

生質能源非製程技術的議題 - 以甘蔗料源為例

王國禧

台灣糖業公司研究所

2012年10月4日

能源國家型科技計畫中生質能源計畫主軸

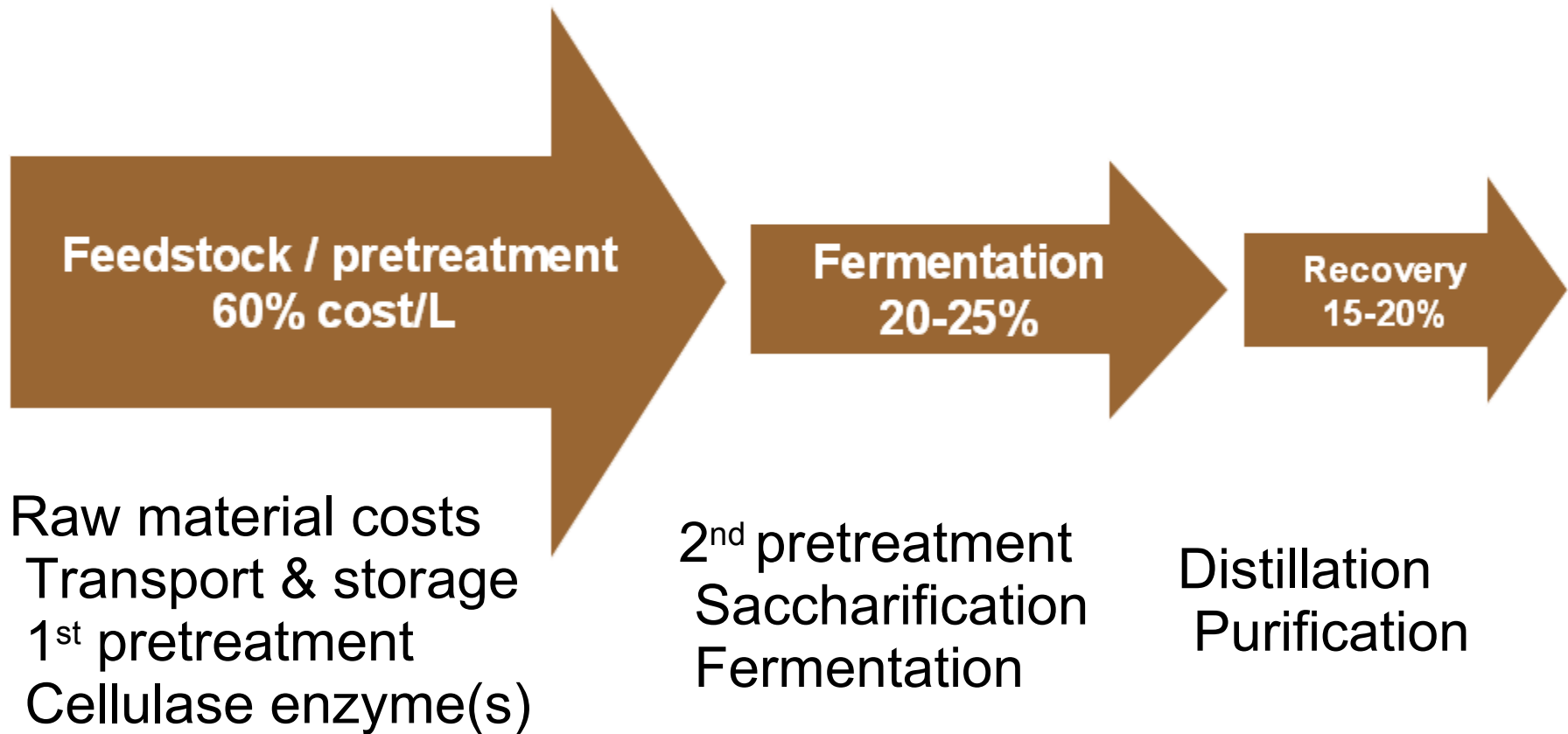
- 纖維質酒精
- 以藻類、油料作物產製生質柴油
- 生質產氫、甲烷
- 生質熱裂解

纖維質酒精計畫內涵

- 國內料源盤點
- 纖維質料源集運模式
- 料源前處理技術
- 纖維分解酵素生產與纖維質水解
- SHF, SSF, SSCF 製程優化
- 五碳糖酒精發酵
- 廢棄物、廢水處理



