

環境科技於循環經濟之應用

張嘉修

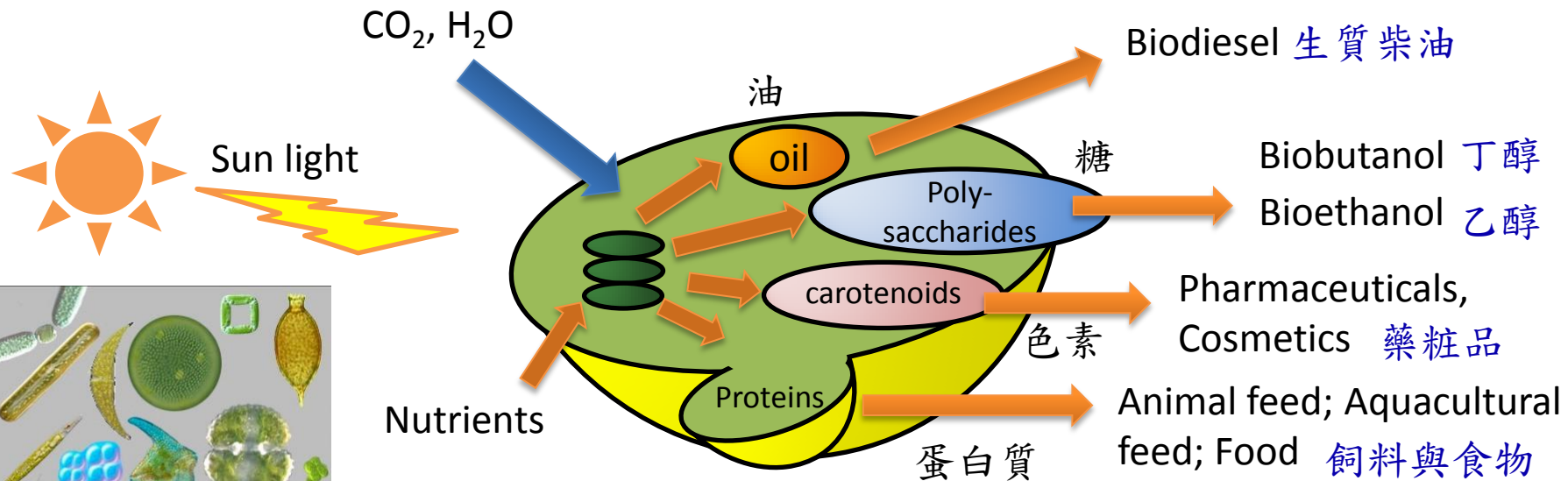
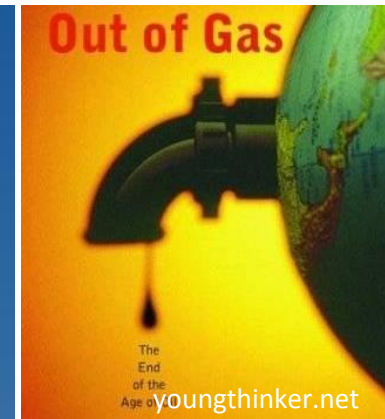
國立成功大學化工系

國立成功大學能源科技與策略研究中心

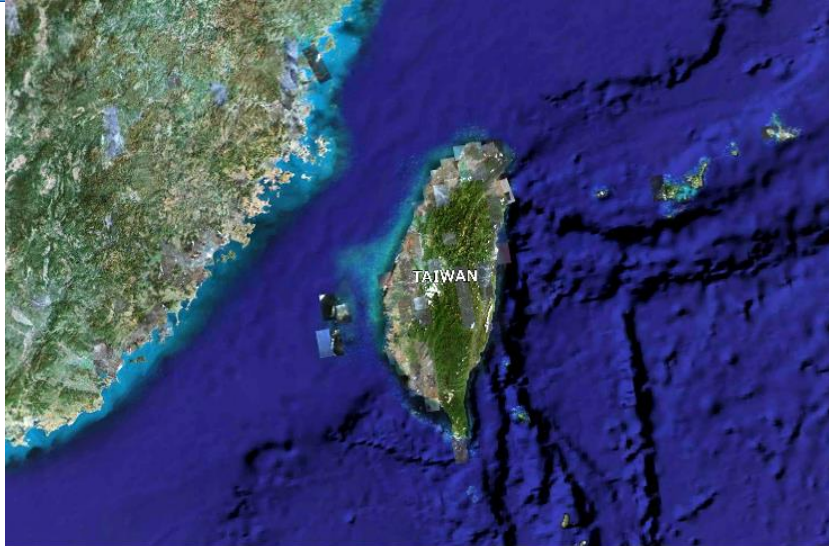
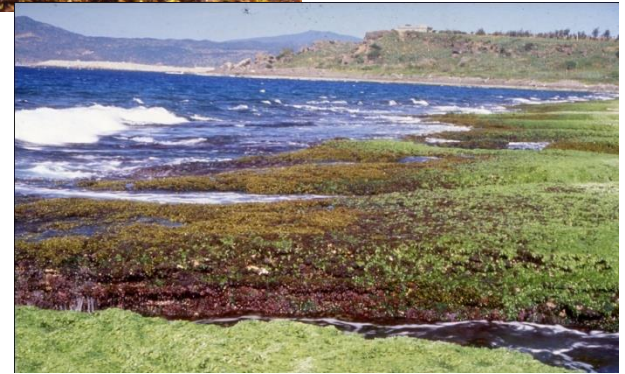
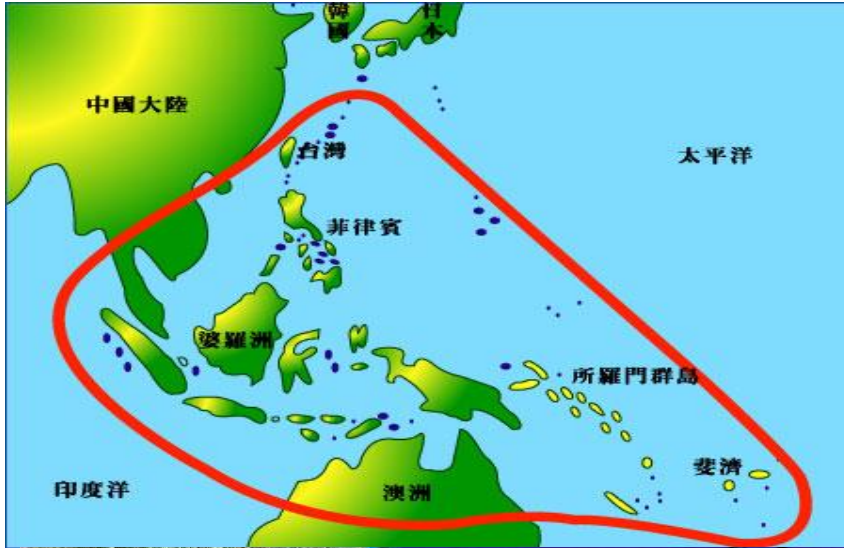
June 26, 2017

