

生質能(biomass energy)

哪些生物(或材料)是生質能的來源?

生質能有哪些型式?

能源與食物用途的取捨!



生質能生質能的定義

生質能係指生物所產生的生質物，經熱、化學或生物方式轉換而獲得的有用能源。生質能與風能、太陽能相同，都具有取之不盡、用之不竭的特性，因而生質能為再生能源的一種。

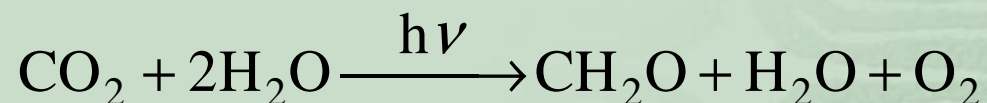
生質能與化石燃料不同的地方在於化石燃料在地下深處經長期的地質化學作用才形成的，一經開發後，無法迅速再生。而生質能係由 CO_2 與 H_2O 經光合作用而成，使用後又變回 CO_2 與 H_2O ，其僅靠簡單的生化作用便可重覆再生，不需長期的地質作用。



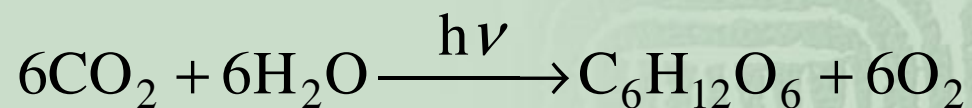
光合作用是生質能的主要能源

生質能係由CO₂與H₂O經光合作用（photo-synthesis）而成，使用後又變回CO₂與H₂O，其僅靠簡單的生化作用便可重覆再生，不需長期的地質作用。

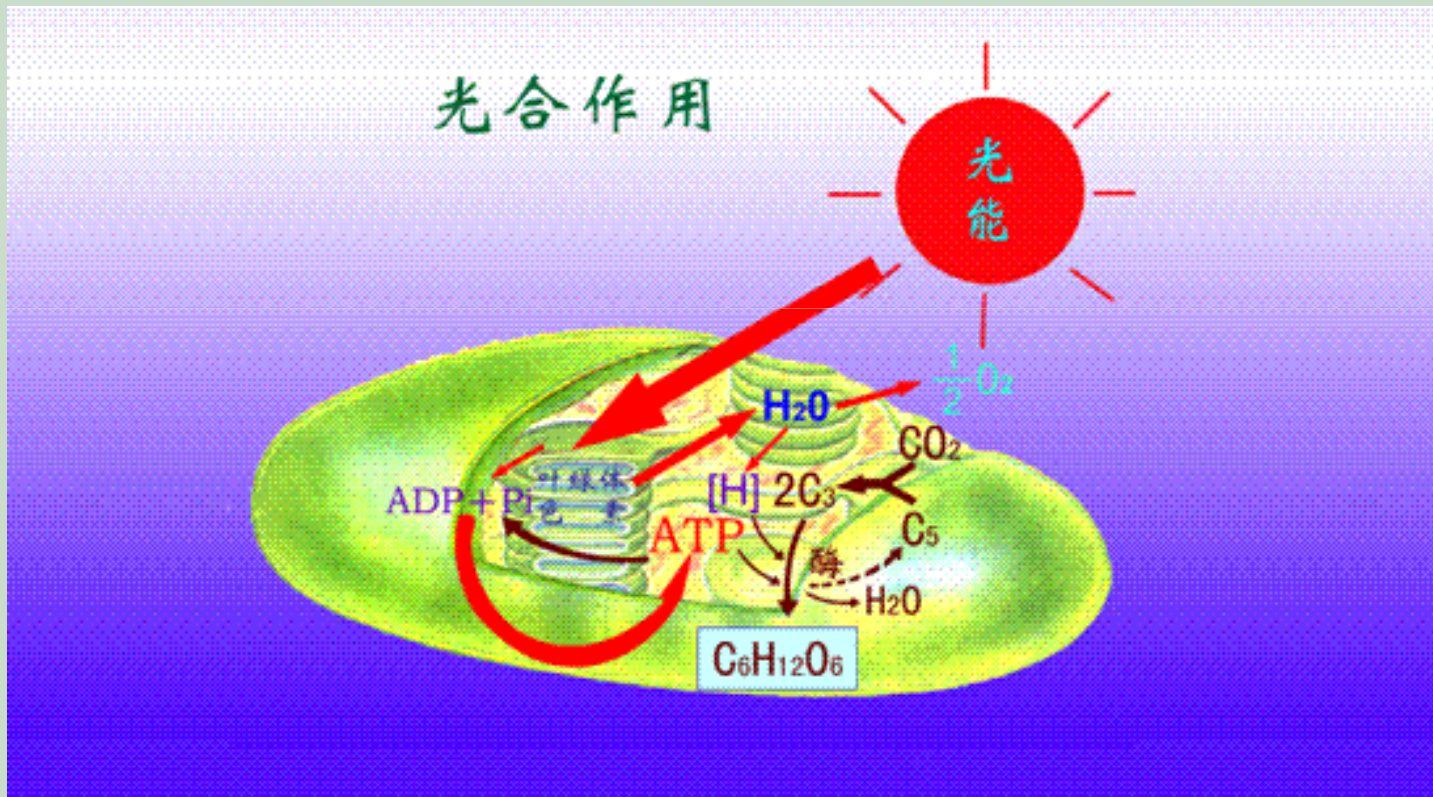
光合作用可以用以下簡單的反應式表示：



式中 $h\nu$ 代表著光能的吸收，植物每生成一莫耳的CH₂O，約需112 kcal的光能。以葡萄糖（glucose）生成為例，其藉光合作用每合成一莫耳，需要674 kcal的光能，而其反應式表示如下：



光合作用是將太陽能轉變成化學能



生質能的轉換^{生質能}率和產量

據估計，當陽光入射至植被的地球表面時，所有波長光線中約25% 的光能可被利用於光合作用，其中又約60到70% 的能量被植物的葉片吸收，而葉片平均每吸收15 eV的光能後，約轉換成含5 eV之碳水化合物，其能量的效率約為35%。綜合上述各項因子，光能轉換成化學能而儲存在生質物的效率約為6%(=0.25×0.70×0.35)左右。

