

# 超臨界萃取 的應用

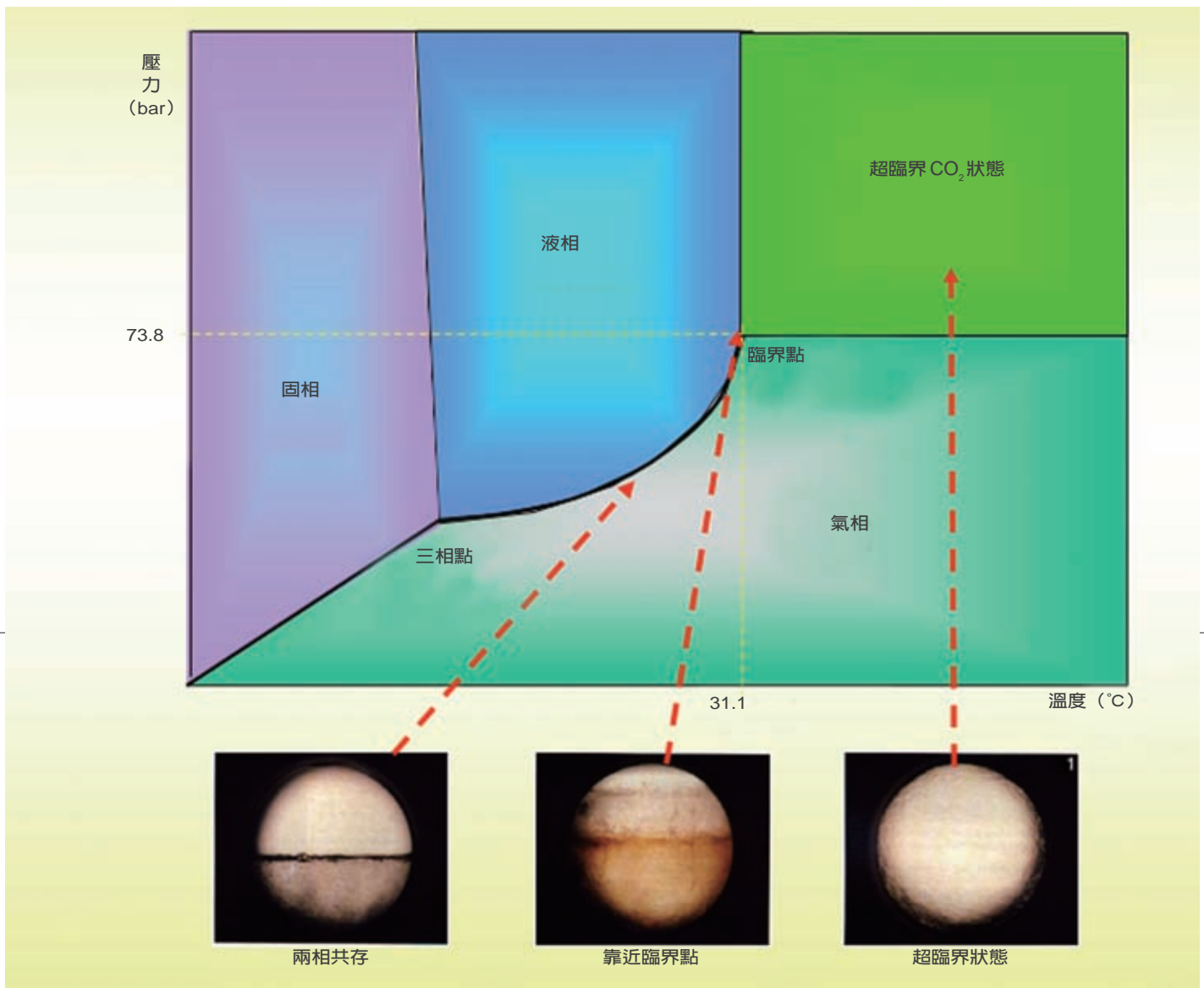
■ 連培榮 孫傳家

吃得安心、營養又盡興，  
是現代食品的要求與特色，  
綠色超臨界萃取技術  
能實現您的健康計畫。

「民以食為天」是自古以來不變的原則。生物體為了延續生命與活動，必須不斷地攝取養分來製造並儲存能量。食物的處理方式也由天然生食、熱火烹煮，發展至加工調味，近年來更以「健康取向」而再度回歸天然與營養的大前提。因此除供給衛生、安全與品質規格化的食品外，「健康」與「營養」的食品處理技術，更是食品工業必須追求與努力的方向。

## 綠色超臨界流體

超臨界流體 (supercritical fluid, SCF) 是指物質在習知的固相、液相與氣相三態外的第四相。固相有一定的形狀和體積；液相雖有一定的體積，卻無固定的形狀；氣相則無固定形狀，也無一定體積。以二氧化碳與水為例，在常壓 (1大氣壓) 下，可以使二氧化碳凝結成固態形成乾冰；也可



CO<sub>2</sub>的臨界溫度是攝氏 31.1 度、臨界壓力是 73.8bar。當 CO<sub>2</sub>的溫度超過攝氏 31.1 度、壓力超過 73.8bar 時，所處的狀態就是超臨界態。

使水氣化形成水蒸氣。