微藻 Microalgae (Algae = 藻類, そうるい)

- 藻類可同時解決全球暖化與能源與糧食的問題



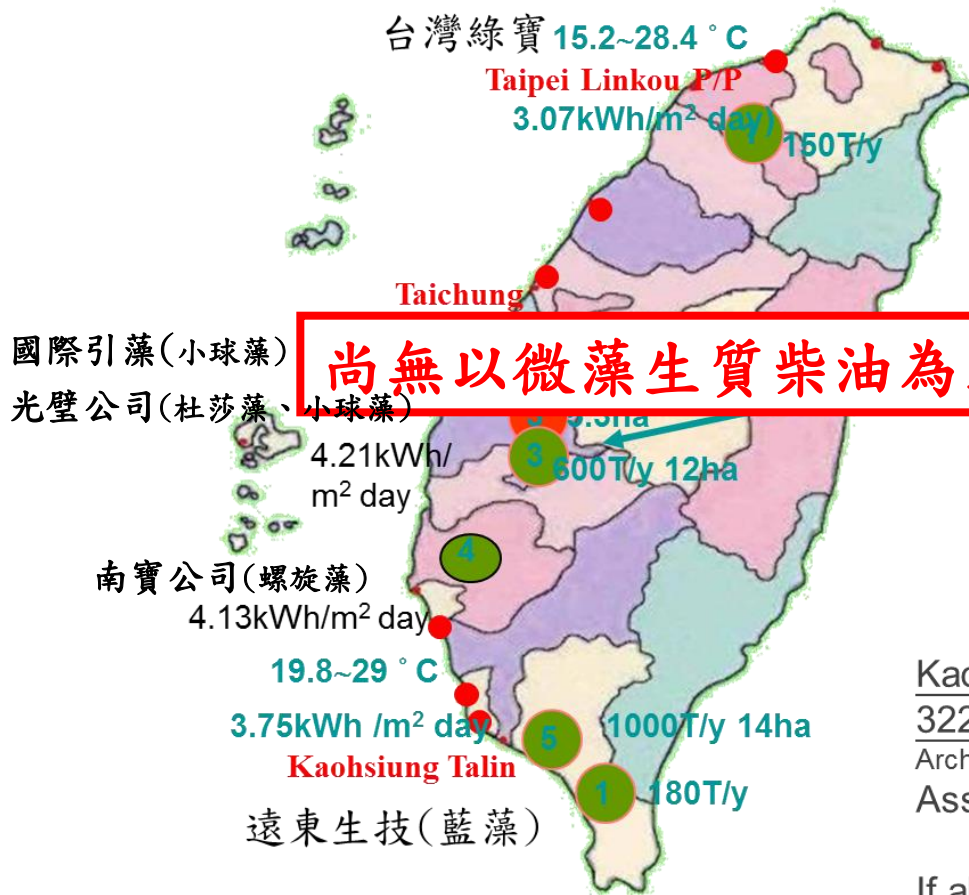
台灣是個培養微藻絕佳的環境



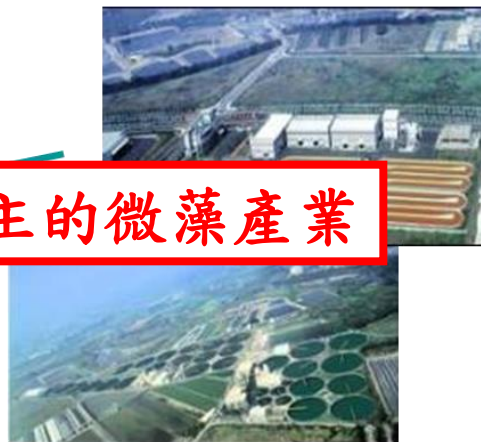
台灣是藻類 (尤其是綠藻)生產的王國



Total capacity : 2,530t/yr dry microalgae (source : google)