依統計，目前生質能為全球第四大能源，僅次於石油、煤及天然氣，供應了全球15% 的初級能源需求，也提供了開發中國家35% 的能源，為目前最廣泛使用的再生能源，約佔世界所有再生能源應用的三分之二。

生質物轉換為能源的方式

一般而言，生質物轉換為能源的方式可概分為熱轉換（thermal conversion）、化學轉換（chemical conversion）以及生物轉換（biological conversion）三種。

1. 熱轉換：如直接燃燒（direct combustion）以生產蒸汽或熱能，例如前述之焚化及RDF之應用，或以氣化（gasification）及裂解（pyrolysis）方式產生合成燃氣或燃油。
2. 化學轉換：如經發酵（fermentation）、脂化等化學轉換程序產生酒精、汽油、沼氣或生質柴油。
3. 生物轉換：如利用生物菌種等方法產生沼氣、甲醇及氫氣等燃料。

生質能的型式與主要材料來源

醇類(乙醇)

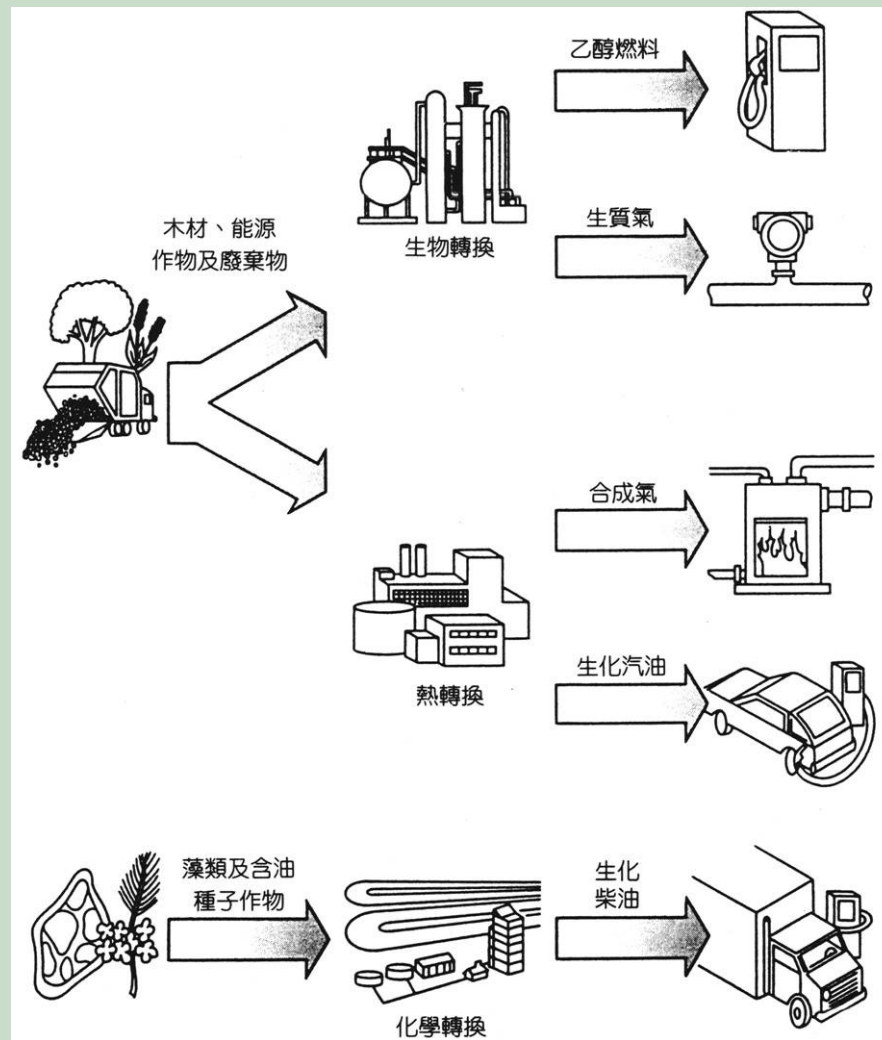
生質柴油(三酸甘油酯)

甲烷

氫氣



生質物轉換為能源的方式



醇類產生

由於將生質物轉換成酒精可做為汽油的替代品，因而該技術近年來深受矚目。酒精裡最重要的二種成份是甲醇及乙醇，甲醇及乙醇二者皆為無色的液體，前者的沸點是 65°C ，而後者的沸點為 78°C 。

甲醇可從任何含碳物質中產生而得，而除了生質物外，也可利用煤及天然氣作為甲醇產生的原料。對內燃機而言，甲醇是優良的燃料，因而目前是賽車的燃料。從天然氣轉換成甲醇是最便宜的方式，和汽油的製造成本比較並沒有貴太多。而如果自煤或木材中轉換，成本則約兩倍。使用甲醇作燃料的好處是可以減少管末空氣污染物的排放，特別是氮氧化物，但在溫室氣體排放的減量方面則沒有太大的貢獻（和汽油比較）。若甲醇滲入汽油中使用，汽車並不需要太大的修正。

