


# 畜產廢棄物能源化



行政院農業委員會畜產試驗所  
研究員兼組長 郭猛德



- 
- 前言
  - 畜禽廢棄物(有機物)之沼氣生產與利用
  - 有機物產製燃料油
  - 結語



## 前 言

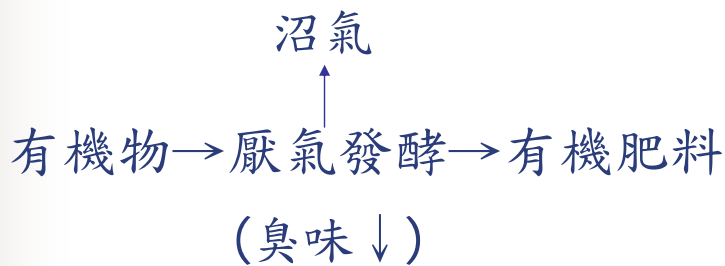
- 石化能源與替代能源。
- 替代能源：太陽能、風能、生質柴油、酒精、氫氣與生質能源…等。
- 生質能源：有機物藉厭氣發酵處理過程所產生的氣體—沼氣(甲烷 $\text{CH}_4$ )。

## 有機物之沼氣生產與利用

畜禽生產之廢棄物是有機肥主要來源之一

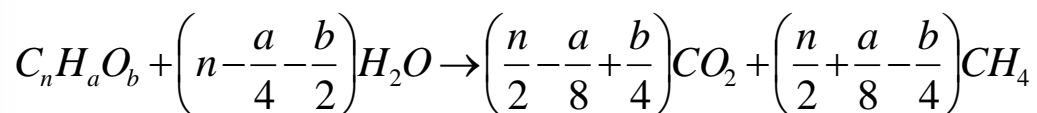
優點：量大、含N、P、K豐富、生產有機蔬果。

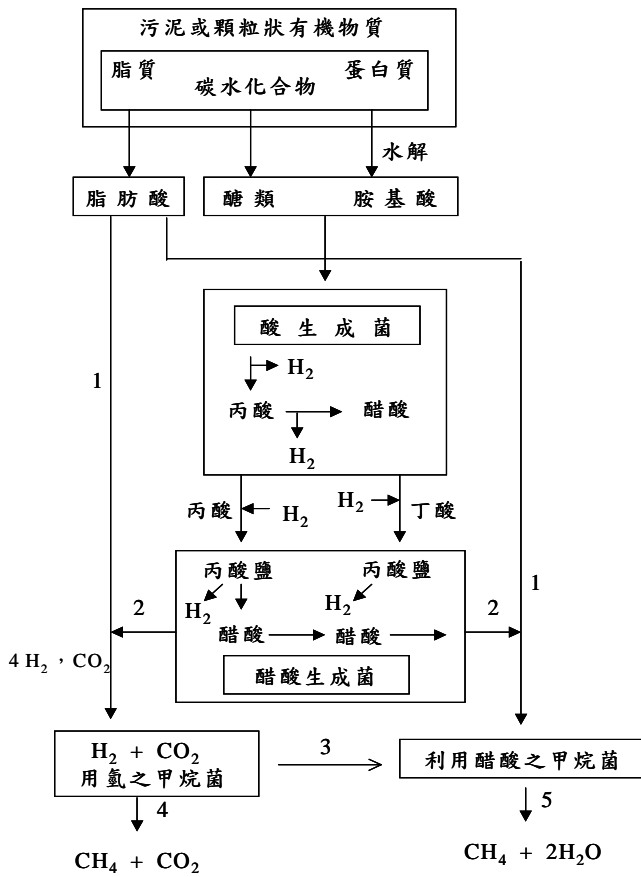
缺點：臭、衛生問題、重金屬。



## 厭氣發酵原理

- 原理：在厭氣狀態下，把複雜有機物（碳水化合物、脂肪、蛋白質）等分解成CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>