Production Costs – Lignocellulosic Ethanol



持續及穩定之全年低價料源供應體系是 發展生質能源產業成敗關鍵



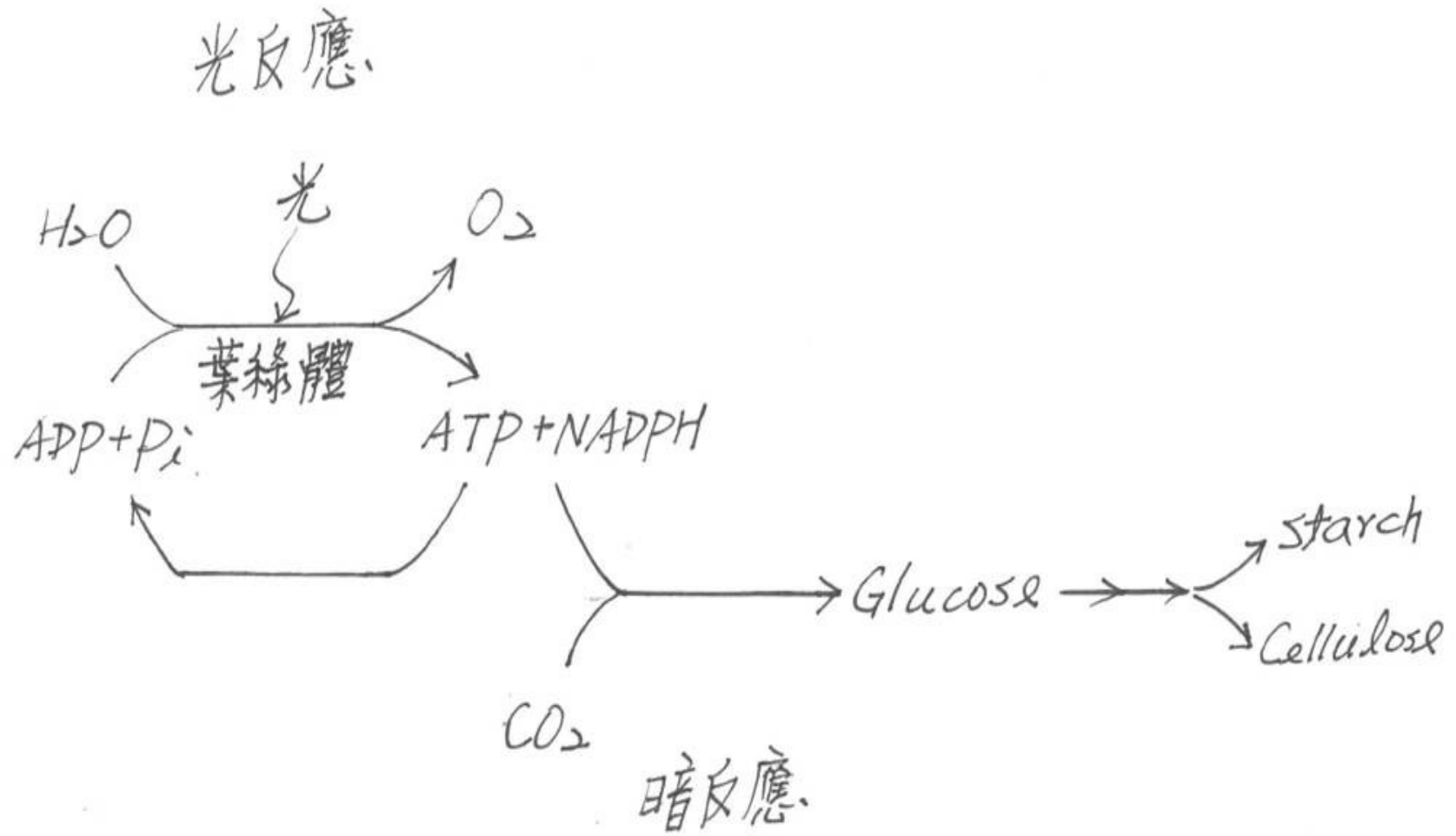
料源的集運是不可忽視成本與社會議題 圖片引用自台糖公司

與糧爭地、與人爭食

經濟作物需要大面積的土地種植

作物一定要有水、有肥

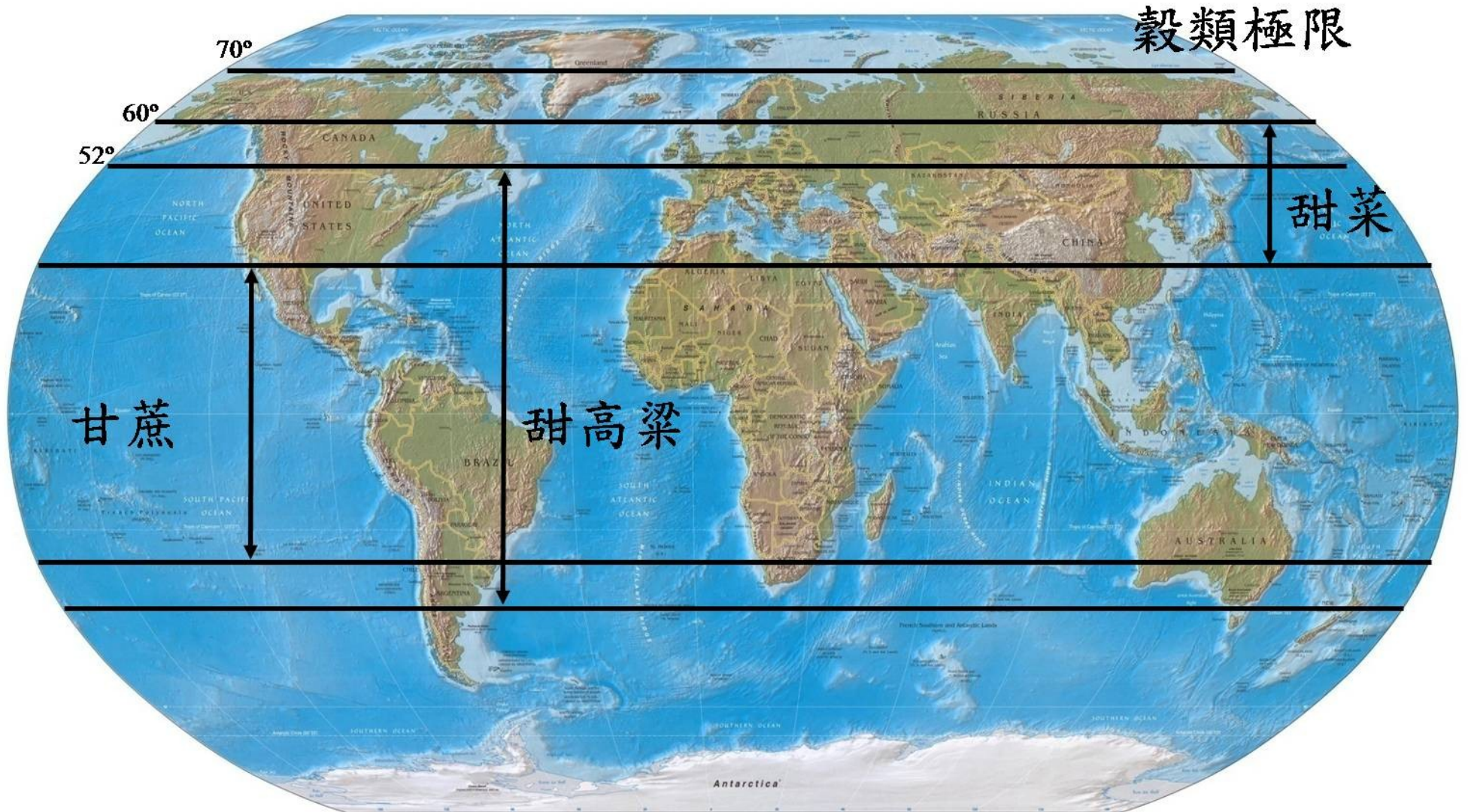
C3, C4 作物與光合作用效率



作物的天時、地利與人和

- 天時
 - 氣候（順應天時）
- 地利
 - 適地適作（緯度、土壤質地、肥力與水）
- 人和
 - 品種、水（灌溉）、肥料、耕作、病蟲草害防治

適合甘蔗與甜高粱生長區



氣候影響作物性狀與產量



圖片引用自台糖公司及網路

巨皇草與台灣種植甘蔗

巨皇草 (商業週刊, 2012)



1930年代爪哇 POJ 大莖種甘蔗

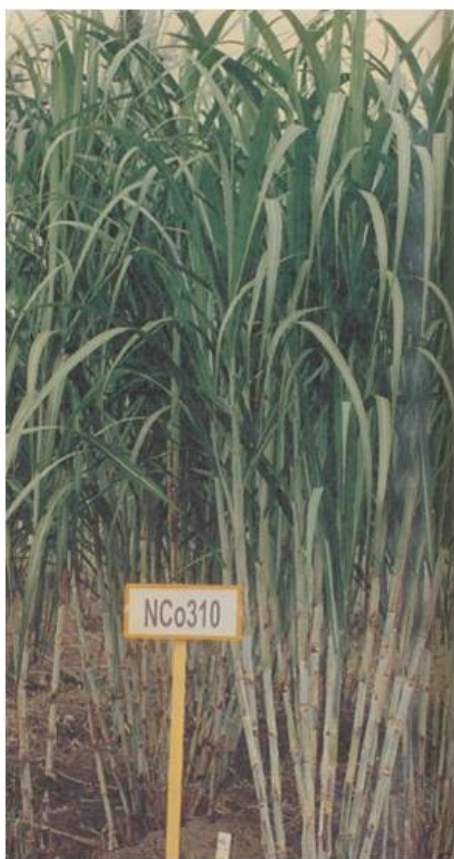


產量約 300 ton/ 甲

圖片引用自台糖公司及商業周刊

台灣的甘蔗品種 從 N:Co310 ~ ROC 27

N:Co310



▲因台糖公司引進N:Co310甘蔗新品種不但產糖率很高，且抗風、抗旱、抗病力均極強，非常適合於當時台灣栽種。中華農學會為紀念此一新品種的引進及育成，特在育成地雲林縣虎尾糖廠同心公園樹立蔗種紀念碑。

ROC 1 ~ ROC 27