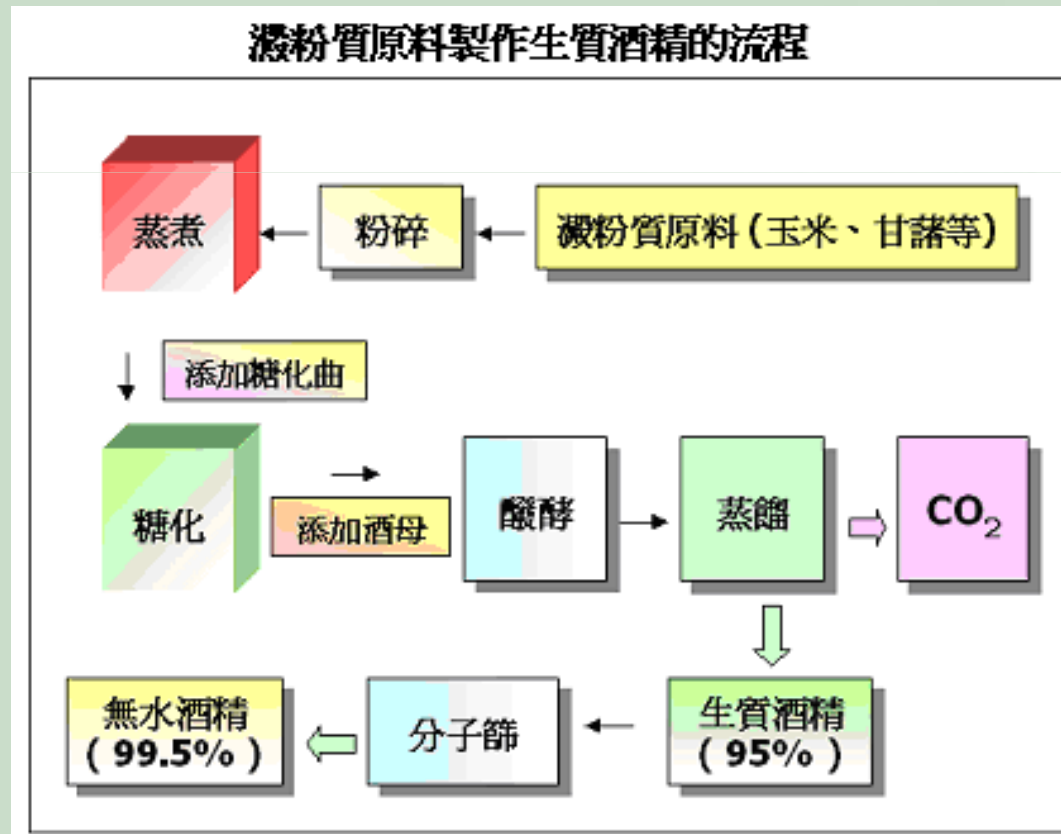
醇類產生

乙醇的產生可由甘蔗、玉米及木材轉換而得。早在1970年代發生石油危機時，汽油酒精（gasohol，汽油中含5% 到10% 的酒精）用於汽車的使用量即逐漸增加並取代部份石油。使用乙醇的好處是其能改善汽車的運轉情形並減少污染物的排放，而如果自木材中轉換乙醇，由於樹木成長時會自空氣中吸收CO₂，因而乙醇的使用能減少溫室氣體排放。但若自農作物如玉米中產生乙醇，由於作物的耕種、施肥及收割等程序皆會使用大量的能量，因而無助於能源的節省及溫室氣體的減量。而前述汽油酒精產生的成本甚至可能高於從石油中產生汽油的成本。



乙醇的主要材料來源

來自玉米或穀類的澱粉，甘蔗或甜菜的糖份分解成葡萄糖，再發酵成酒精。

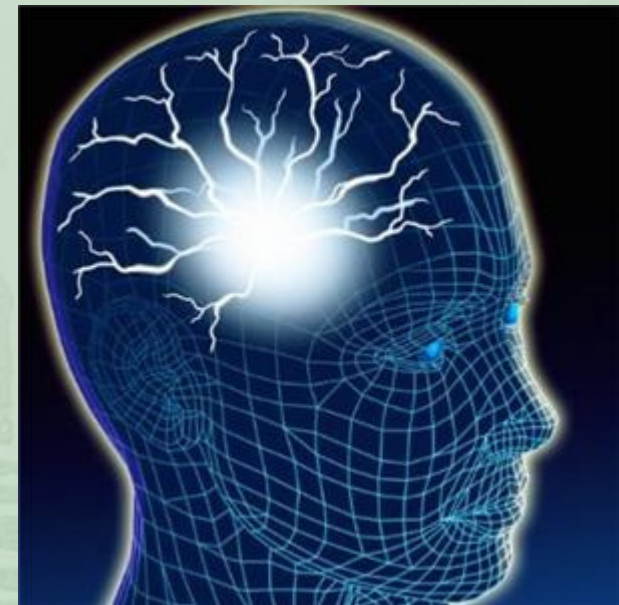


巴西乙醇計劃

巴西是西半球第三大能源消耗國，其亞馬遜（Amazon）雨林目前約佔全球熱帶雨林的30%。該國95%的電力來自於水力，在石油方面有35% 仍仰賴進口。在1973年第一次能源危機發生，致石油價格急遽增加後，巴西在1975年啟動乙醇計劃。該計劃要求所有賣出的汽油必須滲入22% 由甘蔗所產生的乙醇。然而，由於後來石油價格的下降，使得該計劃難以維持，例如1997年所賣出的新車，不到1% 使用乙醇。但是，由於該計劃能減少二氧化碳的排放，產生較清淨的燃燒、增加甘蔗工業的工作機會及減少石油的進口，因而目前乙醇計劃正逐漸復甦中。現今較新的嘗試作法是逐年增產使用100% 乙醇的新汽車量。目前巴西41% 的交通燃料是乙醇，然而，現在乙醇的價格仍然偏高。