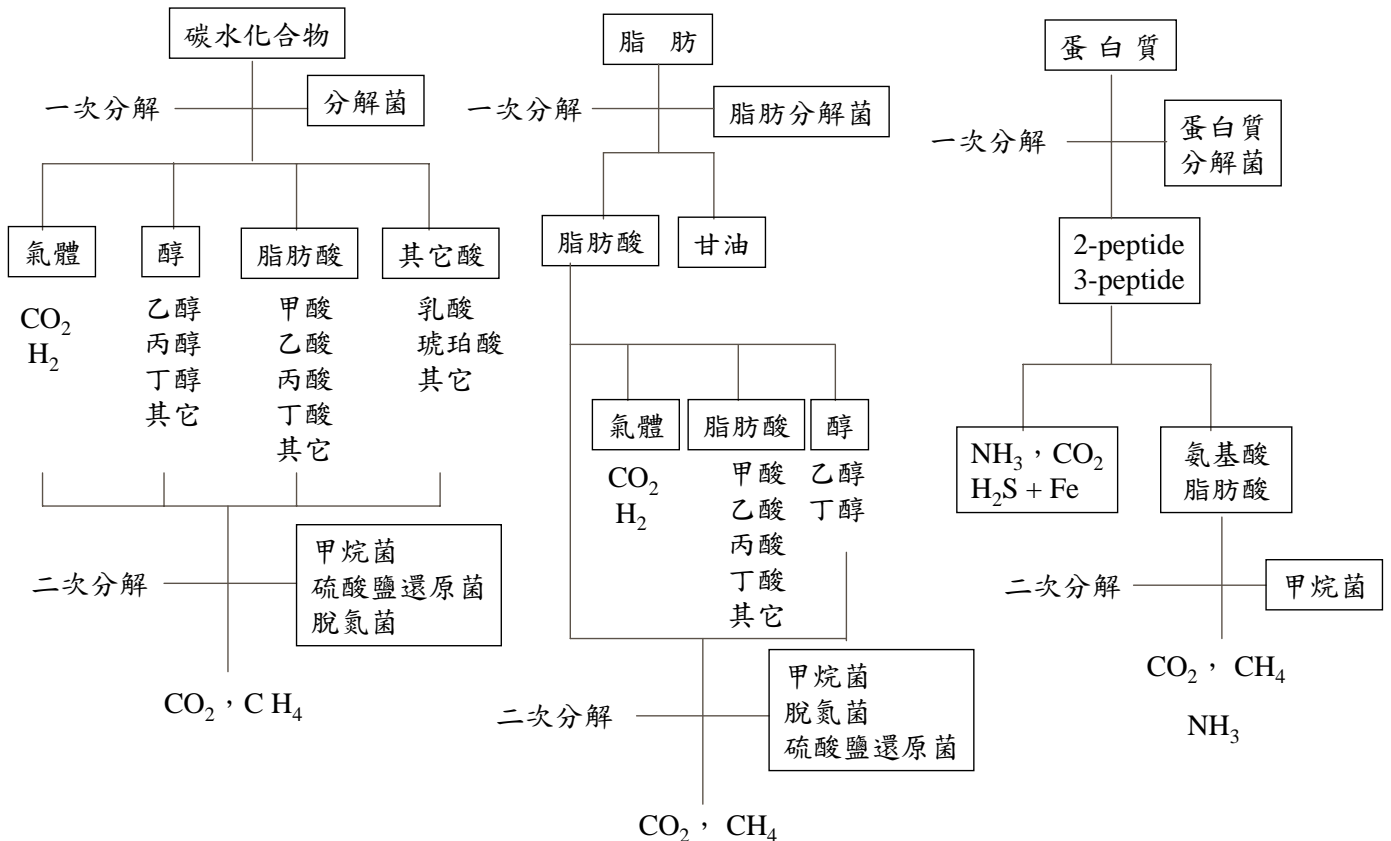




參與作用之微生物群：

1. 水解細菌 (FERMENTATIVE BACTERIA)
2. 產生氫之醋酸菌 (HYDROGEN-PRODUCING, ACETOGENE BACTERIA)
3. 利用氫之醋酸菌 (HYDROGEN-CONSUMING, ACETOGENE BACTERIA)
4. 還原CO<sub>2</sub>之甲烷菌 (CO<sub>2</sub>-REDUCING METHANOGEN)
5. 利用醋酸之甲烷菌 (ACETIC ACID METHANOGEN)

厭氣消化程序之代謝調節 (Wu, 1982)