▲於1979年培育成功的ROC 1號甘蔗新品種。



▲於2001年培育成功的ROC 27號甘蔗新品種，為台糖公司最後培育完成的ROC 甘蔗品種。

作物都需要管理



▲蔗園整地。



▲閘門塑膠軟管灌溉。



▲酒精廢膠施用於蔗田。



▲蔗園施肥。



▲甘蔗螟蟲（害蟲）之天敵赤眼卵寄生蜂。



▲甘蔗螟蟲害防治，釋放寄生蜂卵片釘在蔗葉上。

黃小玉售價節節高漲
台灣糧食自給率 ~ 30 %

台灣農地卻休耕

問題核心？

能源作物轉化為生質酒精係數

作物	能源產出 / 投入 比例	溫室氣體排放 減量 (%)	生產成本 (NTD/ 公升)
sugarcane 甘蔗	2.4-10.2	93	9-15
corn 玉米	0.61-2	-30-38	18-24
wheat 小麥	0.97-1.23	19-47	-
sugarbeet 甜菜	1.19-2	35-56	18
sweet sorghum 甜高粱	1.8-3.6	-	-
tapioca 木薯 (巴西)	1.2	-	-
sweet potato 甘藷 (日本)	0.4	-	-
cellulose 纖維素	2-36	-	30

Ref. 吳再益，台綜院「能源作物外部成本與效益」； IEA 2007: Original Data Source: IEA2004; Hill *et al.*, 2006, Pimentel and Patzek 2005; Sheehan *et al.*, 1998; Concawe 2002; GM *et al.*, 2002; 山澤新吾 1982.

