Kassem, Andrea Pucciarelli, Walter Ambrosini**

Grenoble INP

University of Pisa

摘要

本文基於計算流體動力學（CFD）模型預測結果，探討了超臨界壓力下流體傳熱現象的描述，重點在於垂直加熱通道內向上流動過程中流體速度、密度、溫度及其他相關變數的分佈。本文的主要目的是嘗試對作者先前工作中觀察到的一些現象進行有意義的描述，並與數十年來文獻中提出的觀察結果相呼應，從而有助於構建流動和傳熱狀態的整體圖景，並儘可能提高現有 CFD 模型的預測精度。本文研究的流體為水和二氧化碳，前者是超臨界水冷反應器（SCWR）相關應用中最重要的流體，後者則是類似條件下實驗中最常用的替代流體之一。在前一種情況下，我們將描述水中發生的假定現象，這些現像在已知的實驗觀察中僅有定性對應；而在後一種情況下，所提出的分佈得到了與實驗壁溫數據良好比較的間接支持。兩種流體所獲得的影像都足夠一致，可以對最相關的觀測現象進行可能具有普遍性的描述。　（待續）

關鍵字： *超臨界水冷堆、超臨界壓力、水、二氧化碳、流動狀態、傳熱狀態、傳熱劣化*

資料來源： https://ssrn.com/abstract=6103390



超臨界 CO_2輔助溶劑霧化雙流體噴嘴：近場區域的 CFD 建模與實驗表徵

Supercritical CO_2-Assisted Solvent Atomization through a Two-Fluid Nozzle: CFD Modeling and Experimental Characterization of the Near-Field Region

By **Mohamad Baassiri; Vivek Ranade* ; Luis Padrela**

SSPC - The Research Ireland Centre for Pharmaceuticals, Department of Chemical Sciences & Chemical Engineering, Bernal Institute, University of Limerick, Limerick V94 T9PX, Ireland

摘要

超臨界二氧化碳（ $scCO_2$ ）輔助噴霧乾燥技術可用於連續生產藥物顆粒；然而，目前針對該技術在噴嘴跨臨界操作條件下的性能建模研究較少。本文深入研究了 $scCO_2$輔助甲醇霧化過程的行為。甲醇是一種廣泛用於活性藥物成分（API）噴霧乾燥的有機溶劑。為此，我們開發了一個基於 Ansys FLUENT（2024R2）的歐拉-拉格朗日計算流體動力學（CFD）框架，用於描述 $scCO_2$輔助甲醇透過微孔雙流體噴嘴結構的霧化過程，並透過使用者自訂函數整合了熱力學子模型。在一系列測試條件下，我們藉助基於即時雷射衍射的液滴/顆粒尺寸測量方法對模型進行了實驗驗證和校準。模擬結果表明，在近場區域會形成甲醇微滴（2–5 μm），這是噴嘴下游奈米顆粒形成的前提條件。針對所展示的條件範圍，提出了適用於經濟高效的製程建模的半經驗關聯式，並概述了最佳實踐指南。對所生成液滴的實驗特性與預測結果吻合良好，平均誤差不超過 10%。未來的工作將基於已開發的方法，模擬超臨界二氧化碳-甲醇-活性藥物成分（$SCCO_2$-甲醇-API）溶液的霧化過程，從而為相關的藥物顆粒生產裝置提供一種經濟高效的優化工具。

關鍵字： *計算建模， 數位孿生， 永續製造， 噴霧乾燥， 品質源於設計*

資料來源：https://doi.org/10.1021/acsengineeringau.5c00086



超臨界流體萃取生物活性化合物的研究趨勢：1995 年至 2025 年 30 年文獻計量學研究

Research Trends in Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: A 30-Year Bibliometric Study from 1995 to 2025

By **Miguel A. Varas Condori** [1,*], **Luis Puente-Díaz** [2], **Adriano Costa de Camargo** [3,*] and **Maritza Barriga-Sánchez** [1]

[1] Laboratorio de Compuestos Bioactivos, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Pesquero, Acuícola, Agroindustrial Callao, Instituto Tecnológico de la Producción, Callao 07046, Peru