理論上，任何一種物質在某壓力與溫度下都能有類似的相變化，變化前後是具有不同特性的相。每一物質也都有一個特徵壓力及溫度，稱為臨界壓力與臨界溫度。當其溫度與壓力超越臨界溫度與臨界壓力時，便不會有相變化，其性質既近似氣相但非氣相、

近似液相但也非液相。因已超越了臨界點，所以稱這區域為超臨界區，任何流體位處這區域中的都稱為超臨界流體。

追溯超臨界流體的源起，遠在 1822 年就有科學家首次報導了物質的臨界現象。19 世紀的化學家 Mendeleevn 曾針對高壓氣體的行為，有過詳盡的討論與研究。Andrews

當物質的溫度與壓力超越臨界溫度與臨界壓力時，其性質既近似氣相但非氣相、近似液相但也非液相，任何流體位處這區域中的都稱為超臨界流體。

1962年，Zosel 首次提出了超臨界萃取技術，用於脫除咖啡豆中咖啡因的工業化製程。從此，超臨界萃取技術就成為眾人矚目的新分離技術。

並於1869年提出超臨界現象與狀態。

1879年 Hannay 與 Hogarth 發現超臨界流體的溶解能力極佳，預測會是一種可在工業上應用的極佳溶劑。諸如在食品、藥物、化工與石油工業的萃取、化學純化、色層分析、化妝品、生物技術等方面，超臨界流體的應用已行之有年。1962年，Zosel 首次提出了超臨界萃取（supercritical fluid extraction, SFE）技術，用於脫除咖啡豆中咖啡因的工業化製程。從此，超臨界萃取技術就成為眾人矚目的新分離技術。

