

處理廚餘有可能變成一盤賺錢生意。有本港研究團隊研發出一套相對簡易的廚餘轉化設備，可以把殘羹冷飯變成高商業價值的燃料原料：高純度甲烷、生物柴油原料。同時又可以把廚餘變成高蛋白質的魚糧，一舉三得。研究團隊估計，新研發成功的「廚餘全面轉化系統」，如每日處理十噸廚餘，只需五千元成本就可以生產逾兩萬元燃料原料及魚糧。

大公報記者 梁康然



▲測試版的廚餘全面轉化系統外觀，左起廚餘收集箱（白色）、自動化廚餘前處理系統（銀黑箱）、分解有機物反應器（前方黑圓桶）、產甲烷生物反應器（後方高黑圓桶）
大公報記者梁康然攝

廚餘轉化系統殘羹煉「金」

10噸成本5000元變值兩萬燃料原料魚糧

香港生產力促進局在2014年1月開展「廚餘全面轉化系統」研究，獲創新及科技基金撥款300萬元，夥同城市大學微生物專家、環境保護署、職訓局專業教育學院青衣分校，以及一批本地環保公司及煤氣公司合作，研究把廚餘同時變為「三寶」：高純度甲烷、生物柴油原料、魚糧的可行性。經過28個月研發，至於2016年4月研究團隊確立技術達可應用水平，並在同年七月公開。

生產力局環境管理部首席顧問馬耀華指出，過去的廚餘轉化設備大都只能生產單一產物。是次研究最大的突破是僅需一個系統，就可以把廚餘轉化為三項有高商業價值的產物。

生產甲烷純度媲美天然氣

「廚餘全面轉化系統」主要分成三個部分，第一階段是自動化前處理系統，機器會自動篩選廚餘雜質，如牙籤、骨頭等，並會用超聲波把廚餘與水混成漿狀，以提高轉化成效。第二階段廚餘漿液會送入「分解有機物反應器」內，以封閉的環境，用各式益生菌去分解廚餘漿液，令廚餘漿液變成油液、營養液及固體殘餘物三個產物。當中產生的油液已是生物柴油原料，可經過提煉成可用的生物柴油。而固體殘餘物經過乾燥處理及切粒，就可成為魚糧。

系統的第三部分是「產甲烷生物反應器」，系統早前未用到的營養液會注入反應器內，成為甲烷生成菌的飼料，該類細菌消化營養液就會產生甲烷，其生產的甲烷純度可媲美天然氣。

暫可每日處理50公斤廚餘

馬耀華解釋，本系統與過去同類系統的最大分別，是有兩個獨立的反應器去各自處理廚餘，其中研究團隊更刻意設計出獨立的甲烷生產設備，令甲烷生成菌在最佳的環境下生長，達至生產高純度甲烷目標。

他補充稱，現時研究用的廚餘轉化設備只可每日處理50公斤廚餘，但如利用有關技術及系統，建造一個每日可處理十噸的「廚餘全面轉化系統」，就有望可以營利。系統每日的運作只需五千元，卻可以生產出供1300戶用的煤氣（約值10000元）、一至兩噸的魚糧（約值10000至15000元），以及150公斤生物柴油原料（約值1200至6500元）。



▲生產力局環境管理部首席顧問馬耀華指出，是次研究最大的突破是僅需一個系統，就可以把廚餘轉化為三項有高商業價值的產物
大公報記者梁康然攝



新廚餘系統產物數據比較表

甲烷比較		
	生物沼氣	天然氣
甲烷比例	70至80%	87至97%
每立方米計可生產的熱量	28至32 (百萬焦耳)	36至40 (百萬焦耳)

環保魚糧成分比較			
	環保魚糧 (克)	鱸魚飼料 (克)	羅非魚飼料 (克)
蛋白質	40	46	31
脂肪總量	18	16	6
碳水化合物	21	17	47
粗纖維	4	2	7

註：以上均為每100克含量計 資料來源：生產力促進局



▲產甲烷生物反應器 大公報記者梁康然攝



▲分解有機物反應器 大公報記者梁康然攝

兩個生物反應器各有功能

利用細菌及微生物去處理廚餘，手法甚為普遍。「廚餘全面轉化系統」的獨特之處，就是透過兩個反應器「分解有機物反應器」及「產甲烷生物反應器」，刻意把分解廚餘、生產甲烷兩個生物反應分開進行。前者可調節細菌的分解能力，令經過處理的廚餘仍然保留豐富蛋白質，以生產高價值魚糧。而後者則剔除可令甲烷生成菌死亡的酸素，令生產出來的甲烷純度更高。

在大自然中，會分解廚餘的一般細菌與生產沼氣的特殊細菌一同滋長，兩者過着共生及相剋的微妙關係。特殊細菌依賴生產菌去分解廚餘，才可吸收廚餘的養分成長及製造沼氣。但生產菌分解廚餘時會產生酸素，酸素過濃就殺死特殊細菌。