各種有機物的厭氧分解過程與其產物

## 氫、醋酸和甲烷之生成

氫氣之產生是由厭氧槽中之發酵菌及產生氫之醋酸所產生(Wu, 1992)，醋酸亦由這二群微生物加上利用氫之醋酸所產生。最近甚多研究已證實，氫在有機酸之產生及消耗方面佔極重要之角色，其在正常厭氧槽中含量極微，僅約73 ppm，(Boone, 1982；Collins and Paskins, 1987；Mosey and Fernandes, 1989)。而據Conrad *et al.* (1985) 利用質譜儀測得污泥中之氫庫(H<sub>2</sub> pool)約為205 nM，更新率 5~6%，時間100 h<sup>-1</sup>。氫之分壓在厭氧槽中如超過10<sup>-4</sup> atm時，甲烷產生會受到抑制，而有機酸濃度如丙酸、丁酸會增加，而使厭氧槽發酵受到干擾(Mosey, 1983；McCarty, 1965)。

## 參與作用之微生物

### 水解菌

水解蛋白質

*Clostridium* sp.

*Bacteroids* sp.

水解脂質

*Micrococcus* sp.

*Streptomyces* sp.

*Bacillus* sp.

*Pseudomonas* sp.

### 水解多醣類

含纖維素

*Bacillus* sp.

*Proteus* sp.

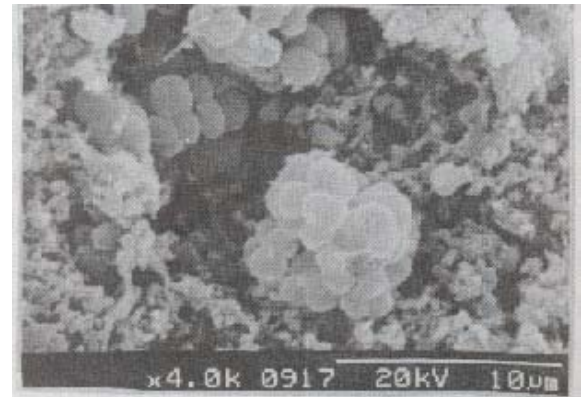
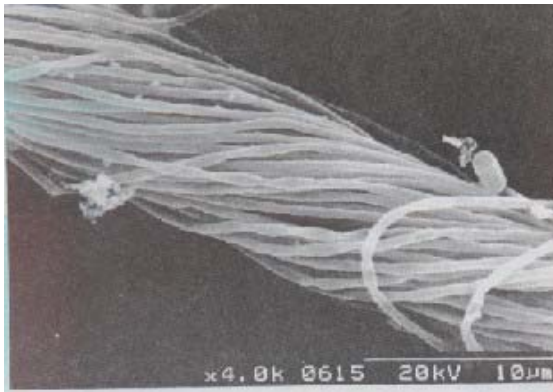
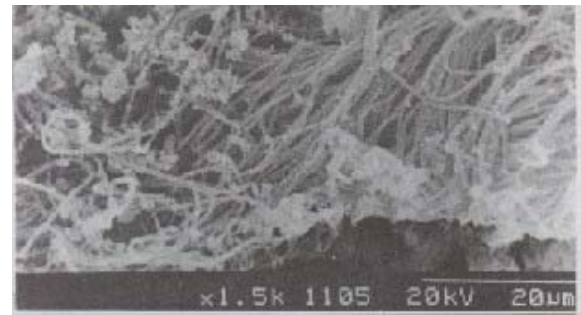
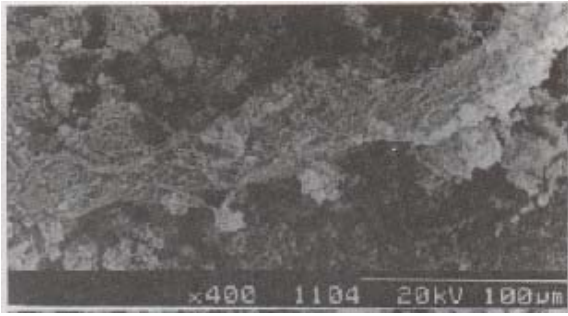
*Pseudomonas* sp.