台灣與巴西之甘蔗酒精成本差異

因素	台灣	巴西
採收期	4-5 個月	8 個月以上
種植方式 (新植、宿根)	1 新 1 宿	1 新 3 宿
公頃年產量	70-100 噸	~100 噸
每廠原料區 (ha)	3,000	190,000
原料運輸距離 (km)	平均 40	最長 25
人均月收入 (美元 / 月)	1,330	250
生產單位酒精用人數	較多	較少

台灣酒精生產歷程

- 1915 年 台灣生產 9,400 公秉酒精
- 1936 年 開發以蔗汁及甘薯生產無水酒精
- 1943 年 台灣生產 75,800 公秉酒精
- 台灣光復後，各製糖工廠仍以糖蜜生產酒精，提供公賣局專賣
- 2003 年因應成本高漲與環保意識，台糖規模最大酒精工場 (20,000 KI/yr) 新營副產廠發酵酒精業務停閉
- 2007 年因應政府 E3 政策，擬將南靖廠改為年產 12 萬公秉無水酒精工廠

日治時代台灣甘蔗原料區與糖廠

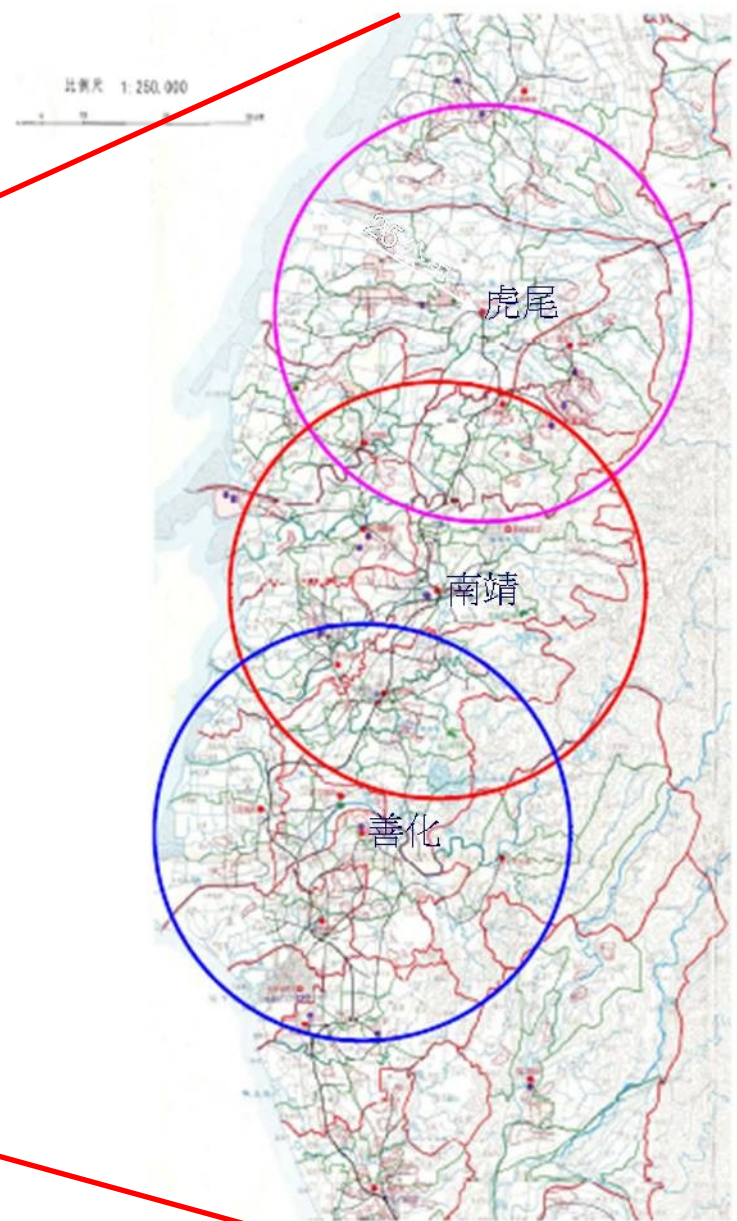
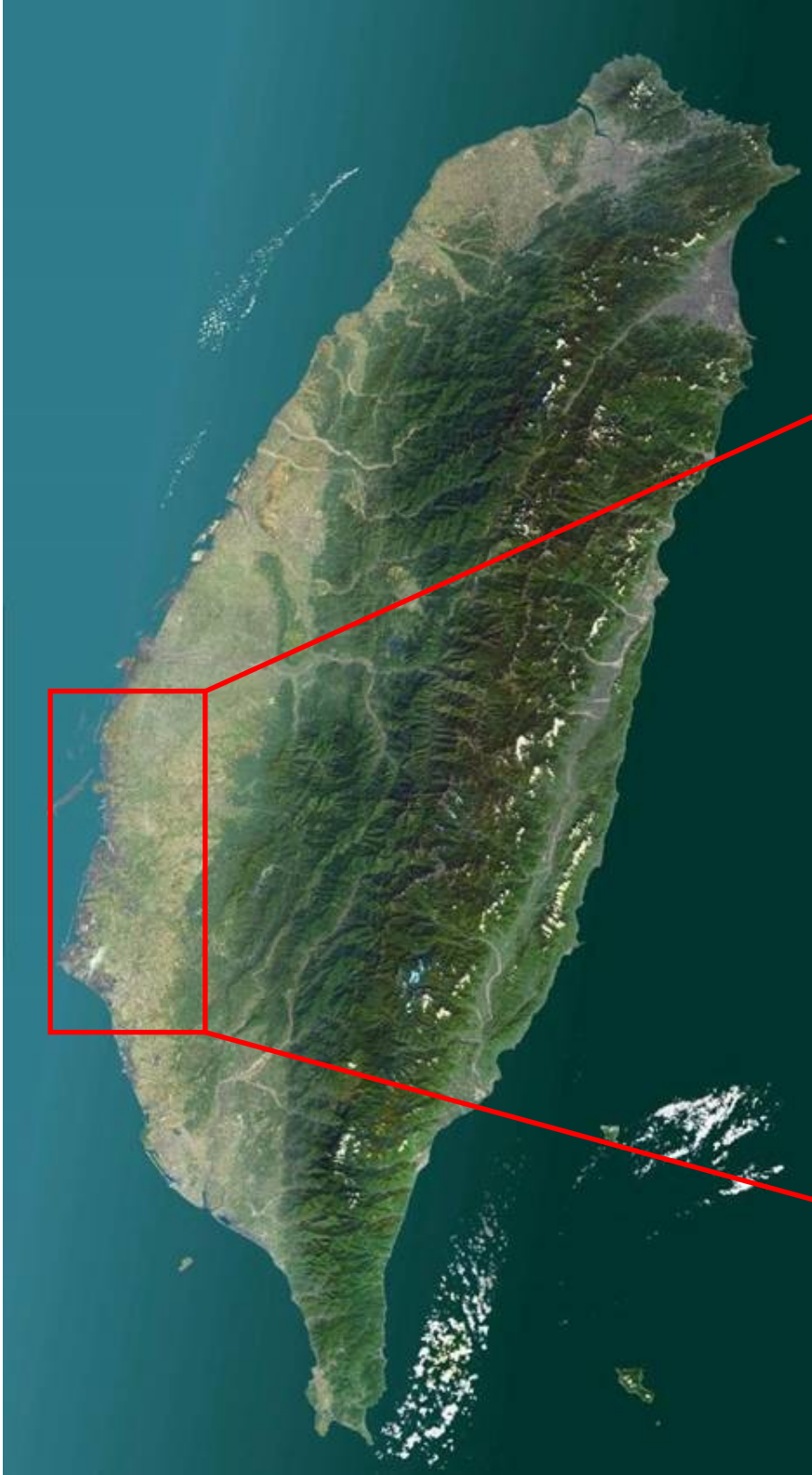