動腦時間

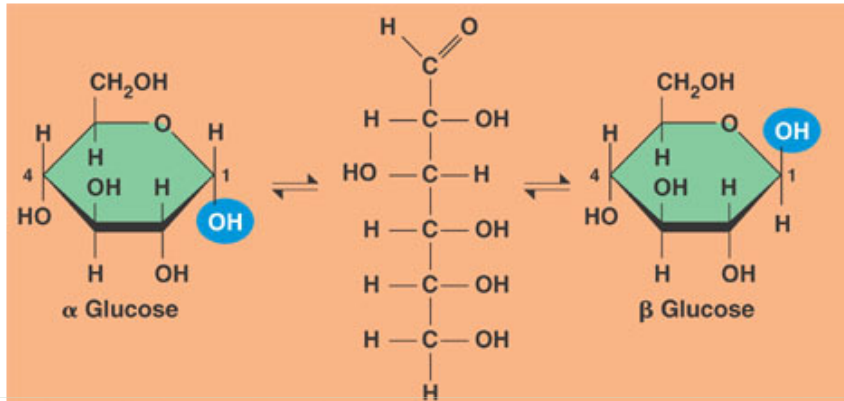
能源危機與糧食危機孰輕孰重？



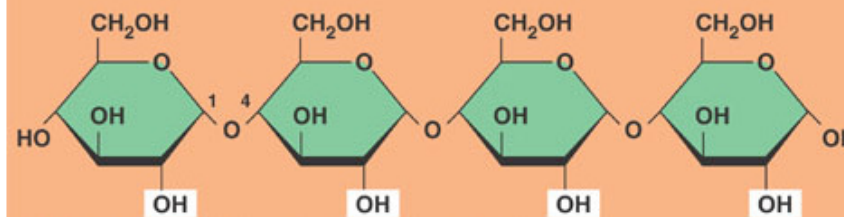
非食物的乙醇來源-纖維素



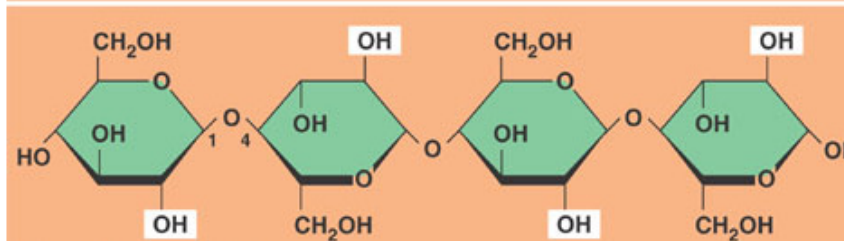
澱粉(α -葡萄糖聚合物) vs 纖維素 (β -葡萄糖聚合物)



(a) α and β glucose ring structures



(b) Starch: 1-4 linkage of α glucose monomers



(c) Cellulose: 1-4 linkage of β glucose monomers

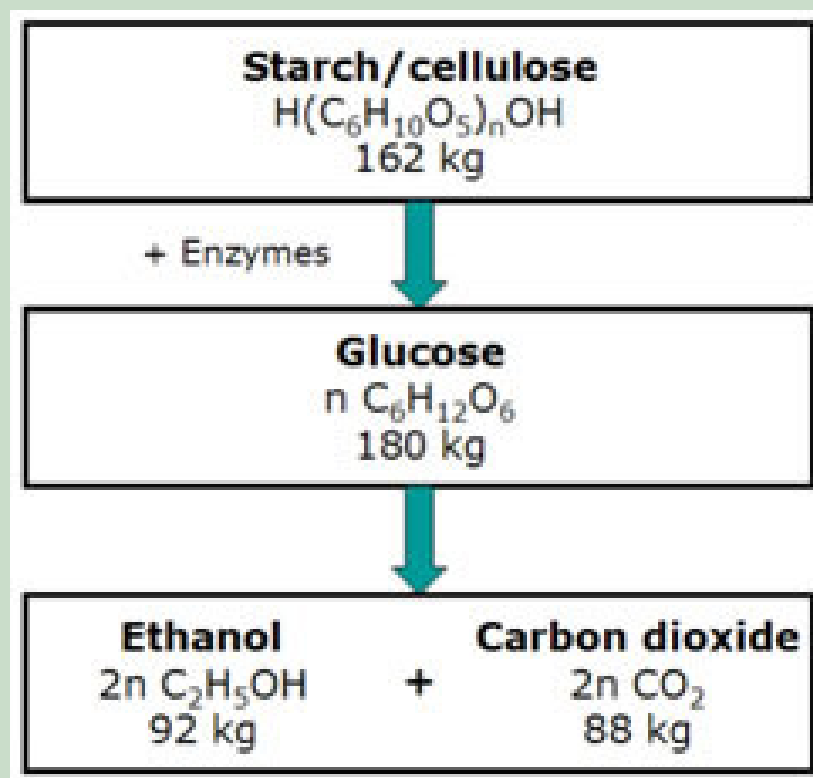


能源造林

以能源觀點視之，生質物成長所提供的能量比非再生燃料（nonrenewable fuels）具有更多的優點。例如生質物能夠減少我們對化石燃料的依賴，從而減少燃料進口所造成支出。藉由增加各式各樣農作物的產生將能提高農業經濟，進而減少政府對農業的補貼。此外，生質物的種植也能減少土壤損失、產生較佳的水質、提供野生生物較佳的棲息地、增加新能源的工作機會及提高環境科技等。

生質能造林係指致力於在農場上將太陽光轉換成能源。當評估能源造林時，重要的考慮因子有產率、單位質量的能源含量、種植的難易度及作物的維護需求（如氣候、水源及土壤條件等），而上述的產率係指農場單位面積生質物的產出噸數。

從澱粉或纖維素到葡萄糖到乙醇



生質柴油的主要材料來源

植物油或廚餘廢油經水解出脂肪酸，再與醇類酯化而成。



利用藻類生產生質柴油

生長快速

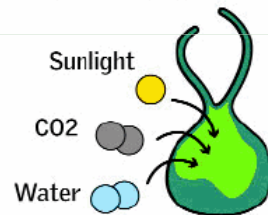
無糧食危機衝突

Biodiesel from algae

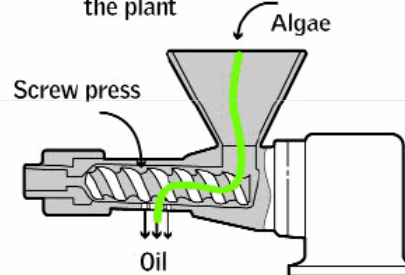
High oil prices and advances in biotech over the past decade have refueled the algae biofuel race.