含澱粉為

*Micrococcus* sp.

*Bacillus* sp.

*Pseudomonas* sp.

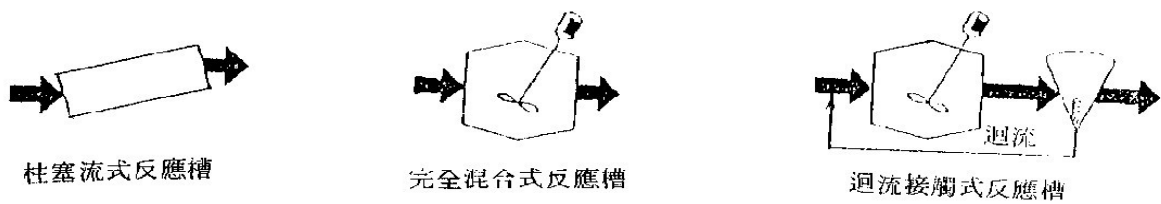


## 厭氣發酵槽

是厭氣處理之主要設備，也影響厭氣處理之結果

### ■ 依反應槽設計之分類

- 傳統的厭氣消化槽
- 厭氣接觸法
- 厭氣過濾法
- 上流式厭氣污泥床法
- 為介乎固定膜生物及懸浮生長生物之間的反應槽設計

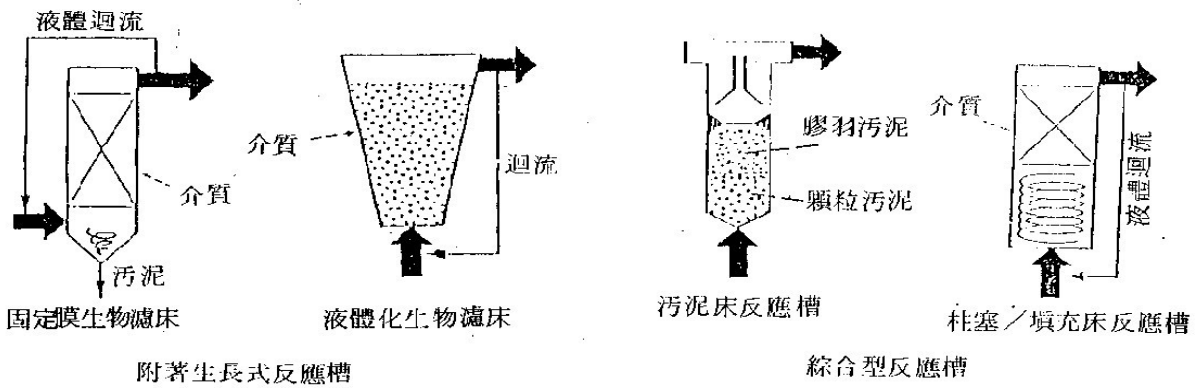


柱塞流式反應槽

完全混合式反應槽

迴流接觸式反應槽

懸浮性生長式反應槽



固定膜生物濾床

液體化生物濾床

污泥床反應槽

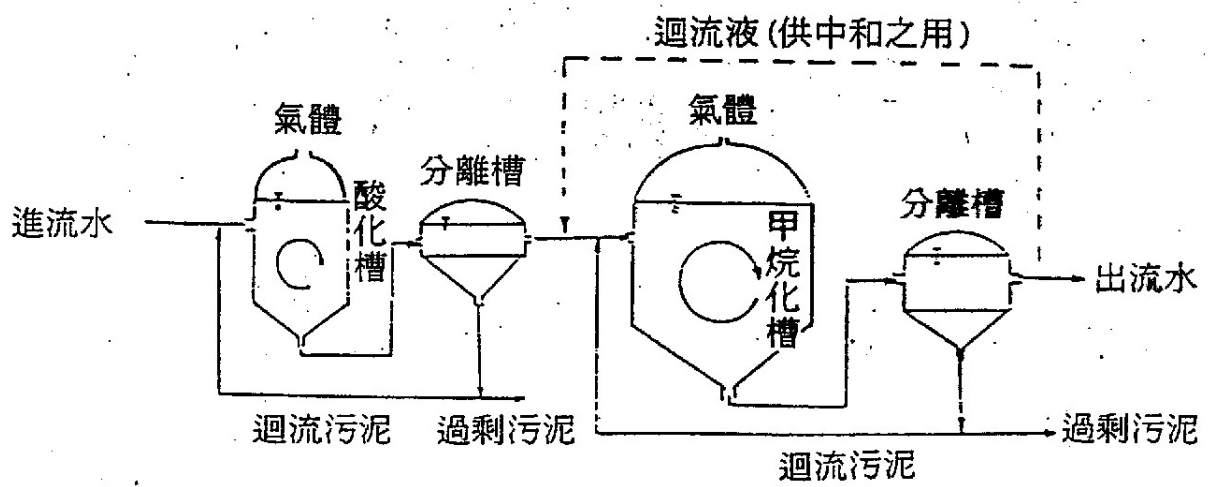
柱塞/填充床反應槽

附著生長式反應槽

綜合型反應槽

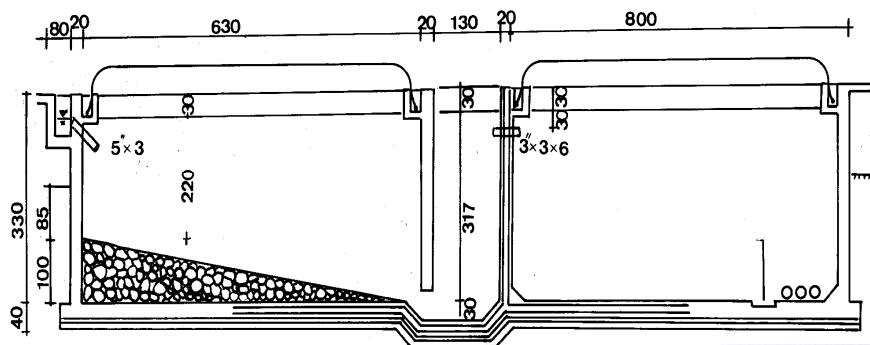
三種型態之厭氣反應槽設計

## 二相厭氧消化法



二相厭氧消化法之處理系統

# 覆皮式發酵槽



覆皮式厭氣發酵槽第一及第二剖面圖



覆皮式厭氣發酵槽

# UASB





## 畜禽糞之沼氣產量與成分

- 每頭肉豬(60 kg)每天約產生0.25 m<sup>3</sup>的沼氣；每g COD可產生0.22~0.39 L的CH<sub>4</sub>。沼氣成分CH<sub>4</sub> 60~75%、CO<sub>2</sub> 25~40%、H<sub>2</sub>S 0.2~0.5%。