研究團隊因此就把把生產菌及特殊細菌分開存於兩個反應器內，先讓生

菌在「分解有機物反應器」內好好分解廚餘的養分，把廚餘變為營養液。只要過濾營養液中的酸素，注入「產甲烷生物反應器」內，提供最合適的生長環境，反應器內的特殊細菌就會生長，並製造高純度沼氣。

生產力局環境管理部首席顧問馬耀華指，兩個反應器所用的細菌及微生物各自需要三至四個月去培植，才可達至有效運作水平。如不想生產沼氣時，只要停止向「產甲烷生物反應器」注入營養液，特殊細菌就會停止製造沼氣。當重新注入營養液，特殊細菌就會繼續製造沼氣。他笑稱，別把兩個反應器都成「電器」，一按開關就會運作，強調細菌等生物需要活躍，令系統運作。

另外，過去以細菌及微生物去處理廚餘，都只會留下營養成分低的渣滓，這類渣滓大都只能當成植物堆肥。研究團隊就刻意調節，令生產菌分解廚餘可保留當中的蛋白質，使廚餘的殘餘物可以做成高營養的魚糧。

話你知 益生菌、甲烷生成菌與放屁

益生菌 (Probiotics)

益生菌是大自然普遍存在的益菌，人體內腸臟就寄生大量各式各樣的益生菌，可協助腸臟消化食物。當中較為人認識的益生菌是乳酸菌。

甲烷生成菌 (Methanogens)

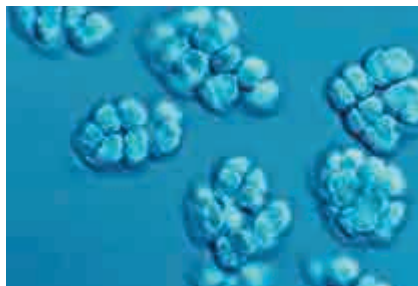
甲烷生成菌屬於獨特的微生物，牠們不能接觸氧氣，氧氣對牠們來說是「致命毒氣」。牠們在大自然中，一般只會出沒在地底深處、深海熱水口等地。牠們另一活躍的地方就是腸臟內，負責把益菌不能消化的有機物，進行最後一次的生物降解，過程中就會在腸內產生甲烷。

放屁

雖然腸內有甲烷，但含量純度太低，即使放屁時附近有火種也不會引起氣體爆炸。屁的成分有近79%是不會燃燒的氮氣 (N₂)，其次20%是二氧化碳 (CO₂)。甲烷含量低於1%，至於屁的難聞臭味，就來自氨 (NH₃) 及硫化氫 (H₂S) 這兩種氣體。



▲顯微鏡下的益生菌（黑線狀） 網上圖片



▲能製造甲烷的甲烷疊球菌屬 (Methanosarcina) 網上圖片

目標地區層面分散式處理

新研究成功的「廚餘全面轉化系統」，其目標是每日處理數十噸計的廚餘，而政府正在研究的「廚餘、污泥共厭氧系統」，每日處理數以100噸計的廚餘，前者對比後者簡直是小巫見大巫。不過，廚餘全面轉化系統的研究團隊認為，他們的系統佔地比政府的系統佔地少，可進入一般工廠，甚至是屋邨內。如在各區各都都置有「廚餘全面轉化系統」，累積的廚餘處理量將會非常可觀，亦可縮短廚餘運送的距離，減少運送期間對市民的影響。

環保署目前在小蠔灣建造暫時亞洲最大規模的廚餘廠，每日最多處理200公噸廚餘。署方規劃中在文錦渡沙嶺建造的第二期有機資源回收中心，預計每日可處理300公噸廚餘。另又研究「廚餘、污泥共厭氧系統」，即利用現有的污水處理廠，把廚餘混入污水污泥中一同處理，該污泥系統估計最多每日可處理50公噸廚餘。

廚餘全面轉化系統的研究團隊代表指，政府部門的目標是想用中央處理方

式，在一個地點內大規模，數以百噸計地處理廚餘，因此政府的廚餘處理設備一般都需要大型基建或廠房配套。相較之下，「廚餘全面轉化系統」屬於一些可搬動的儀器及設備，可搬入一般工廠，甚至是在屋邨空地上配置。

縮運輸距離減省成本

研究團隊代表認為，如新系統在社會普及，廚餘將可在住宅的鄰近工廠區，甚至在自身的屋邨內，於地區層面以分散式處理，若一個工廠可一日處理十噸，十個工廠就一日100噸，屆時各社區內小型系統累積的每日廚餘量處理將會非常可觀，亦可縮短廚餘運輸距離，可節省成本及減少運送期間對社區影響。

研究團隊首席顧問馬耀華透露，其中一家參與是次研究的環保工程公司，正計劃在半年後於珠海興建一個每日可處理一噸廚餘的示範系統，用作推廣。