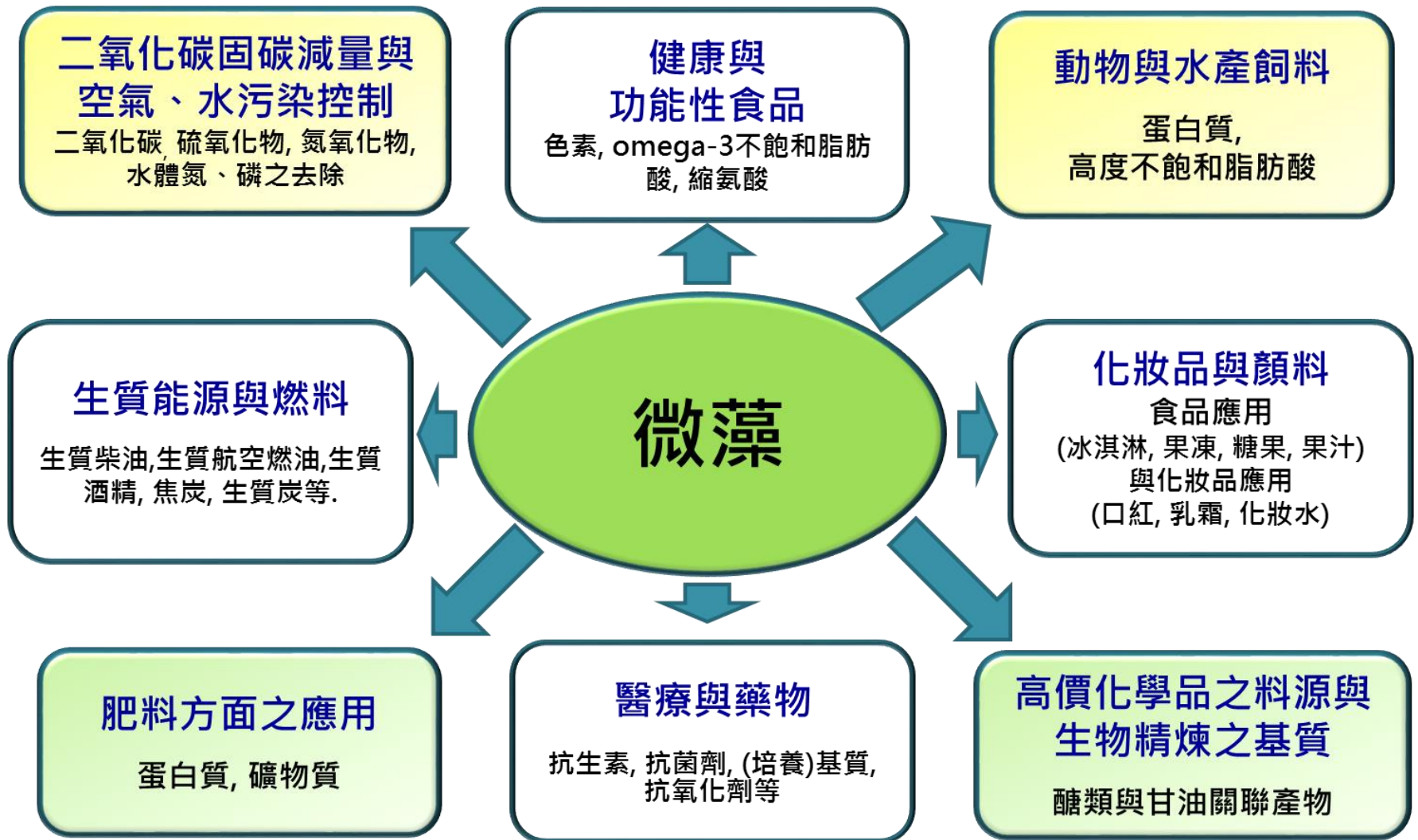


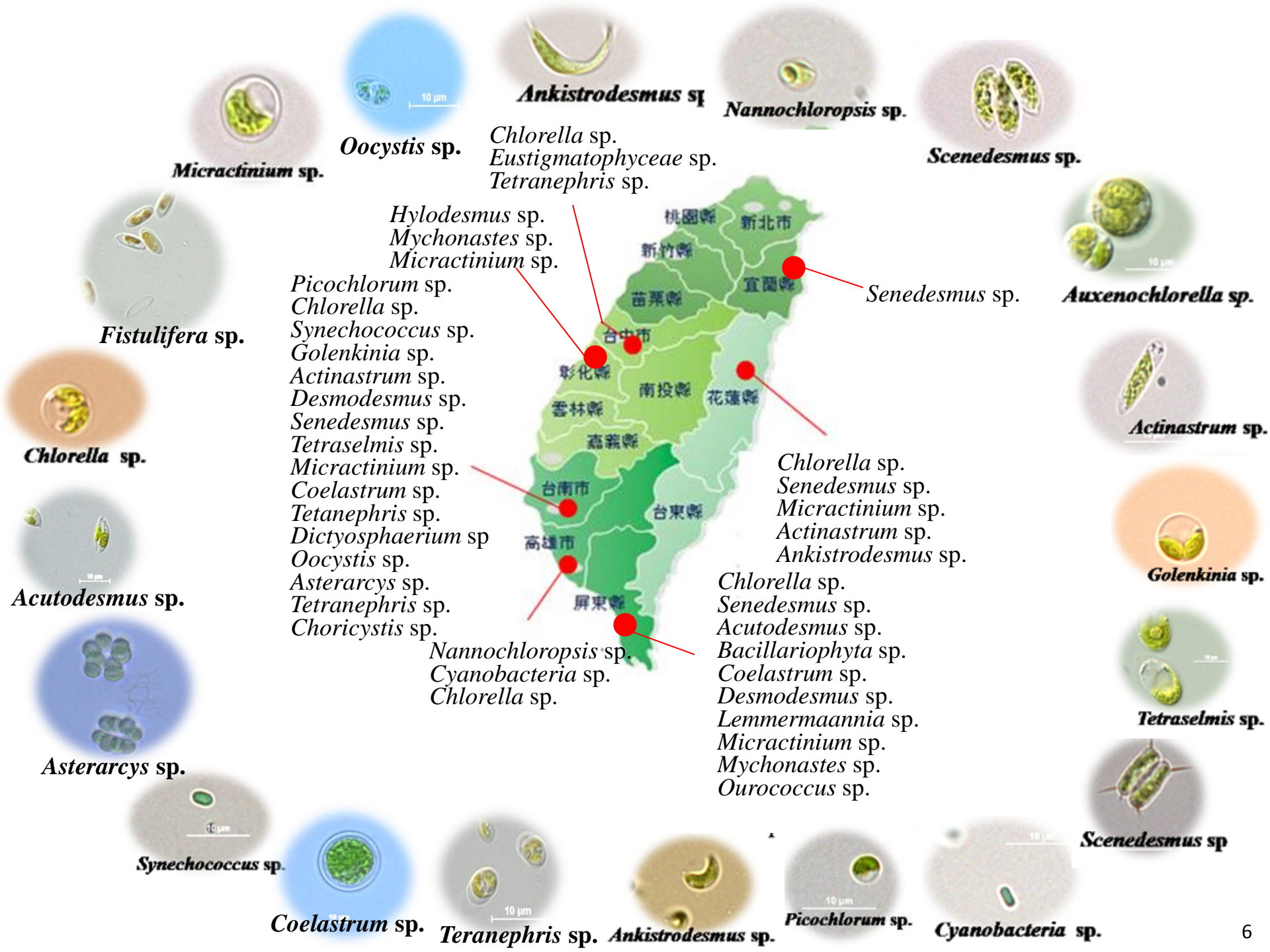
尚無以微藻生質柴油為主的微藻產業



Kaohsiung mean average daily solar radiation:
 3225 kcal/m²/day (source : Ou, W-S. et al., Journal of Architecture, No.64, pp.103~118, Jun. 2008)
 Assume : 3% Photosynthetic Efficiency (PE)
 ≙96.8 kcal/m²/day
 If algal caloric value is ~5 kcal/g,
Expected algal biomass productivity:
19.4 g/m²/day

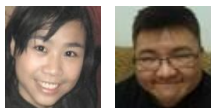
微藻之應用與相關產業



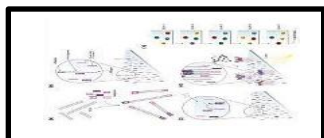


Core Technology 核心技術

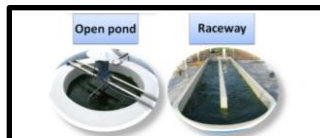
藻類篩選



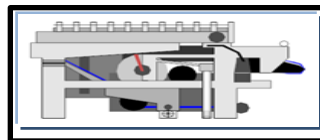
基因工程與突變



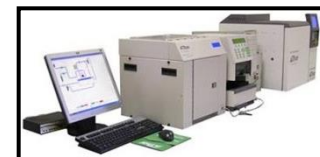
戶外大量養殖



藻體收集

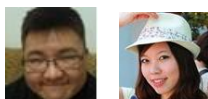


有效成分提取



Applications 應用方向

化妝保養品



工廠廢氣固碳



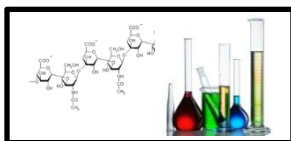
水產養殖飼料



微藻色素



微藻多醣體



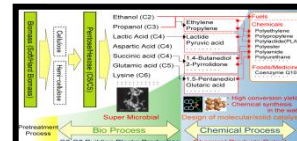
DHA/EPA



生質柴油



生物精煉



丁醇, 乙醇, 多元醇, 乳酸, 琥珀酸等

Taiwan's National Energy Project (NEP)

CO₂ fixation and re-utilization using microalgae
二氧化碳固定與再利用

Funding source: Ministry of Science and Technology (MOST)

Project period: 2010-2018

PI: Prof. JS Chang (NCKU)