- 鴨糞厭氣處理，每公升厭氣槽每日約產生0.6~1.1 L沼氣，每g COD約產生0.2~0.36 L沼氣。沼氣成分CH<sub>4</sub> 55~65%、CO<sub>2</sub> 35~40%、H<sub>2</sub>S 2.7~3.8%。
- 牛糞尿厭氣處理，每公升牛糞可產生0.5~0.7 m<sup>3</sup>的沼氣，去除每公斤的TS約可產生2.78m<sup>3</sup>的沼氣。沼氣成分CH<sub>4</sub> 55~68%、CO<sub>2</sub> 31~45%、H<sub>2</sub>S 0.03~0.23%。

## 甲烷特性

臨界溫度 °C	臨界壓力 atm	沸點°C	融點°C	氣體比重 (空氣=1)	爆發限界 vo 1%	發火溫度 °C	發熱量 kcal/m <sup>3</sup>
-82.1	45.8	-161.4	-182.7	0.554	5.4~14.0	537	9,500

## 沼氣利用研究

- 燃料用：瓦斯爐、瓦斯燈、熱水器、噴火器、仔豬保溫燈等。
- 引擎用：剪草機、抽水機、發電機、機車、汽車等。



### ■ 燃料用

- 一般瓦斯爐需將噴嘴孔加大
- 每人每天沼氣用量約 $0.4 \text{ m}^3$



## 仔豬紅外線沼氣保溫燈

- 將原瓦斯紅外線保溫燈，修改適合於沼氣利用。
- 噴嘴孔(nozzle)直徑1.2 mm及減少空氣入孔。
- 沼氣壓力提升至20 cm/H<sub>2</sub>O，可利用加壓貯氣槽或1/4~1/2 加壓馬達。