[2] Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago 8380494, Chile

[3] Instituto de Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Chile, Santiago 7500910, Chile

摘要

利用超臨界流體提取生物活性化合物作為一種可持續的替代傳統萃取方法，已引起越來越多的科學關注。本研究旨在透過文獻計量分析，概述該研究領域的科學發展、合作模式和主題趨勢。我們從 Web of Science 核心合集資料庫中檢索了 1995 年至 2025 年期間的文獻數據，最終得到包含 2159 篇出版物的數據集。我們使用 R 語言中的 Bibliometrix 套件和 Web of Science 的配套工具對這些記錄進行分析，以評估科學生產力、主要貢獻者、合作模式、關鍵字分析（詞頻和共現）、主題演變、引用主題以及與聯合國永續發展目標的契合度。結果顯示，該領域的科學產出持續增長，尤其是在過去十年中，這反映了人們對環境友善萃取技術的日益關注以及對天然生物活性化合物需求的不斷增長。巴西是最大的貢獻者，其次是中國和西班牙。合作模式表明，高產國家之間存在國際研究夥伴關係。關鍵字分析顯示，抗氧化活性和多酚是研究最頻繁的主題。主題分析揭示了研究方向正從化合物表徵逐漸轉向製程優化和應用導向型研究，並日益重視提取性能、輔助提取技術以及將農工副產品作為生物活性化合物的替代來源進行增值利用。這些發現全面概述了該領域的發展歷程和主要研究方向。

關鍵字： *超臨界二氧化碳；永續技術；綠色萃取；Bibliometrix；永續發展目標*

資料來源： **https://doi.org/10.3390/molecules31142511**



超臨界流體萃取生物活性抗氧化劑用於藥物製劑：品質屬性、法規考量與轉化應用限制

Supercritical fluid extraction of bioactive antioxidants for pharmaceutical formulation: quality attributes, regulatory considerations, and translational constraints

By **Tan Hoang Le**

Faculty of Chemical and Food Technology, HCMC University of Technology and Engineering, Ho Chi Minh City, Vietnam

摘要

超臨界流體萃取 (SFE) 作為一種可調控的萃取平台，在獲取富含抗氧化劑的成分方面備受關注，這些成分在藥物和營養保健品製劑中具有潛在的應用價值。二氧化碳 (CO_2) 單獨使用或與食品或藥品級改質劑（例如乙醇）結合使用，可透過壓力、溫度、改質劑濃度和基質製備等因素來調節萃取選擇性。與溶劑密集方法相比，SFE 可以減少殘留有機溶劑的用量和熱暴露，這對於熱敏性化合物及其後續製劑開發至關重要。然而，其性能很大程度取決於化合物的極性、植物基質結構、水分含量、粒徑和製程規模。親脂性抗氧化劑（例如類胡蘿蔔素和生育酚）通常更適合基於 CO_2 的萃取，而極性較強的酚類化合物通常需要改質劑輔助萃取。超臨界流體萃取（SFE）萃取物已被應用於脂質系統、顆粒和多孔載體中，以提高穩定性、操作性和生物利用度，但萃取效率和體外抗氧化活性不應被解讀為治療功效的直接證據。對於藥物轉化而言，還需要特別關注標記化合物的標準化、批間差異、殘留溶劑控制、製劑前特性、藥物動力學相關性、毒性和劑量合理性。儘管製程監測、實驗設計和數據輔助優化的最新進展可能有助於提高 SFE 製程的可重複性，但其工業應用和監管實施仍存在局限性。因此，本綜述並非將 SFE 視為抗氧化劑藥物開發的通用解決方案，而是將其視為與製劑相關的萃取和分餾方法，其價值取決於化合物類別、基質特性、品質需求和轉化證據。

資料來源：https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-026-04786-w



超臨界流體輔助浸漬法調控纖維素基質中的固態組織、添加劑定位與釋放動力學

Supercritical Fluid Assisted Impregnation Directs Solid-State Organization, Additive Localization, and Release Kinetics in Cellulose Matrices