## 萃取特性

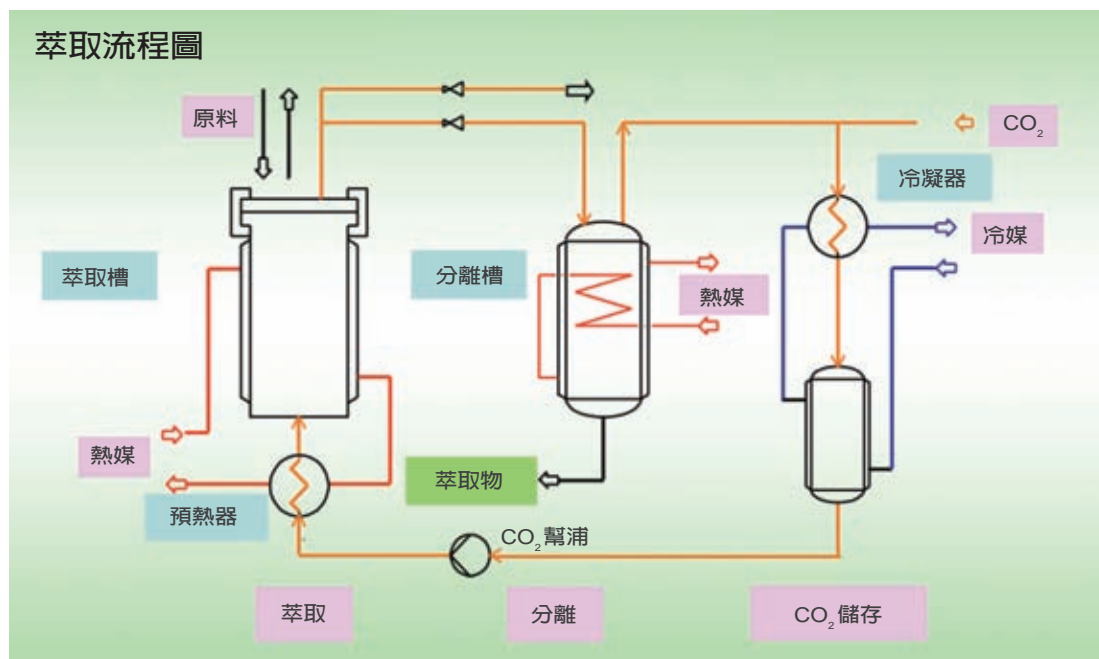
二氧化碳氣體經加壓、加溫至超臨界狀態，便具備低表面張力、低黏度、高擴散性與高質傳效率的特性，同時因無毒、無色、無臭、具不燃性、不產生光化學反應、對環境友善、易於回收再使用等優點，是目前超臨界萃取技術中極佳的溶劑。

傳統天然食品、中草藥中有效成分的提取，多半採用溶劑或水蒸氣萃取的方法。但由於溶劑殘留與高溫水蒸氣易破壞組成等缺點，往往使中草藥的功效與價值大打折扣。再者因採用水蒸氣萃取的方式，獲得的有效成分多是水溶性的，對於原料中富含的大量油溶物，卻未能有效率地獲得。

超臨界二氧化碳萃取技術不添加有機溶劑，且在低溫（高於二氧化碳臨界溫度攝氏31.1度以上）下操作，是屬於綠色環保製程。同時這種流體在超臨界狀態下對欲萃取的溶質具有良好的溶解能力，因此可以利用來提取目標物。

## 脂溶性成分的萃取

二氧化碳因為無極性的關係，在萃取標的物的選擇上特別適合脂溶性的萃取物，如天然色素的辣椒紅色素、葉黃素，螺旋



超臨界流體萃取流程圖

超臨界二氧化碳流體萃取技術不添加有機溶劑，且在低溫下操作，是屬於綠色環保製程。



前導級超臨界流體萃取設備

藻中的 $\beta$ -胡蘿蔔素、茄紅素等。萃取紅辣椒，除天然紅色素外，同時可獲得辣椒鹼，這是抗腫瘤與鎮痛的有效成分；菊花、金盞花中的類胡蘿蔔素可廣泛應用在食品、化妝品與飼料添加工業中；螺旋藻含有大量 $\beta$ -胡蘿蔔素，是抗自由基的極佳原料；至於番茄中的茄紅素，則是極強的抗氧化物。

這些脂溶性營養素或藥物的萃取，傳統上多採用添加有機溶劑或高溫水萃的方式，其缺點除溶劑殘留與有效成分易遭破壞外，萃取率通常也不高。採用超臨界流體技術，可提升有效成分的產率達數倍至

數十倍之多。

此外，天然香料因具有獨特、舒適與天然的香氣，人工不易合成。而高效率的超臨界流體萃取法，有別於傳統的壓榨法、水汽蒸餾法、揮發性溶劑氣提或吸附方式，可應用於芹菜籽、薑油、香茅油、茴香油、橘子花香、桂花、當歸精油、柑橘精油等的萃取或濃縮。