## 沼氣用剪草機與抽水機

- 設計沼氣用進氣管取代原汽油用化油器。
- 本沼氣用進氣管可控制速度。
- 剪草機1/8 HP每小時0.9 m<sup>3</sup>之沼氣。



# 沼氣汽車

分成貯氣袋與高壓鋼瓶兩種方式

## ■ 貯氣袋方式：

- 車頂裝設1 m<sup>3</sup>貯氣袋。
- 化油器改可吸入沼氣取代汽油。
- 每1 m<sup>3</sup>沼氣可行駛6~7 km。



## 沼氣發電

- 每產生1度電約需0.7~1 m<sup>3</sup>的沼氣。
- 每度電成本3~3.5元。
- 發電效率20%(18~30%)。



## 有機物生產燃料油



熱化學反應器

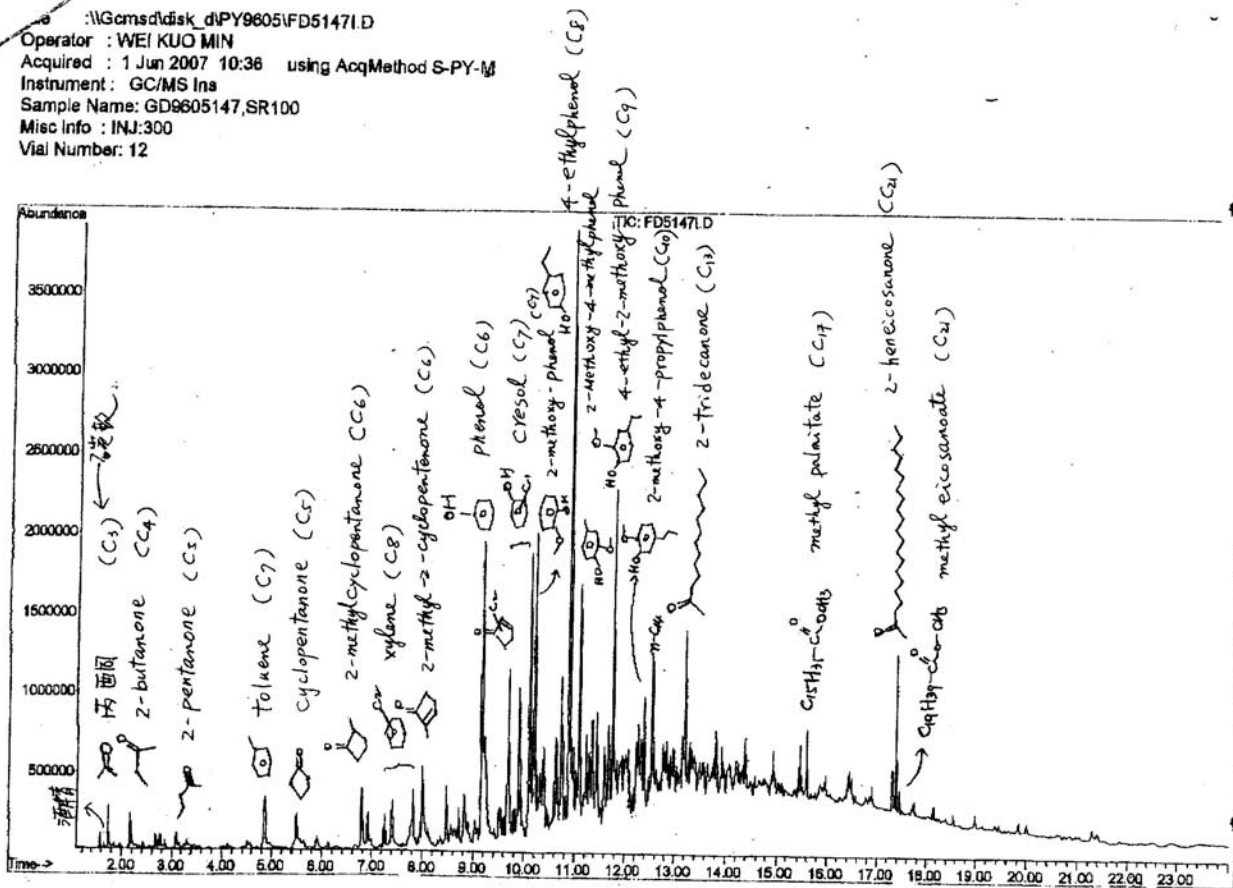