By **David W. Ball; Obiora E. Muojama; Katherine S. Hall; Brenda Hutton-Prager; James D. Sheehan***

The University of Alabama, Department of Chemical & Biological Engineering, Tuscaloosa, Alabama 35487, United States

摘要

超臨界二氧化碳輔助浸漬（SCI）為將功能性小分子嵌入聚合物基材提供了一種可持續的方法，但其對添加劑定位、界面組織和固態結構（決定多功能聚合物複合材料和塗層光學性能、阻隔性能和控釋性能的關鍵因素）的調控能力仍未得到充分理解。本文闡明了 SCI 製程如何調控香蘭素（一種典型的固相生物活性化合物）在半結晶纖維素中的吸附、界面相互作用、空間定位和釋放動力學。 SCI 實現了 0.15 至 0.60 g^{-1}的香草精負載量 · 添加極性助溶劑後，香草醛的吸附量比純二氧化碳浸漬增加了近 10 倍。透過調節助溶劑環境和反應時間，SCI 可引導形成不同的添加劑區域：短時間內形成表面限域的結晶沉積物，中等時間內形成體相分散的非晶區，而當局部添加劑濃度超過纖維素的分散能力時，則形成重結晶的奈米結構區域。 FTIR 光譜、X 射線光電子能譜、X 射線衍射、量熱法和電子顯微鏡表徵表明，這些 SCI 驅動的界面相互作用和相態決定了纖維素複合材料的水合作用、吸濕滯後和紫外線屏蔽性能，其中 UVB 透過率範圍為 4-6%（表面結晶）至 13-15%（基質嵌入結晶）。在符合 FDA/歐盟食品標準的模擬物中進行的釋放實驗表明，無定形香蘭素表現出快速的擴散控制溶解，在 180 分鐘內達到平衡濃度（約 33 μg mL^{-1} ）；而分散在基質中的結晶香蘭素則表現出延遲的異常釋放，存在 30 分鐘的滯後，並在約 10,0006 分鐘綜上所述，這些結果表明 SCI 是一種多功能的材料工程平台，它將超臨界流體加工與界面化學和固態結構的控制相結合，從而能夠設計具有可編程光學、吸濕性和傳輸性能的可持續纖維素基複合材料。

關鍵字： *複合材料， 超臨界流體， 添加劑， 纖維素， 浸漬*

資料來源：https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6c01489



大儀股份有限公司

關於大儀

大儀股份有限公司成立於 1987 年，為日商 Nikkiso Co., Ltd.、德商 LEWA GmbH、美商 Sundyne, LLC 之台灣總代理 / 經銷。秉持「細節完善、品質保證、顧客滿意」原則，以 ISO 9001 品質管理系統為標準，確保產品與服務符合客戶需求。

Solution 技術應用＆產業

大儀深耕工業領域，不斷精進技術與應用，業務拓展至半導體、新能源等高科技產業，推出 CO_2 回收純化、氫能源、氨能源、ORC 地熱 / 廢熱冷能回收、海事船舶低溫
燃料系統等創新技術設備與解決方案。此外，我們提供工業泵浦、壓縮機、熱交換器、 攪拌機等成套設備與解決方案，廣泛服務於石化、煉油、半導體、食品、化纖及化學品等產業。

超臨界 CO_2 技術解決方案

高壓泵送 · 壓縮技術 - 拓展超臨界流體應用

大儀與頂尖國際品牌合作，引進深厚技術實力，整合 Nikkiso CE&IG 系統、LEWA 客製化膜片泵 與 Sundyne 高效壓縮機 / 離心泵，提供 CO_2 一站式處理解決方案：

- Nikkiso CE&IG 回收與純化： 模組化 CO_2 處理廠，實現高達 99.99% 高純度精煉與 95% 以上回收率
- Sundyne & LEWA 加壓與超臨界： 精準液化加壓與高壓超臨界壓縮
- LEWA 前瞻技術應用： 半導體晶圓清洗、超臨界萃取（如生技製藥）、造粒及碳捕捉利用與封存