圖片引用自台糖公司

台糖公司現存糖廠與原料區

	約耕 (ha)	自耕 (ha)	合計 (ha)
虎尾糖廠	744	2,931	3,675
南靖糖廠	673	2,760	3,433
善化糖廠	873	2,413	3,286
合計	2,290	8,104	10,394

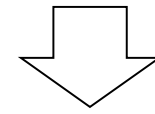
2006 年



圖片引用自台糖公司

台糖思考以既有糖廠轉作酒精廠的生產模式

甘蔗或甜高粱



現有糖廠
(虎尾或善化)

65Brix
濃縮糖漿



可生產 EtOH
200 公秉 / 日

生質乙醇工廠 - 南靖

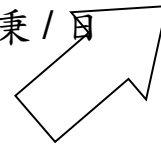
設計產能：

1. 壓榨、清淨、濃縮：

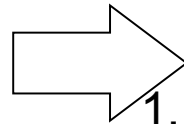
甘蔗 3,000 公噸 / 日 (200 公秉 / 日)

2. 發酵、蒸餾、脫水：400 公秉 / 日

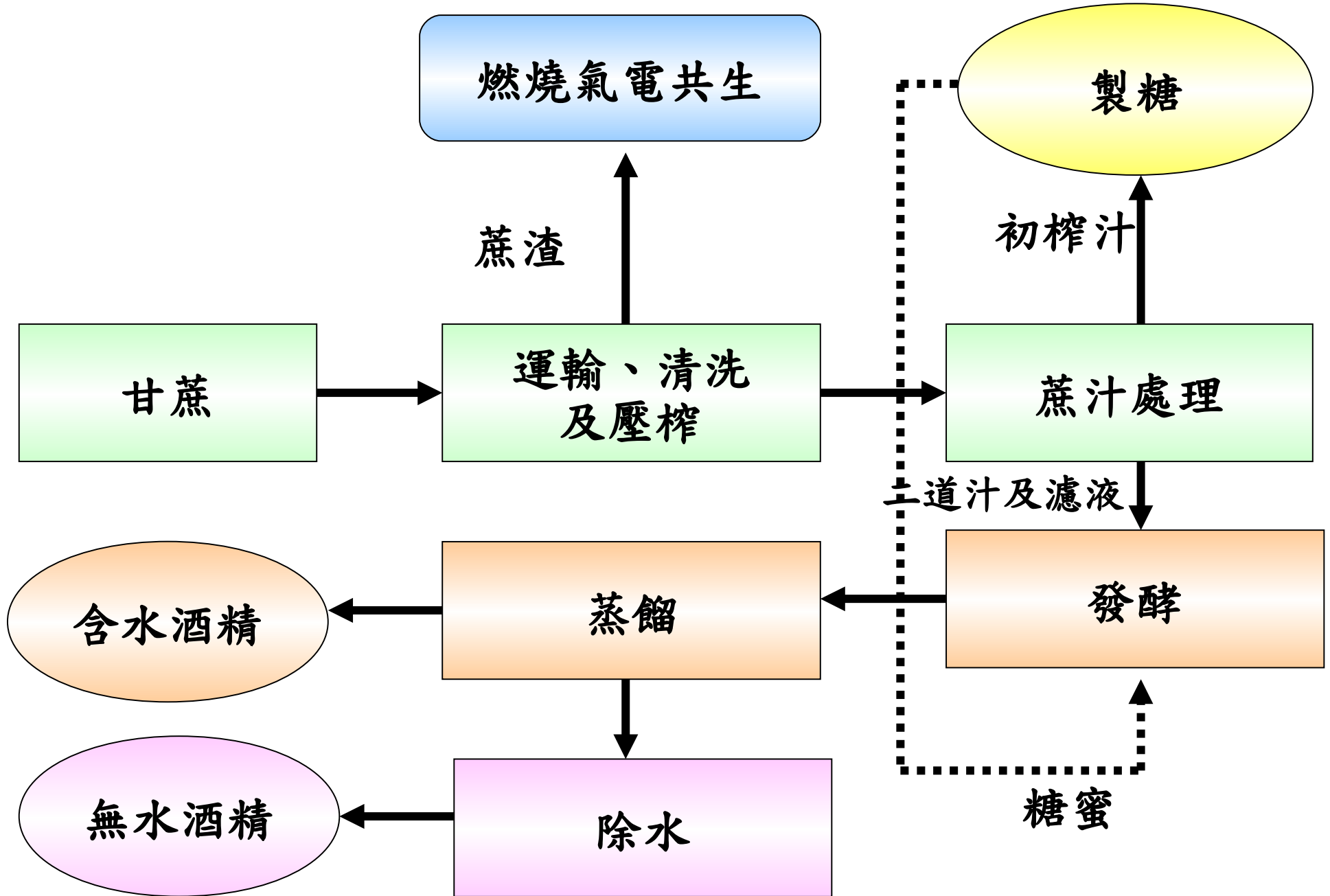
可生產 EtOH
200 公秉 / 日



糖蜜
(非收成期)