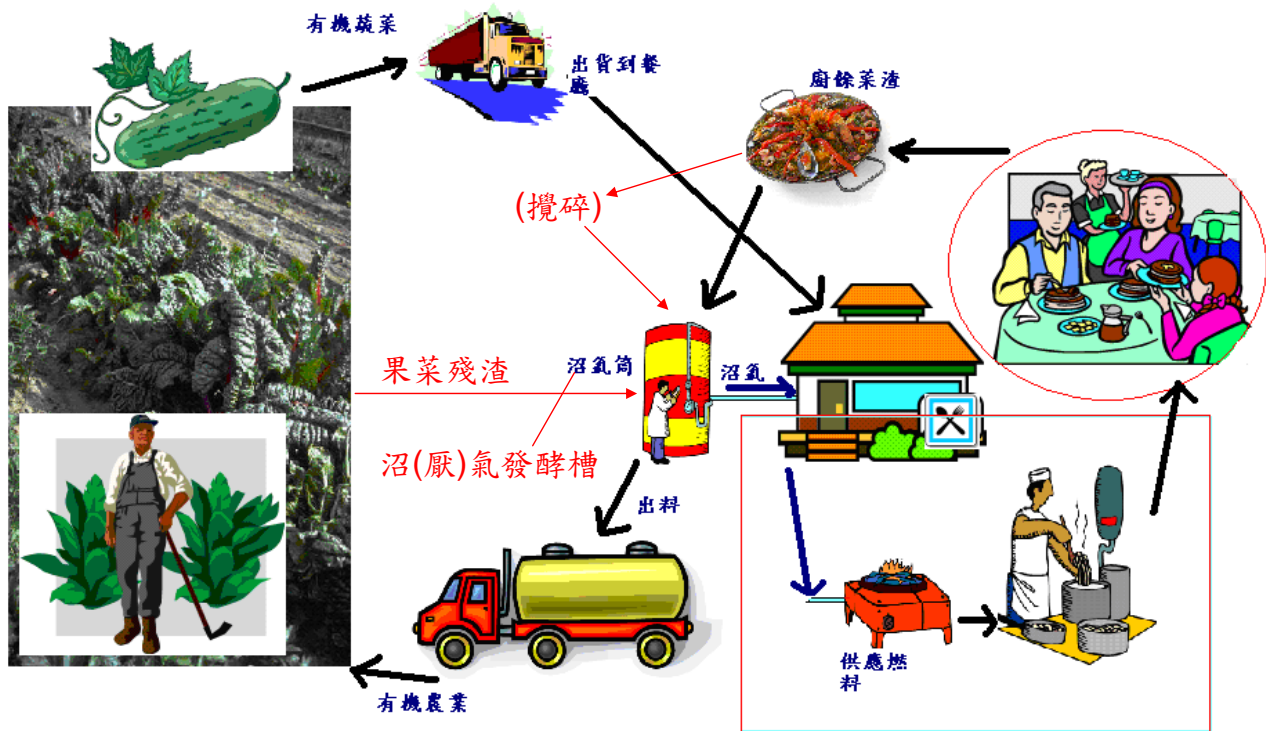
控制箱



# 燃料油成分測定

	一次分餾	二次分餾
微量法殘碳量(%)	0.48(燃料油)	1.46(柴油)
碳(%)	77.98	75.07
氫(%)	10.50	8.60
氮(%)	4.85	—
熱值(cal/g)	5,979	8,169
KF-含水量(%)	12.35	3.91
淨熱值(cal/g)	—	7,733





廚餘沼氣生產利用構想圖(繆長泉老師)

## 結語

- 任何有機物經厭氣發酵過程，都可產生生質能源。
- 雖然簡單易得成本低，但因量小、分散、難液化，大規模應用難。
- 需政策配合才能使生質能源或替代能源轉型成功。
- 燃料需具液態化才具實用價值。