Co-PIs: Prof. TM Lee (NSYSU), Prof. TJ Chou (FYU), Prof. C-S Lin (NCTU)

Prof. H-W Yen (THU), Dr. TJ Kou (MIRDC), Prof. HY Wang (NCKU)



微藻固碳及CO₂再利用觀念

公視新聞 video

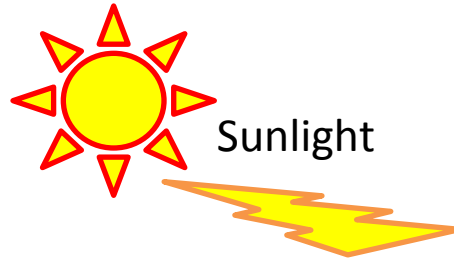


Flue gas

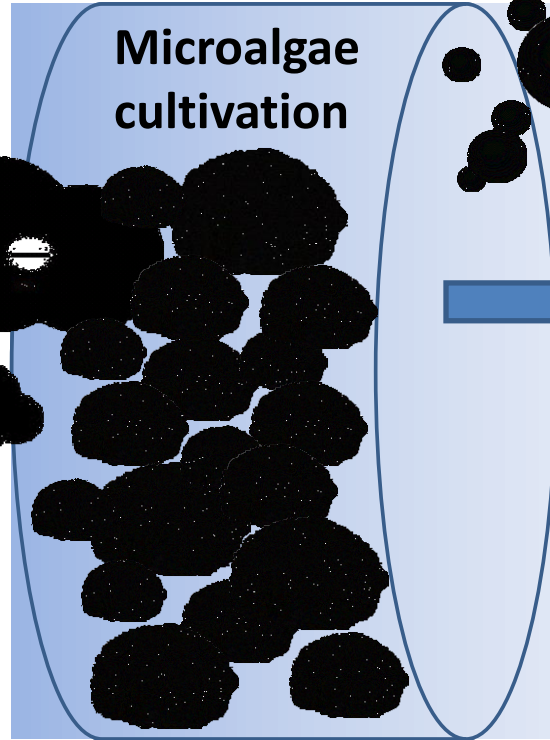
CO₂
NOx
SOx



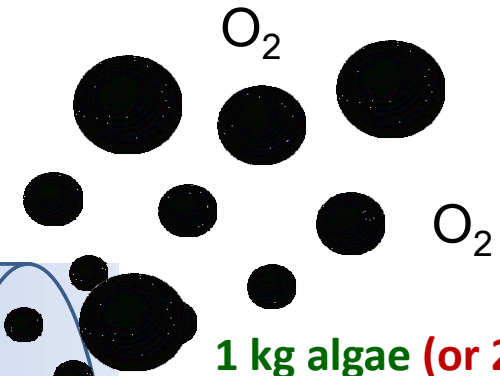
Wastewater



Sunlight



Microalgae cultivation



1 kg algae (or 2 kg CO₂)
= 3-7,000 USD



2 kg CO₂ + 500 L H₂O (recyclable)
+ tiny amount of nutrients
= 1 kg algae



Biodiesel



Succinic acid



Cosmetics



Lutein



Astaxanthin



Feed

以微藻固定二氧化碳 - 相關數據

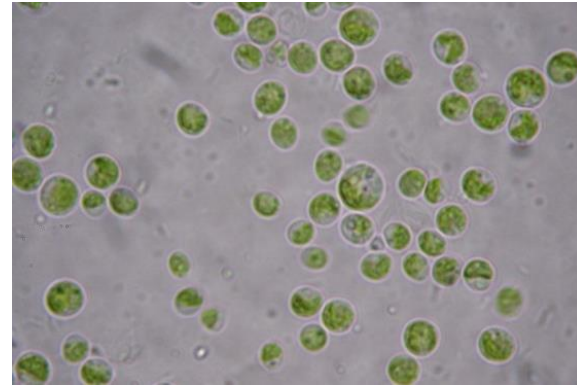
- 微藻固碳速率是陸地植物的20-100倍
- 微藻固碳量如何計算? (碳元素平衡)
- → 產生1 Kg的微藻約吸收1.6-2.0 Kg的CO₂
- 微藻固碳速率大概有多快?
- → 每年每公頃約吸收200-400 噸的CO₂
 - = 100-200 ton algal biomass/ha/yr
 - = 1×10^8 - 2×10^8 NTD/ha/yr
 - (if 1 Kg algal biomass = 1000 NTD)

Biofixation of flue gas CO₂ in China Steel Co. using a marine alga

中鋼公司微藻減碳模廠

Flue gas composition:

CO₂: 23.1%; SO_x: 85 ppm; NO_x: 75 ppm; 230°C



Microalga: *Chlorella* sp. MT-7



China Steel Co., Taiwan



Cultured volume: 40 L/reactor (Total: 6 x 40 = 240 L)

Circulating tray PBR



Developing pilot systems for the capture & re- utilization of flue gas CO₂ in China Steel Co.

Tubular PBR



Plastic bag-type PBR

Ongoing project at CSC:

A 4 ton microalgal CO₂ fixation system
will be complete

Microalgae growth using different flue gases (1)

A. Coke oven



B. Blast furnace



C. Power plant



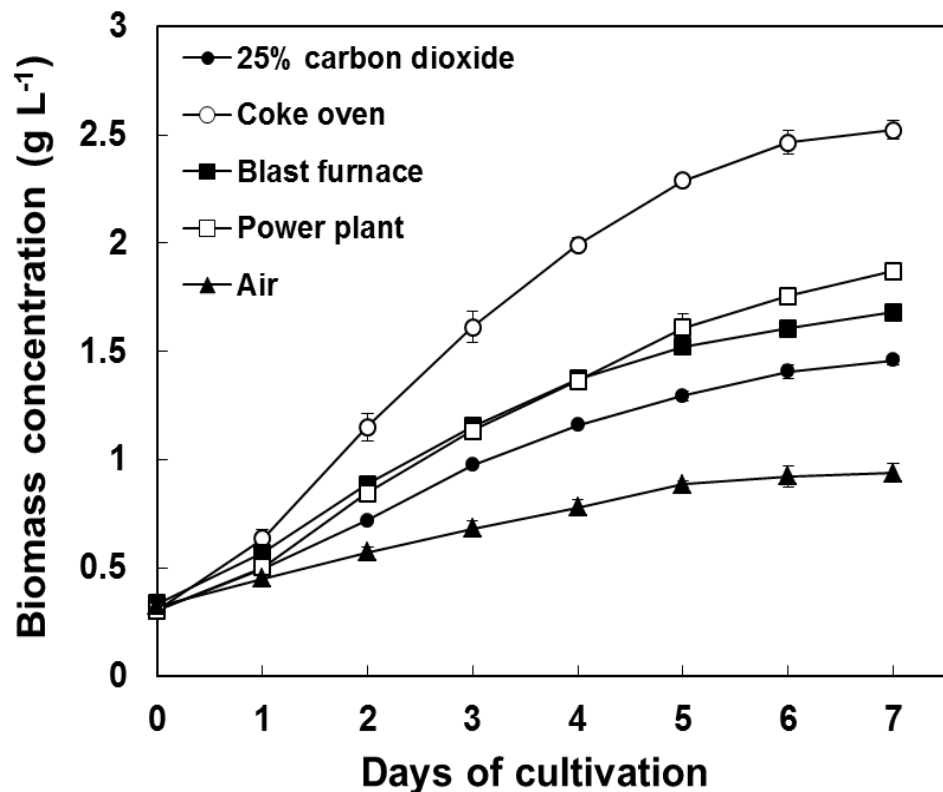
D. Photobioreactor array



Table 1. Major components of different flue gases were collected from the China Steel Corporation in southern Taiwan. Nitrogen oxide (NO_x) is the mixture of nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO_2)