巴西以甘蔗同時生產砂糖與酒精製程



能源作物篩選、試種及酒精試製



甘蔗



甜高粱

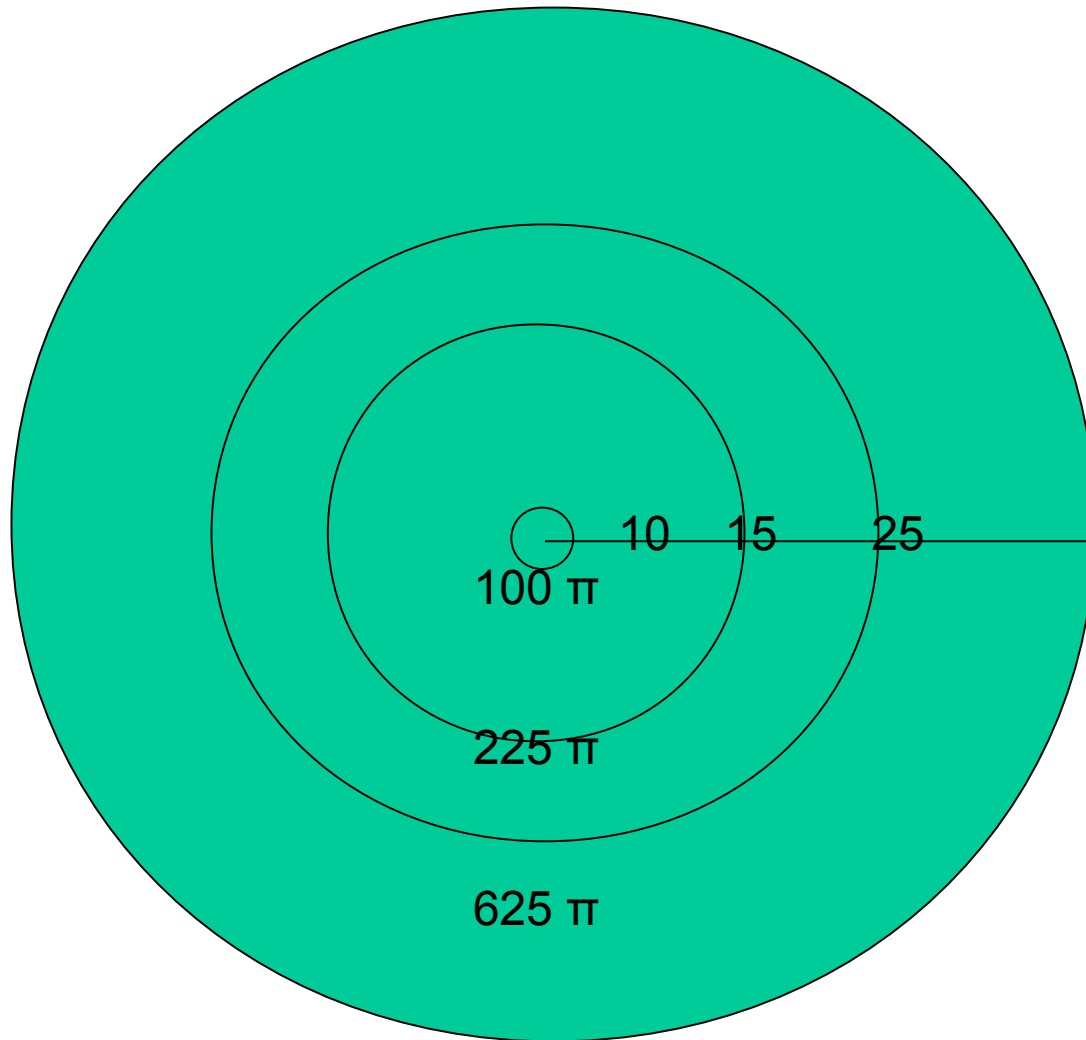


熱帶甜菜

常見生質物之纖維素組成分析

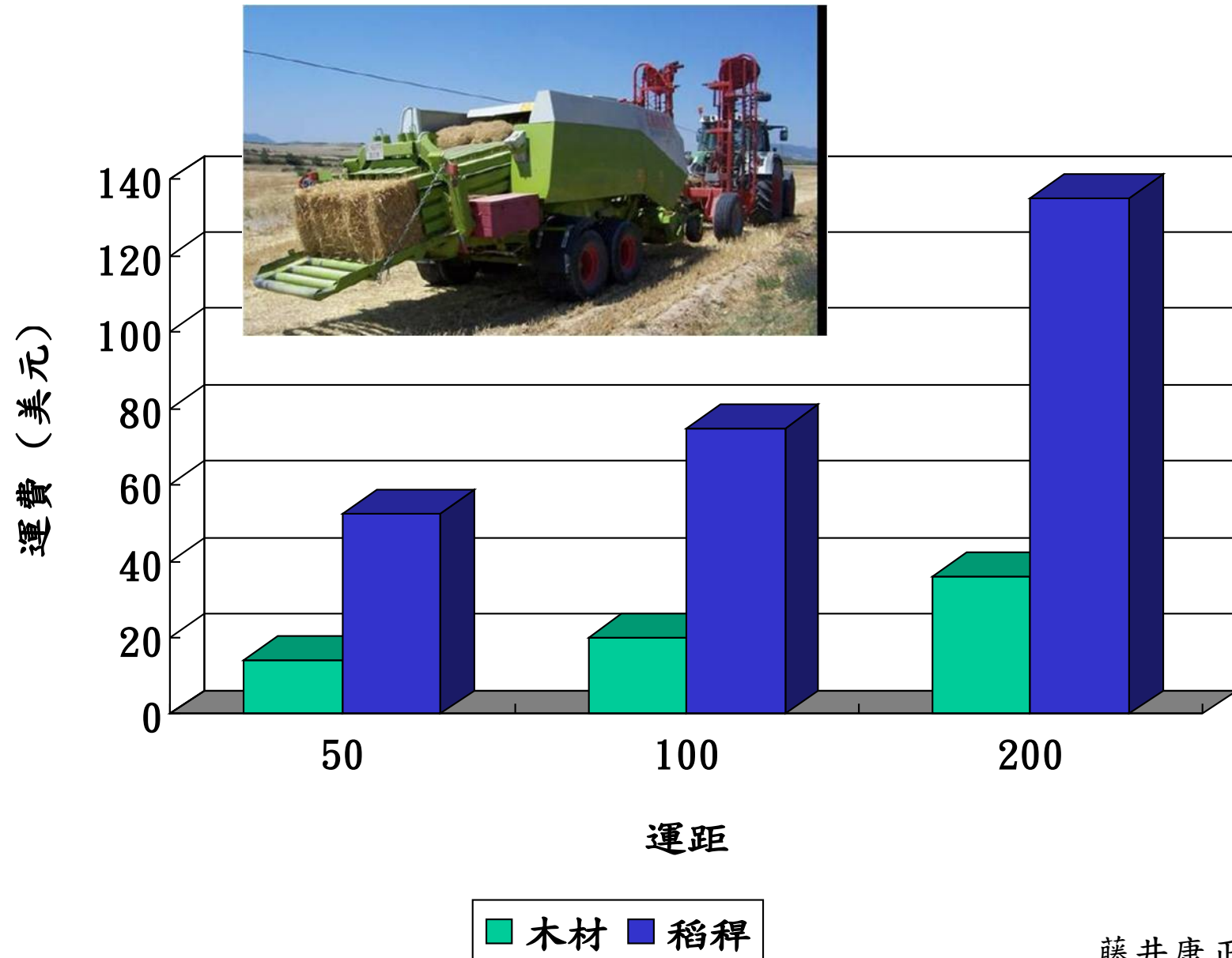
纖維素生質原料	纖維素	半纖維素	木質素
硬木	40-50	24-40	18-25
軟木	45-50	25-35	25-35
白楊樹	49.9	20.4	18.1
柳枝稷	31	24.4	17.6
芒草	34	28	19
玉米穗軸	45	35	15
玉米桿及廢棄物	36.4	22.6	16.6
甘蔗渣	37	29	19
稻桿	34.2	24.5	23.4
小麥桿	38.2	24.7	23.4