The process

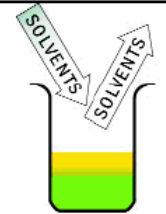
1 After initial growth, algae is deprived of nutrients to produce a greater oil yield



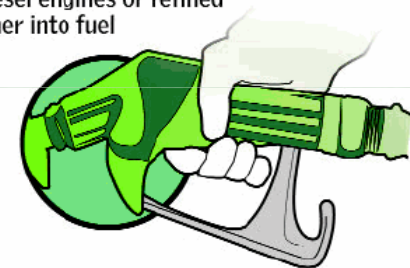
2 Extraction of oil
A press produces 70-75% of the oils from the plant



3 Solvents used to separate sugar from oil; solvents then evaporate



4 Oil is ready
Can be used as oil directly in diesel engines or refined further into fuel



Yield of various plant oils

(Gallons per hectare)

Soy	118
Safflower	206
Sunflower	251
Castor	373
Coconut	605
Palm	1,572
Algae	26,417



About algae

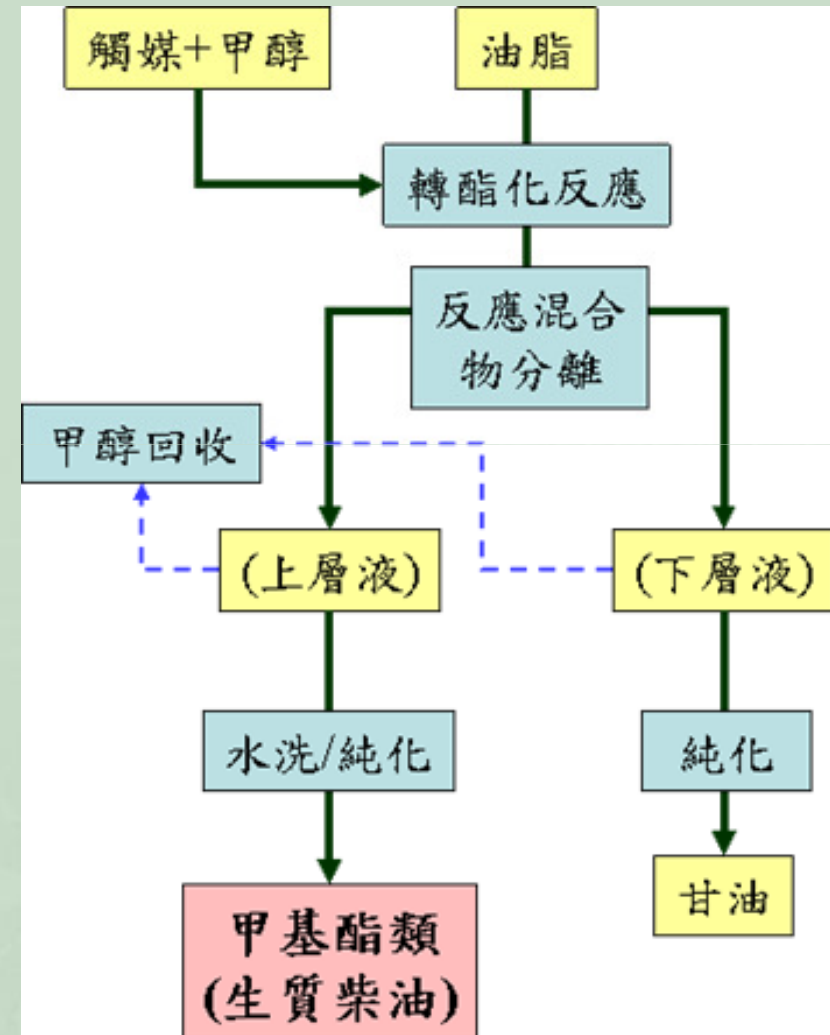
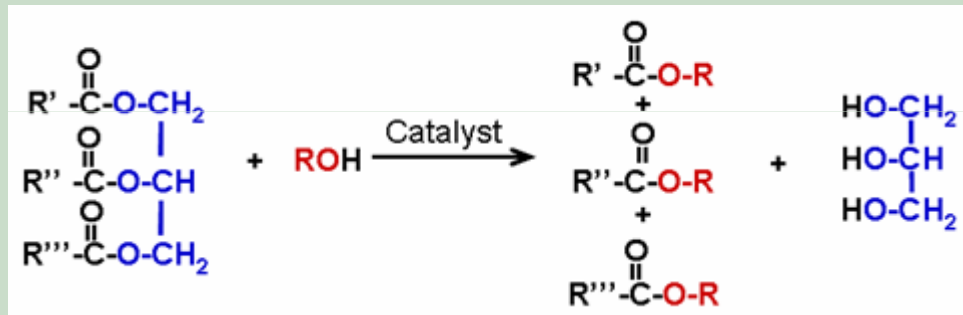
- Among the fastest growing plants; about 50% of their weight is oil
- Contains no sulfur; non toxic; highly biodegradable
- Algae fuel is also known as algal fuel or oilgae