	Coke oven	Blast furnace	Power plant
CO_2 (%)	25 (23-27)	26 (24-28)	24 (22-26)
CO (%)	ND ^b (< 0.1)	ND (< 0.1)	ND (< 0.1)
O_2 (%)	7.0	0.4	3.5
NO_x (ppm) ^a	80	10	30
SO_2 (ppm)	90	20	20
Temp. ($^\circ\text{C}$)	200	130	190
Dust (mg m^{-3})	5.8	4.0	--
Gas flow rate ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	175,000	235,000	350,000

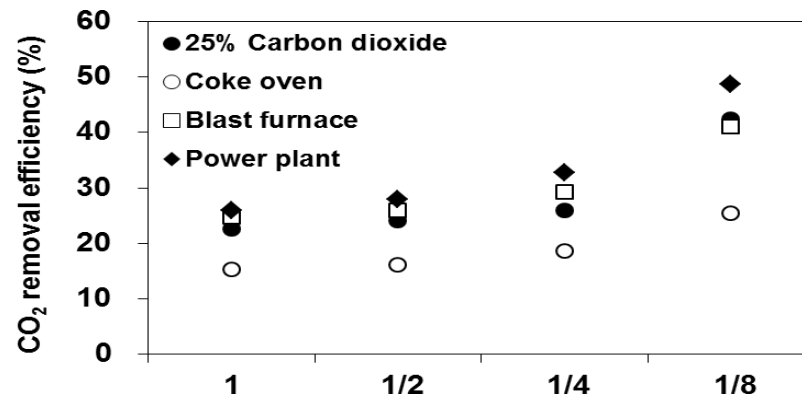
Microalgae growth using different flue gases (2)



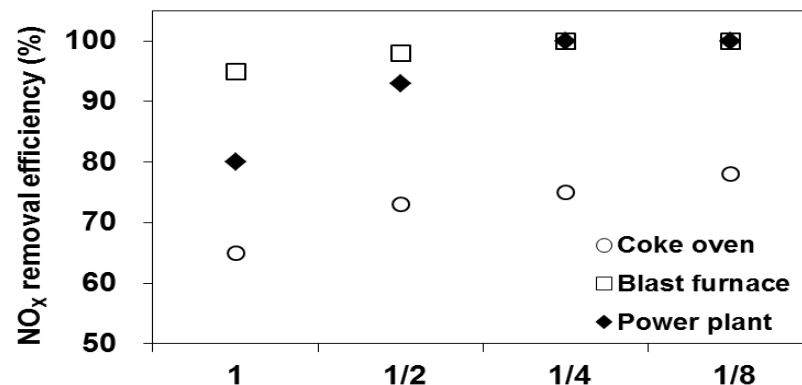
Lipids content = 21.5 - 41.6%

Using coke oven resulted in lower lipid content (due to high NO_x content)

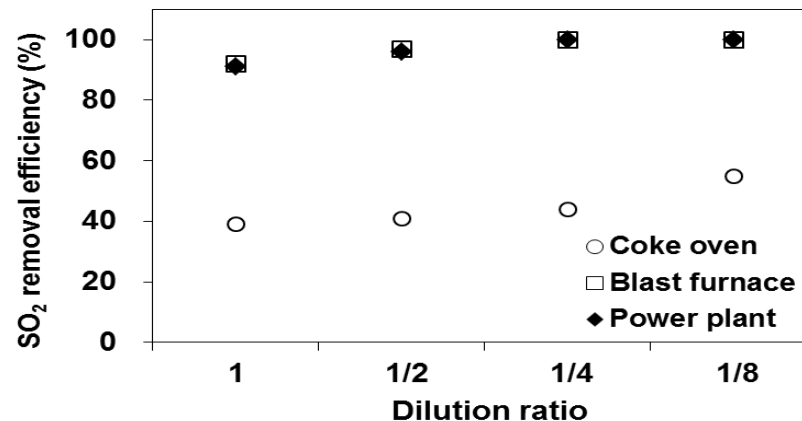
A. CO₂



B. NO_x



C. SO₂



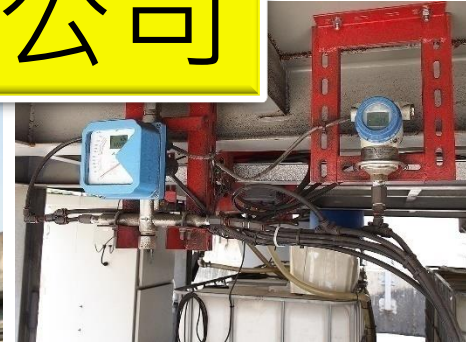
Automation of flue-gas based microalgae cultivation system

Control concept:

Turbidity → Control of fresh medium addition and culture discharge

pH → Control of flue gas flow rate

此技術已技轉給中鋼公司



台電公司螺旋藻煙道氣固碳模廠

Strain: *Spirulina* sp.



Application of



成功大學綠色永續生物科技 示範園區

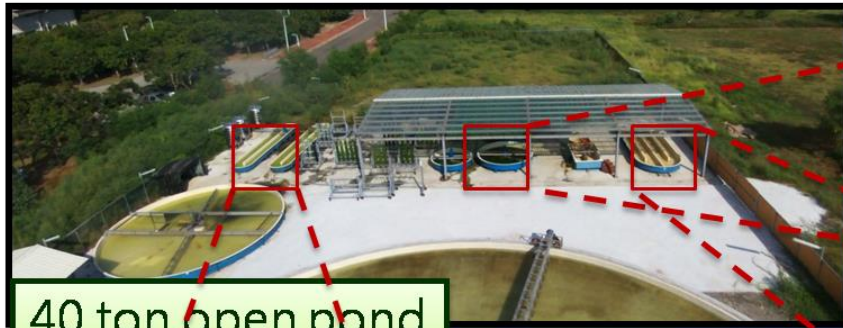
國立成功大學水工試驗所



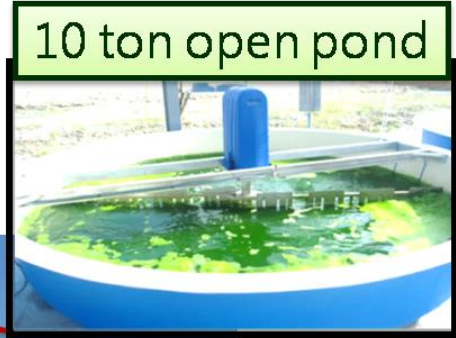
1. 結合**能源科技與策略研究中心**、**醫學院**、**工學院**、**管理學院**、**生物科技中心**等跨領域之研發人才，進行農業生物技術之應用開發與研究
2. 將安南校區打造成全世界第1個結合**農業**、**生態**、**保健**、**能源**以及**民生**等領域之**綠色永續生物科技示範園區**。