經濟規模與原料區面積



- 廠的經濟規模
 - 足夠的原料區
 - 運距與運輸費用
 - 料源貯藏費用
-
- E3—30 萬公秉
 - 150 萬噸稻稈
 - 料源運距？
 - 儲藏？

每立方公尺木材與稻稈運輸費用



甘蔗組成與利用

噸蔗				
原料蔗 804kg			蔗葉 94 kg	稍頭部 102 kg
糖分 12-13 %	蔗渣 12-13 %	水及雜質 74-76 %		

原料蔗 (噸)		
蔗汁 750 kg		蔗渣 (含水) 250 kg
砂糖 120-130 kg	糖蜜 30 kg	
酒精 70 公升	酒精 8 公升	

在台灣以纖維素為原料生產酒精目前存在困境

尚未建立農產廢棄物收集機制

原料儲存場地及安全性

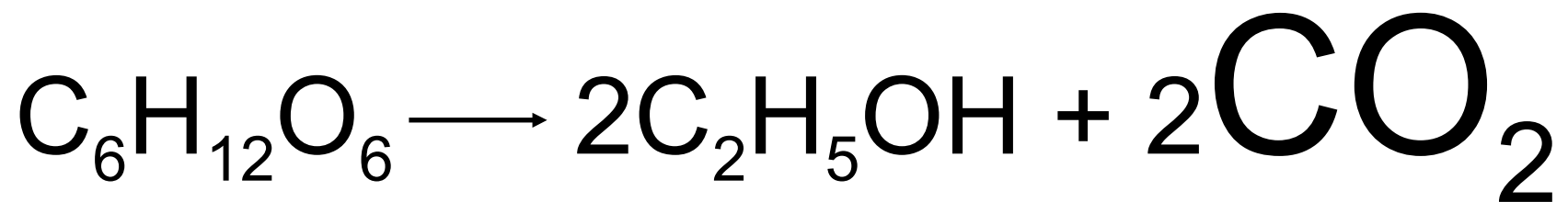
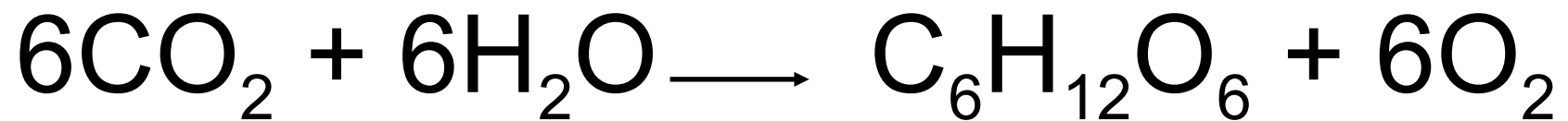
農產廢棄物量少多樣化，影響製程效率

製程產生之廢棄物、廢水處理困難

技術尚待建立



圖片引用自網路



專利對產業之價值

- 可保護研發成果
- 提昇研發能力、促進產品發展技術創新
- 專利可創造利潤，維持競爭優勢
- 權利金收入（搶攻市場）
- 交互授權談判籌碼（防禦）
- 提昇企業形象促進營運發展

專利效力不及於下列各款情事

- 研究、教學或試驗實施其發明，而無營利行為者
 - Invitrogen 公司之 pPICZ 或 pPICZ α 等 promoters 的商業模式是販售售價高昂的抗生素 zeocin 作為 selection marker，但是在學研界成功應用上述 promoter 系統建制的 clone 應用於商業生產時仍需取得 Invitrogen 的授權
- 申請前已在國內使用，或已完成必須之準備著。但在申請前六個月內，於專利申請人處得知其製造方法，並經專利申請人聲明保留其專利權者，不在此限
- 申請前已存在國內之物品
- 僅由國境經過之交通工具或其裝置
- 非專利申請權人所得專利權，以專利權人舉發而撤銷時，其被授權人在舉發前以善意在國內使用或已完成必須之準備者
- 專利權人所製造或經其同意製造之專利物品販賣後，使用或再販賣該物品者。上述製造，販賣不以國內為限

專利布局與迴避設計是產業發展的重要議題

澳洲政府生物能源發展框架

R&D 發展路線圖

可持續性發展

生命週期分析 社會經濟分析 量化效益 環境影響 市場

生物質資源
目前生產基地
未來生產基地
生物質概念

供應物流
基礎設施
原料供應
收穫 / 運輸
預處理

轉化技術
生物精煉
生物催化
熱化學
產副品
循環系統

產品流
識別鑑定新產品
副產品利用
市場測試
安全測試

市場分析
國內
國際

原料生產系統 經濟可行加工系統

產品市場化途徑

政策分析

政策對內部與外在影響 氣候變遷 碳減量與貿易 優先與戰略

外延

教育 交流 推廣 障礙

容量建設

就業機會與人力素質 基礎設施 資金 運用新技術能力

感謝聆聽 敬請指教