Nikkiso CE&IG 一站式 CO_2 應用解決方案

- **CO_2 高效純化，達到 7N 工業級高純度**



LEWA 超臨界流體精密定量與高潔淨應用

- **LEWA 超臨界流體優勢**
  - 安全與高潔淨認證：專利 PTFE 夾層膜片，實現零洩漏密封。獲 Fraunhofer IPA 無塵室認證，並符合 FDA、ASME BPE 及 EHEDG 等衛生規範。
  - 冷卻夾套設計：液態 CO_2 專用泵頭冷卻，抑制氣化與汽蝕，穩定輸送效率。
- **多元超臨界流體應用**
  - 半導體 $SCCO_2$ 晶圓清洗：以超臨界 CO_2 低黏度、高擴散性，實現精密清洗與無溶劑殘留乾燥。
  - 超臨界流體萃取、氣體飽和溶液造粒、超臨界層析與反應。

Sundyne sCO_2 壓縮與加壓技術

- **高效壓縮機與整合機組**
  - 整體式齒輪離心壓縮機：專為 sCO_2 / CCUS 設計，將 CO_2 高效壓縮至超臨界狀態；模組化設計，符合 API 標準，且可連續運轉長達 5 年免維護。
  - 同軸雙服務整合機組：整合泵浦及壓縮機，由單一馬達驅動，兼具製程整合與空間效益。
- **工業級高壓泵與無軸封泵浦**
  - HMP 高壓液態注入泵：多級整體齒輪增速離心泵，適用於低流量、高揚程之液態 CO_2 高壓輸送與地底注入。
  - HMD Kontro & ANSIMAG 無軸封磁驅泵：採全密封零洩漏設計，符合ASME、ISO 及 API 規範，能安全輸送 CCUS 製程中的胺液與化學溶劑。

大儀專注於提升 CO_2 處理效率，並根據客戶需求提供量身定製的模組化解決方案。憑藉整合原廠技術實力與工業領域的多年經驗，成為在 CO_2 處理方面的最佳夥伴。

資料來源：

https://www.taikkiso.com.tw/



TSCFA台灣超臨界流體協會
Taiwan Supercritical Fluid Association

(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

需要有操作證照的單位，歡迎向協會報名。

●上課日期：**115/10/27~10/29 08:00~17:00；115/10/30~11/02 08:00~17:00(實習)**

●上課時數：高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練課程時數 35 小時＋2 小時(測驗)。

●課程內容：高壓氣體概論 3HR、種類及構造 3HR、附屬裝置及附屬品 3HR、自動檢查與檢點維護 3HR、安全裝置及其使用 3HR、操作要領與異常處理 3HR、事故預防與處置 3HR、安全運轉實習 12HR、高壓氣體特定設備相關法規 2HR，共 35 小時。(另加學科測驗 1 小時及術科測驗約 1~2 小時)

●上課地點：高雄市楠梓區高楠公路 1001 號【金屬工業研究發展中心研發大樓 2 樓　產業人力發展組】

●參加對象：從事高壓氣體特定設備操作人員或主管人員。

●費　　用：本班研習費**新台幣 7,000 元整**，**本會會員享九折優惠**。

●名　　額：每班 30 名，額滿為止。

●結訓資格：期滿經測驗成績合格者，取得【高壓氣體特定設備操作人員安全衛生訓練】之證書。

●報名辦法：1.傳真報名：(07)355-7586台灣超臨界流體協會
2.報名信箱：tscfa@mail.mirdc.org.tw
3.研習費請電匯至 兆豐國際商銀 港都分行(代碼017)
戶名：社團法人台灣超臨界流體協會 帳號：002-09-018479（註明參加班別及服務單位）或以劃線支票抬頭寫「台灣超臨界流體協會」連同報名表掛號郵寄台灣超臨界流體協會，本會於收款後立即開收據寄回。