成功大學安南校區戶外大規模微藻養殖基地

固碳微藻之戶外大規模養殖 (300 ton)



40 ton open pond



10 ton open pond



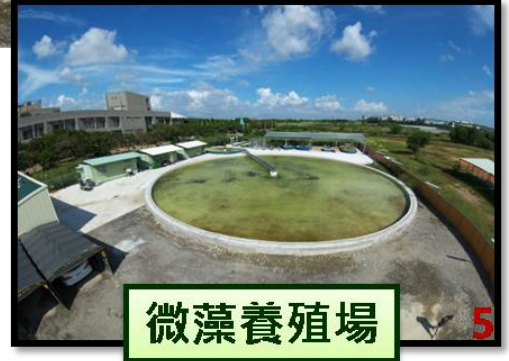
300 ton open pond



10 ton raceway



5 ton raceway



微藻養殖場

微藻養殖煙道氣來源

成功大學安南校區廢溶劑焚化爐

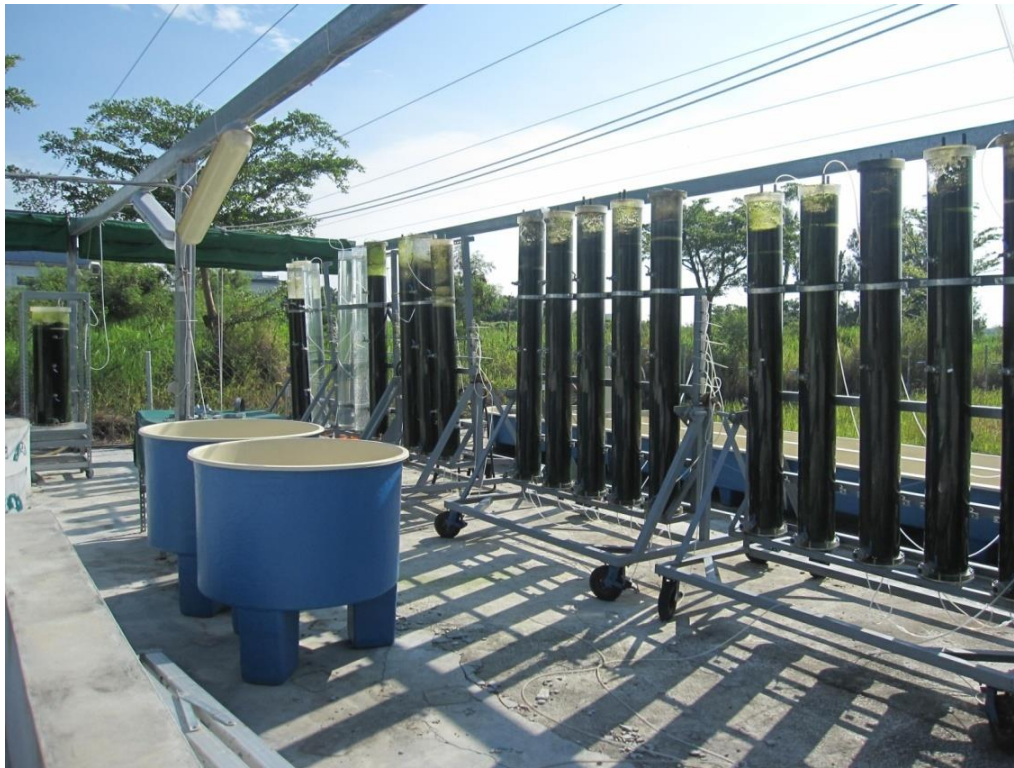


CO₂
high SO_x & NO_x



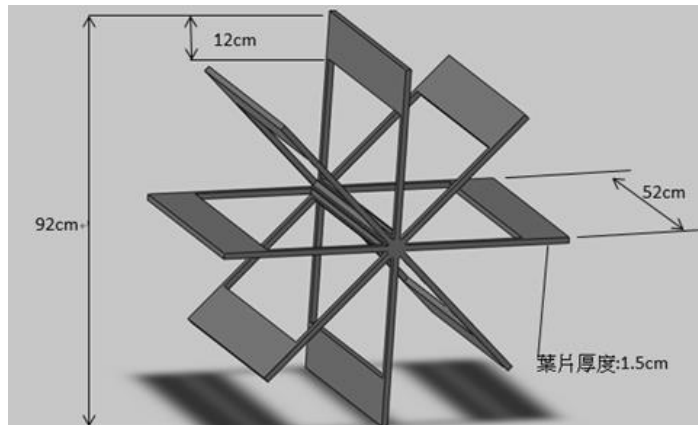
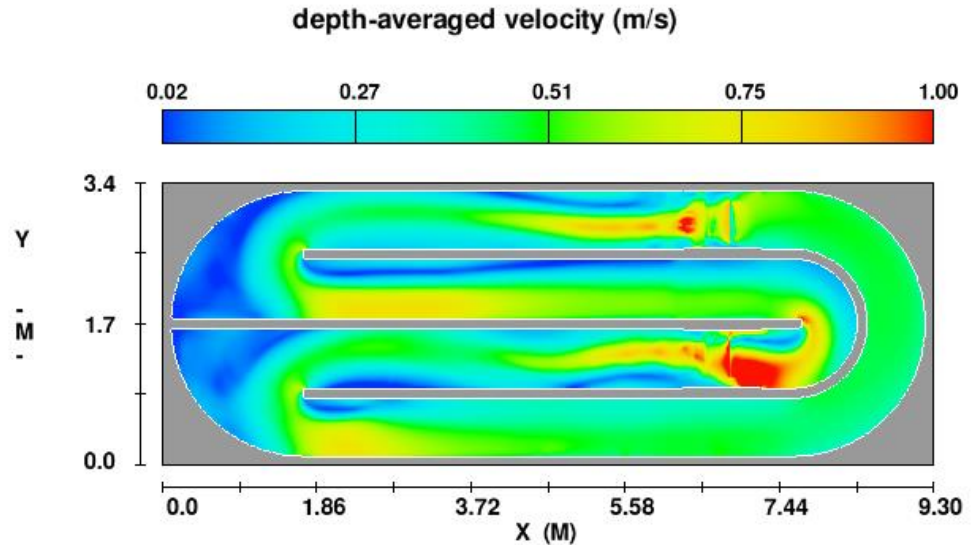
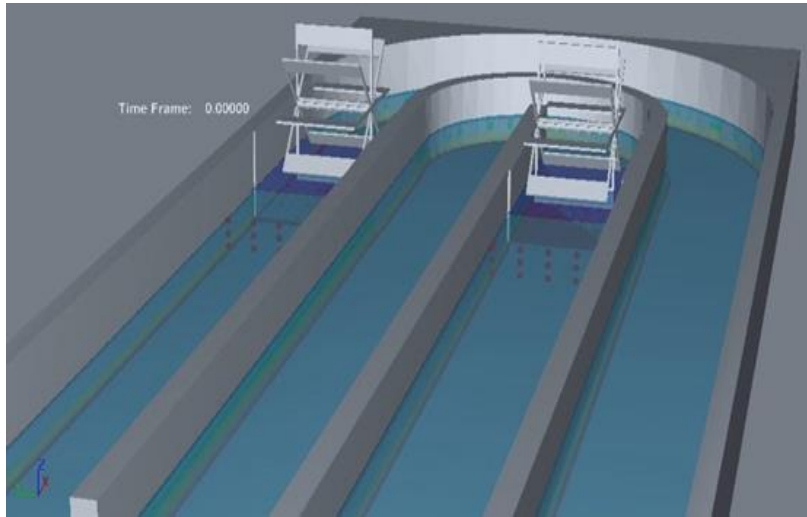
培養微藻之戶外管柱式光生物反應器