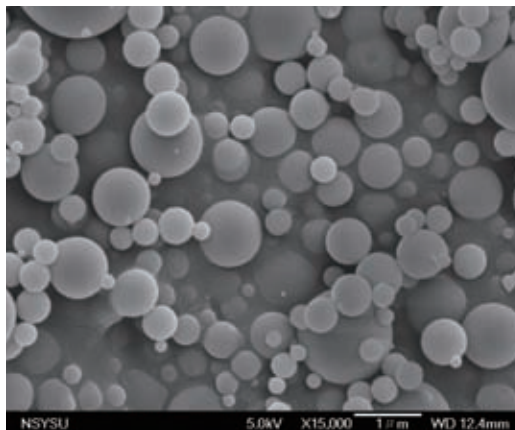
在保健食用油方面，因多數植物種子內含有大量油脂，傳統多以壓榨或溶劑萃取，但仍擺脫不了低得油率與有機溶劑殘留的重大缺失。若以超臨界流體萃取如大豆、花生、米糠、小麥胚芽、南瓜仔、葡萄仔、葵花仔或玉米胚芽，除可提高油脂的獲取率外，更因易於直接與二氧化碳分離，而省卻真空蒸餾提純分離的麻煩，又可節省能源。值得一提的是釀造啤酒所需啤酒花的萃取，因超臨界流體萃取法獲得的 $\alpha$ -酸產率，遠高於傳統有機溶劑萃取法，近年來在德國、美國、紐西蘭等國家已有商業化製程。



各式脂溶性成分萃取物



超臨界技術可應用於白河特產香水蓮花精油的萃取



抗生素阿莫西林 (amoxicillin) 經超臨界微奈米粉體成形設備處理的粉體形態。



超臨界微奈米粉體成形設備 利用超臨界抗溶劑法能夠製造微奈米粒徑的粉體。

### 其他應用

超臨界流體在食品加工業上的應用，除了萃取技術外，還包括超臨界反應、超臨界色譜與超臨界微粉成形技術。超臨界狀態的流體性質特殊，具有在一般條件下化學反應所沒有的特點，例如降低活化能、增加反應速率、均相反應、降低催化劑活性、提高反應選擇性等，這些特性對於其在酶反應與食

品工業中的應用有極大助益。

超臨界色譜層析也廣泛應用在食品業、環保業與醫藥界。它的原理是在超臨界狀態下利用溶解能力的不同使混合物分離，由於食品工業的萃取物中常是多成分組成，對於要求高濃度成分的萃取，更適合應用這項技術。因分離快、效率高、靈敏度高、選擇性強、檢測溫度低與範圍大，這項技術更是環保與經濟的方法。

此外，食品粉體的微細化多採用高溫噴霧乾燥或研磨粉碎方法，以降低顆粒粒徑與增大比表面積。惟高溫易破壞食品活性，研磨過程中除產生高溫外，粒徑分布也不佳。溶液超臨界快速膨脹法與超臨界抗溶劑法提供了另兩種在低溫、高壓下，可有效形成微奈米顆粒粉體的技術。

隨著人們對健康的重視與生活品質要求的提升，食品市場已由「量」的需求提升為「質」的精進。超臨界二氧化碳萃取工業製程將可滿足綠色、環保、營養、大量製造的需要，在健康的前提下，發揮超臨界二氧化碳萃取技術的優點，提供更佳、更多的食品選擇。 □

連培榮 孫傳家  
金屬工業研究發展中心

# 剛出爐的麵包 最香

好康的報給大家知

您的國科會研究計畫有新發現要與國人分享嗎？

請洽：國科會科教處編輯科

電話：(02)27377539

傳真：(02)27377248

我們有專人為您撰稿！

有「台灣新發現」專欄為您服務！