26,417

Source: oilgae.com, MCT Photo Service
Graphic: Scott Bell

© 2008 MCT

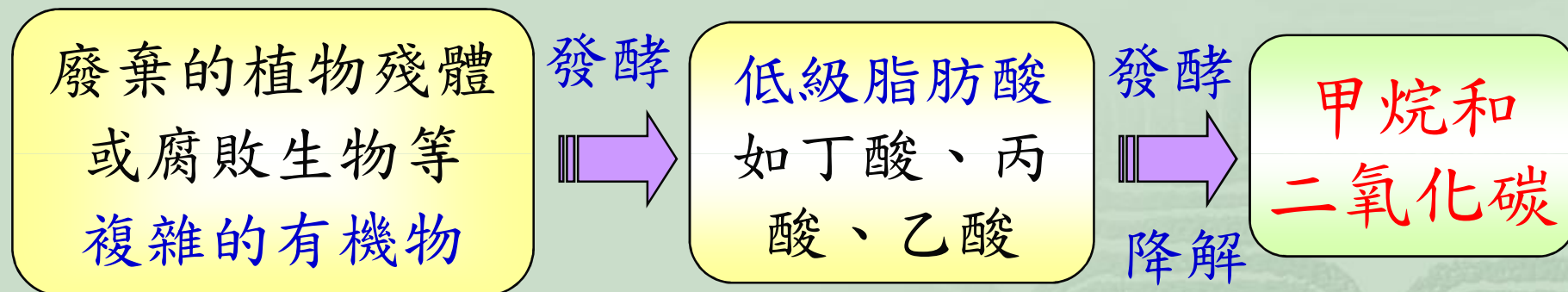
生質柴油的處理程序



台灣已自民國99年7月起 全面供應B2柴油

為降低二氧化碳排放量，經濟部表示，今年七月起將提高生質柴油添加比率至百分之二（B2），預估未來每年生質柴油使用量將從現行四萬公秉增至十萬公秉，柴油零售價格不會受影響。民國九十七年七月起全面車用柴油中添加百分之一的生質柴油（B1），成為亞洲第一個全面使用生質柴油國家後，能源局規畫自今年七月起，提高生質柴油添加比率至百分之二。

化腐朽為神奇-生質沼氣



沼氣的形成與來源

沼氣的形成：廢棄的植物殘體或腐敗生物，經長期堆放後，內部會因與空氣隔絕而產生缺氧狀態。此時內部物體經被微生物分解後，而形成沼氣。

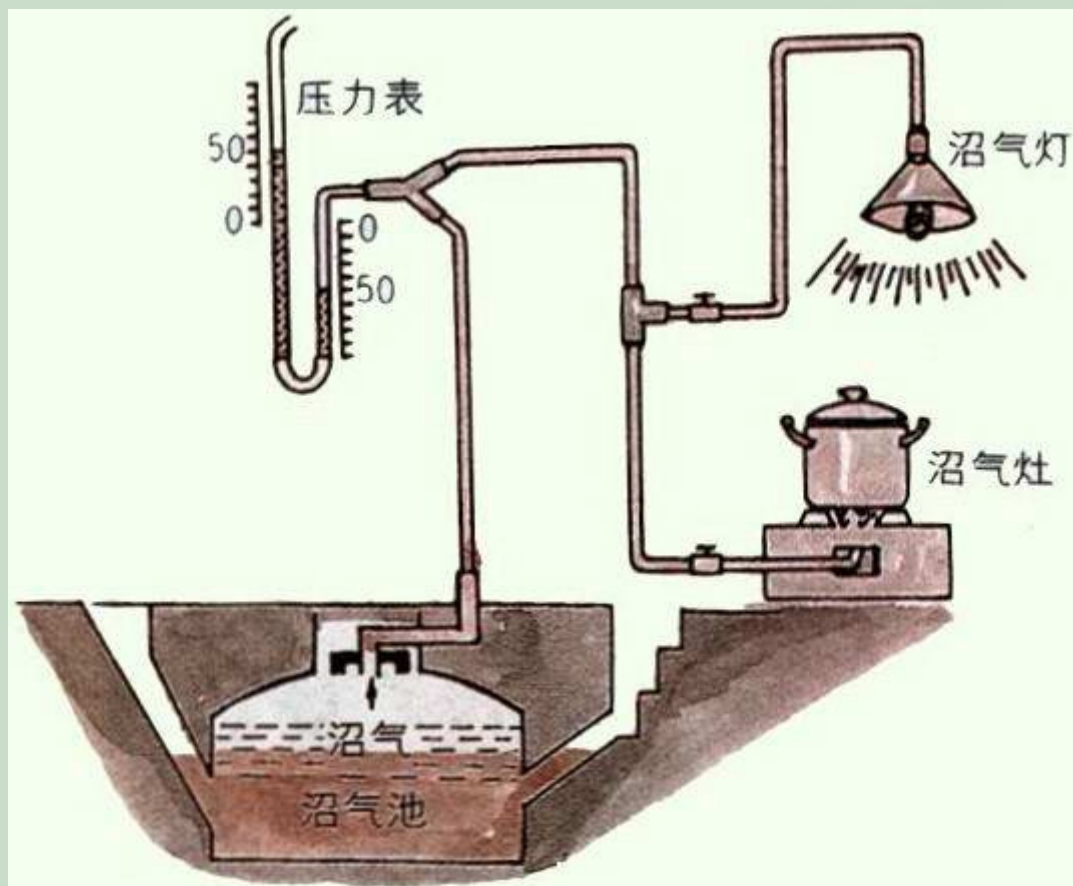
沼氣可由天然形成及人為分解方式產生。

目前大量供給的沼氣依來源大略有下列五項。

1. 農業廢棄物(agricultural waste)
2. 動物排泄物(livestock excreta)
3. 城鎮垃圾(urban garbage)
4. 都市污水(urban sewage)
5. 工業廢水(industrial effluents)

甲烷的主要材料來源

有機廢棄物利用掩埋，使微生物進行無氧代謝產生甲烷(沼氣)。



垃圾掩埋

垃圾掩埋是都市廢棄物處理中極重要一環，而垃圾掩埋場除了會產生臭味、爆炸及揮發性有機化合物的排放問題外，也會製造出沼氣，而沼氣的主要氣體是甲烷。以台灣而言，甲烷最重要的排放源即為垃圾掩埋場。甲烷是溫室氣體之一，而其造成的溫室效應約為二氧化碳的24.5倍。目前台灣地區衛生掩埋及堆置等垃圾處理場約有300處左右，這些地方若不加規劃，任其產生出的甲烷、惡臭飄散在空氣中，對於環境無疑是一大傷害。相反地，倘若能自垃圾掩埋場回收沼氣之甲烷，並將其資源化應用於發電，此舉不但能減少溫室氣體的排放，更能為缺乏自產能源之台灣創造出具經濟價值的綠色能源，因此沼氣發電堪稱為一舉數得的再生能源。