- Photobioreactors (50 L each)



4 channel 跑道式微藻養殖設備

(容量:10-15 ton)



**300 ton open pond
(30 m in diameter)**



20 ton raceway pond



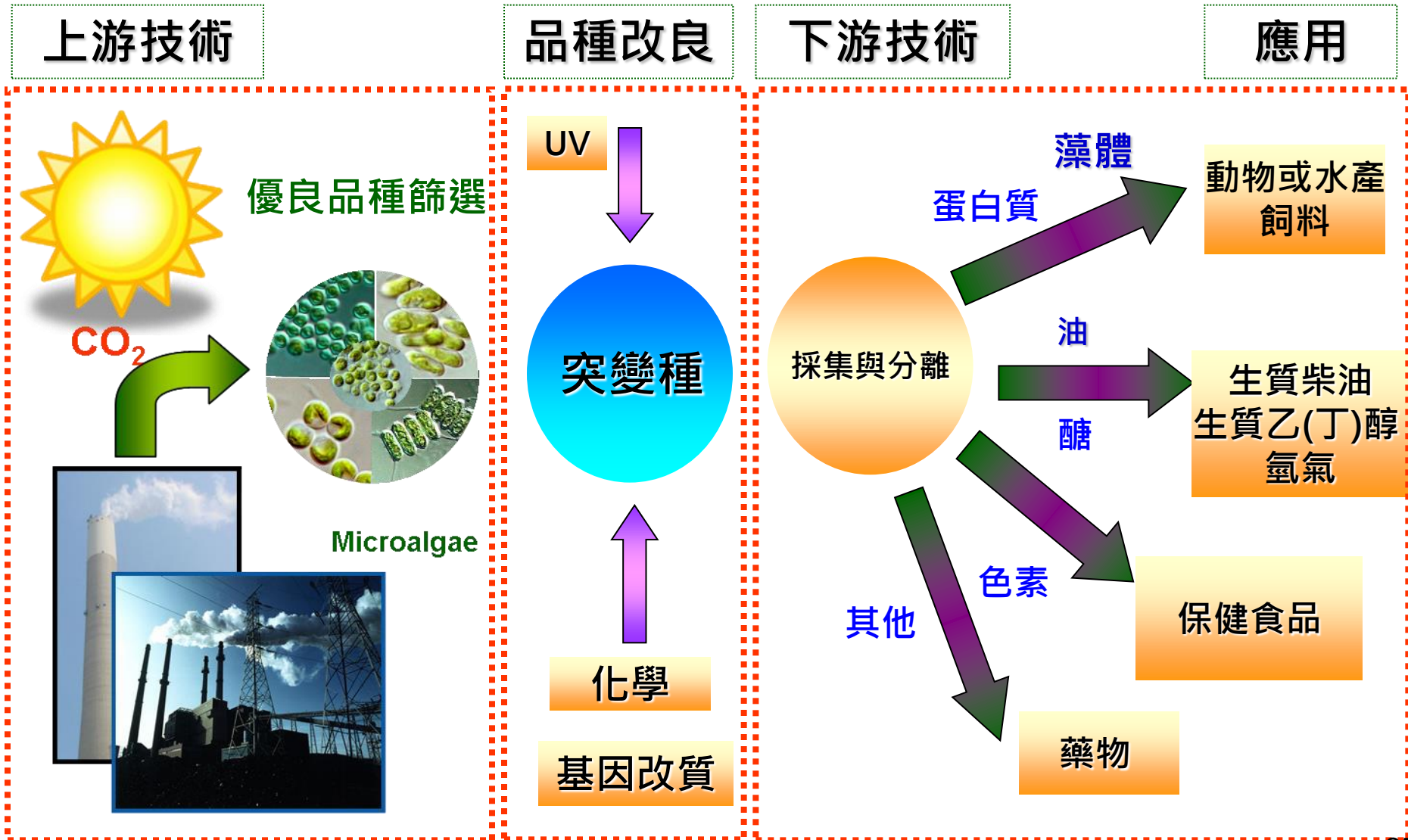


成功大學安南校區300公噸商業化規模大型微藻養殖系統 (直徑30 m)