※洽詢電話：(07)355-5706 吳小姐繳交一吋相片一張及身份證正本



報　　名　　表

課程名稱	高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練			上課日期	115 年 10/27~11/02	
姓　　名	出生年月日	身份證字號	手機號碼	畢業校名		公司產品
服務單位				電　　話		
服務地址	□□□			傳　　真		
發票住址	□□□			統一編號		
負 責 人	人	訓練聯絡人 / 職稱		email：		
參加費用	共　　元	參加性質		□公司指派　　□自行參加		
繳費方式	□郵政劃撥　□支票　□附送現金			報名日期	年　　月　　日	

※ 出生年月日、身份證字號、畢業校名、電話、地址須詳填，以利製作證書。

上課日期時間表

課程名稱：(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

2026/10/27 (二)	08:00 ~ 17:00
2026/10/28 (三)	08:00 ~ 17:00
2026/10/29 (四)	08:00 ~ 17:00
2026/10/30 (五)	08:00 ~ 17:00 (實習第 1 組)
2026/11/02 (一)	08:00 ~ 14:00 (實習第 1 組)



TSCFA 台灣超臨界流體協會
Taiwan Supercritical Fluid Association

(夜間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

需要有操作證照的單位，歡迎向協會報名。

●上課日期：**115/11/13~11/24 18:30~21:30**；**11/28~11/29 08:00~17:00(實習)**

●上課時數：高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練課程時數 35 小時＋2 小時(測驗)。

●課程內容：高壓氣體概論 3HR、種類及構造 3HR、附屬裝置及附屬品 3HR、自動檢查與檢點維護 3HR、安全裝置及其使用 3HR、操作要領與異常處理 3HR、事故預防與處置 3HR、安全運轉實習 12HR、高壓氣體特定設備相關法規 2HR，共 35 小時。(另加學科測驗 1 小時及術科測驗約 1~2 小時)

●上課地點：高雄市楠梓區高楠公路 1001 號【金屬工業研究發展中心研發大樓 2 樓　產業人力發展組】

●參加對象：從事高壓氣體特定設備操作人員或主管人員。

●費　　用：本班研習費**新台幣 7,000 元整**，**本會會員享九折優惠**。

●名　　額：每班 30 名，額滿為止。

●結訓資格：期滿經測驗成績合格者，取得【高壓氣體特定設備操作人員安全衛生訓練】之證書。

●報名辦法：1.傳真報名：(07)355-7586台灣超臨界流體協會
2.報名信箱：tscfa@mail.mirdc.org.tw
3.研習費請電匯至 兆豐國際商銀 港都分行(代碼017)
戶名：社團法人台灣超臨界流體協會 帳號：002-09-018479（註明參加班別及服務單位）或以劃線支票抬頭寫「台灣超臨界流體協會」連同報名表掛號郵寄台灣超臨界流體協會，本會於收款後立即開收據寄回。

※洽詢電話：(07)355-5706 吳小姐繳交一吋相片一張及身份證正本



報　　名　　表

課程名稱	高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練			上課日期	115 年 11/13~11/29	
姓　　名	出生年月日	身份證字號	手機號碼	畢業校名		公司產品
服務單位					電　　話	
服務地址	□□□				傳　　真	
發票住址	□□□				統一編號	
負 責 人	人	訓練聯絡人 / 職稱		email：		
參加費用	共　　元	參加性質		□公司指派　　□自行參加		
繳費方式	□郵政劃撥　□支票　□附送現金			報名日期	年　　月　　日	

※ 出生年月日、身份證字號、畢業校名、電話、地址須詳填，以利製作證書。

上課日期時間表

課程名稱：(日間班)高壓氣體特定設備操作人員安全衛生教育訓練班

2026/11/13 (五)	18:30 ~ 21:30
2026/11/16 (一)	18:30 ~ 21:30
2026/11/17 (二)	18:30 ~ 21:30
2026/11/18 (三)	18:30 ~ 21:30
2026/11/19 (四)	18:30 ~ 21:30
2026/11/20 (五)	18:30 ~ 21:30
2026/11/23 (一)	18:30 ~ 21:30
2026/11/24 (二)	18:30 ~ 21:30
2026/11/28 (六)	08:00 ~ 17:00 (實習第 1 組)
2026/11/29 (日)	08:00 ~ 19:30 (實習第 1 組)