沼氣發電

一般來說，沼氣的產量在掩埋場關閉後的5年達到最高峰，而發電時間約可持續15至40年之久，但台灣因為含水量加上空氣溼度較高等因素，所以沼氣的生成也較國外掩埋場早。

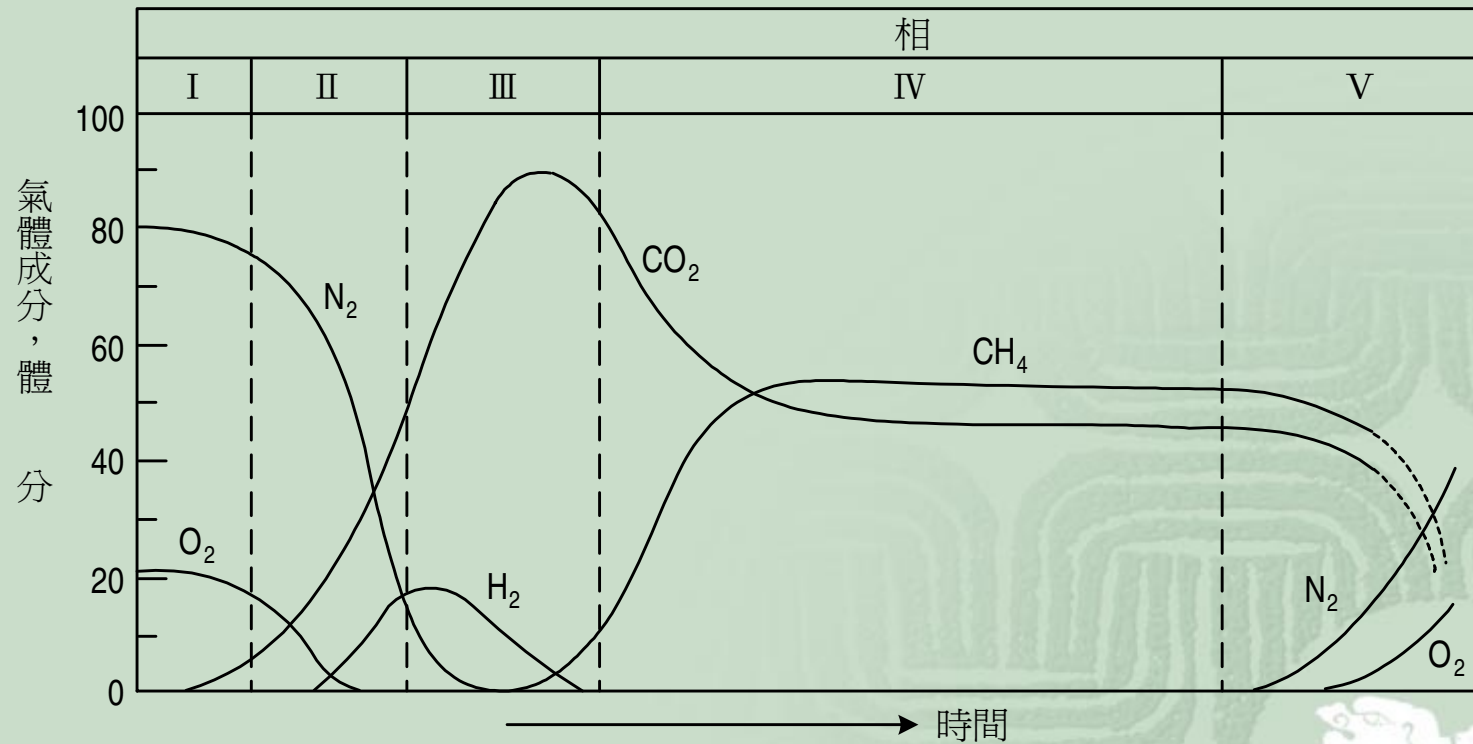
台灣沼氣發電廠有台北市山豬窟及福德坑垃圾掩埋場、高雄市之西青埔及台中市文山等四座掩埋場，皆已設置沼氣發電廠。垃圾所產生的沼氣經過氣化處理後，再進行發電截至2001年9月底止，累計處理的沼氣量為7,770萬立方公尺，累計產生的綠色能源電力已高達11,884萬度。



高雄都會公園沼氣發電場



沼氣的產生過程



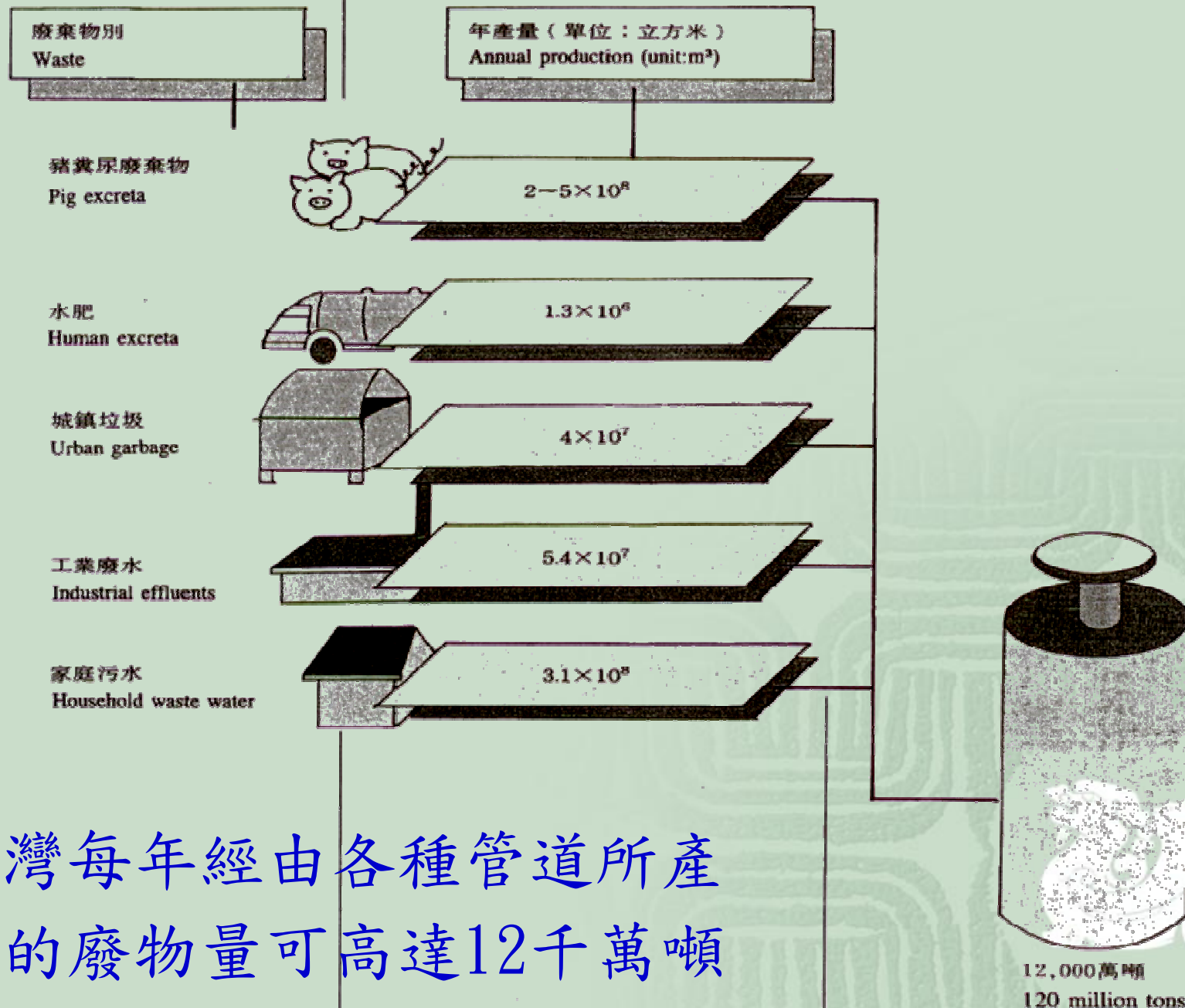
I：最初調整期、II 過渡期、III 酸化期、
IV 甲烷醱酵期、V 成熟期



生質沼氣之市場潛力

- 依經濟部能源委員會「能源發展技術—生質能源發展方向」的統計報告，國內每年產生的廢棄物達12000萬噸以上。
- 環保意識逐漸當道，大宗廢棄物處理已受到相當程度注重，若在處理廢棄物亦可同時生產價值能源，將會是國家可行方針。





台灣每年經由各種管道所產生的廢物量可高達12千萬噸

沼氣發電的經濟效益

—台灣國內之情形

(資料來源經濟部能源研究基金會)

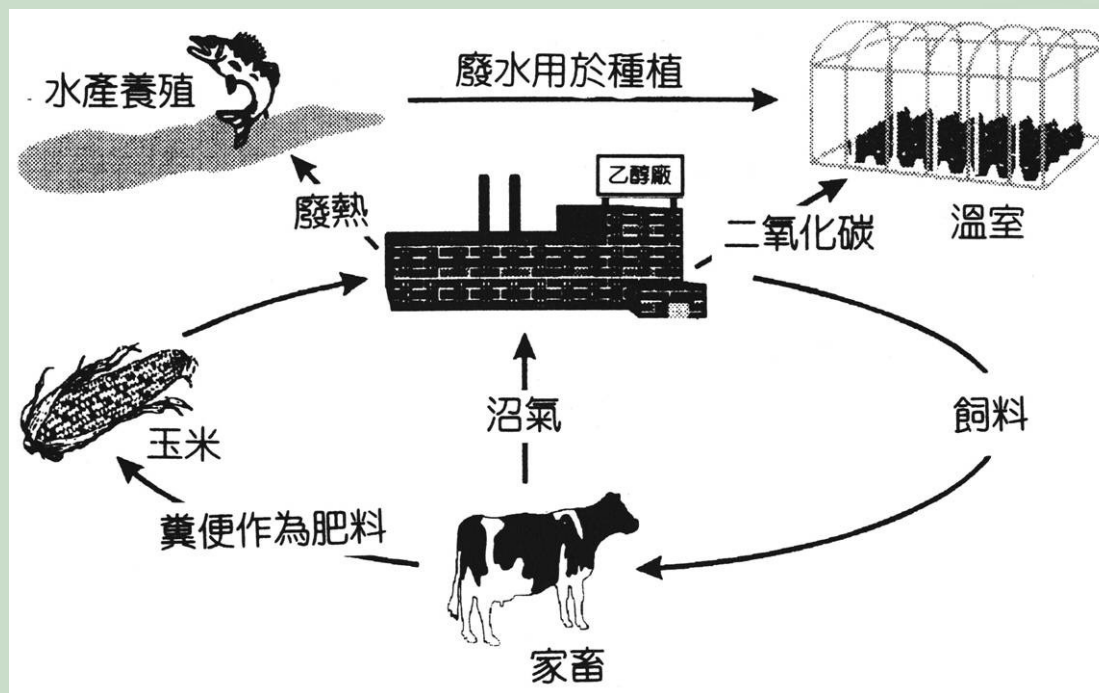
沼氣利用	評估規模	成本	回收年限
沼氣作為發電使用	飼養豬隻1000頭	0.9元/度	4.12年
沼氣純化利用	飼養豬隻4000頭	2.24元/立方米	2.2年

生質沼氣之應用

1. 直接燃燒：作為家庭爐具、照明及工廠鍋爐燃料。
2. 電力生產：經由引擎，帶動發電機發電。
3. 純化利用：經純化後直接輸入各管線，成為與瓦斯相似之高熱燃料。
4. 化學原料：作成為甲醇、化學肥料等。



能源牧場-能源之極致利用



課後心語

優點：

技術成熟，具有商業化運轉能力。

經濟效益較高，使用廢棄物的生質能，更兼具處理廢棄物與回收能源的雙重效益。

生質能可利用傳統能源供應架構，例如生質柴油可與市售柴油混合使用，氣化系統可與汽電共生或複循環發電系統結合。

缺點：

排擠糧食來源，衍生飢荒危機。

相較於化石燃料，現階段生產成本仍偏高。