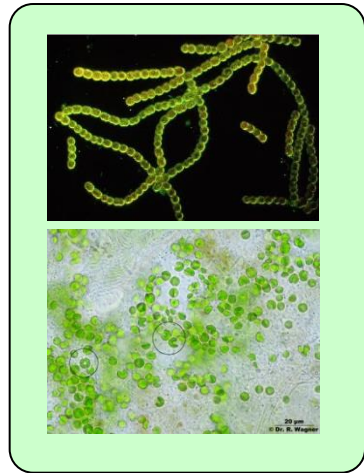


One unit of this can produce 1.5 ton dry algal biomass in one month

微藻生質能與生物精煉技術整合



微藻生質能源概念



Microalgae

產油藻

生質柴油

如：小球藻、葡萄藻

產糖藻

乙醇/丁醇/甲烷

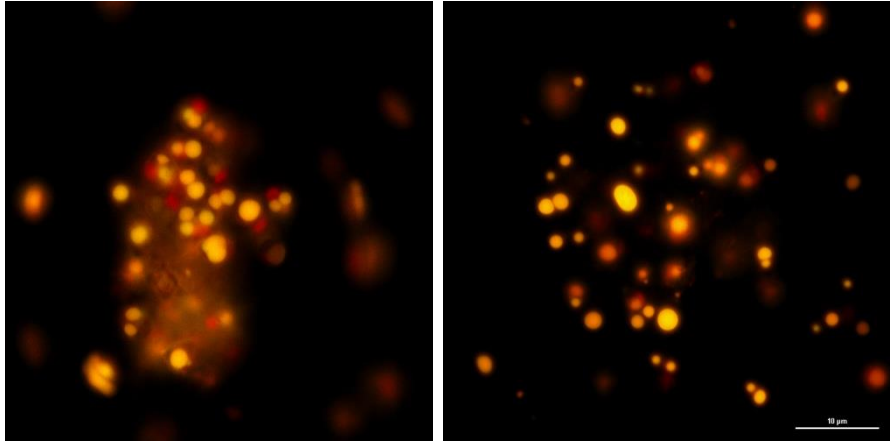
如：小球藻、螺旋藻

產氫藻

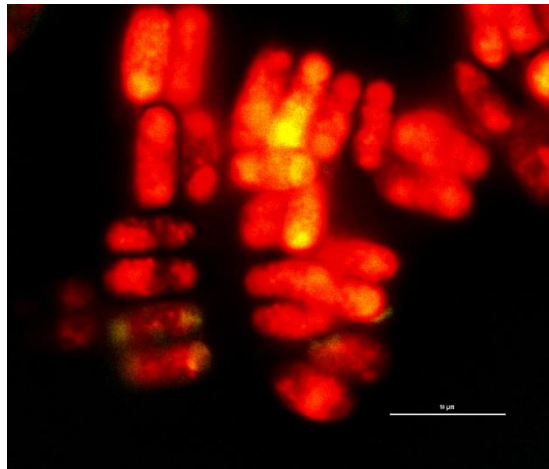
氫氣

如：小球藻、衣藻

以尼羅紅染色法鑑定油脂含量



Nannochloropsis sp.
(ca. 31% oil content) 擬球藻

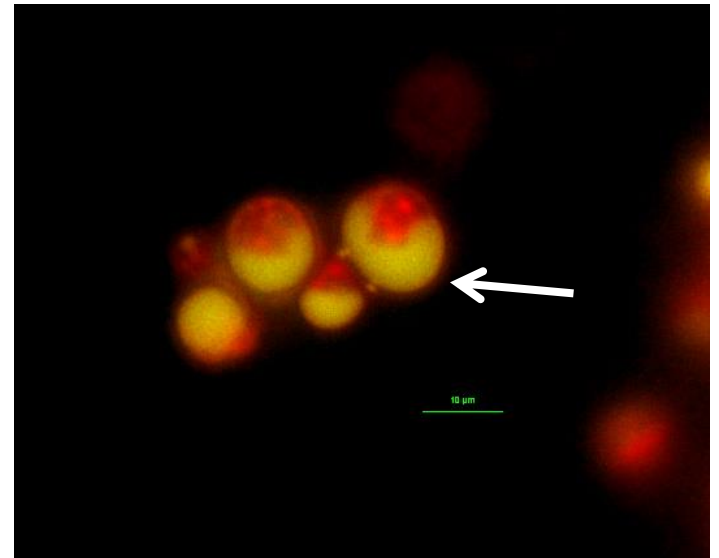


斜角柵藻

Scenedesmus obliquus CNW-N
(ca. 25% oil content)

小球藻

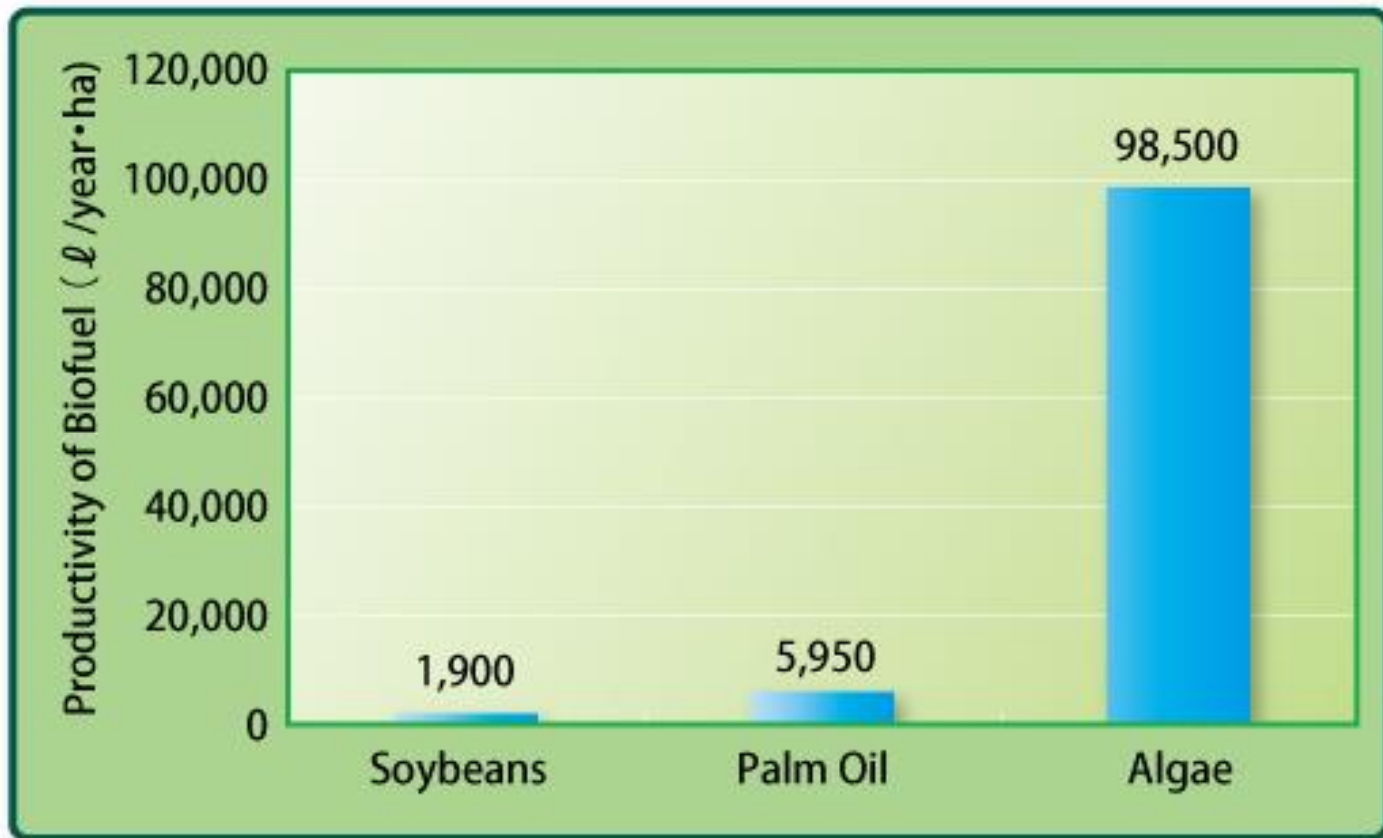
Chlorella vulgaris ESP-1
(ca. 50% oil content)



Productivity of Biofuels from Different feedstock

不同料原之 生質燃料產能

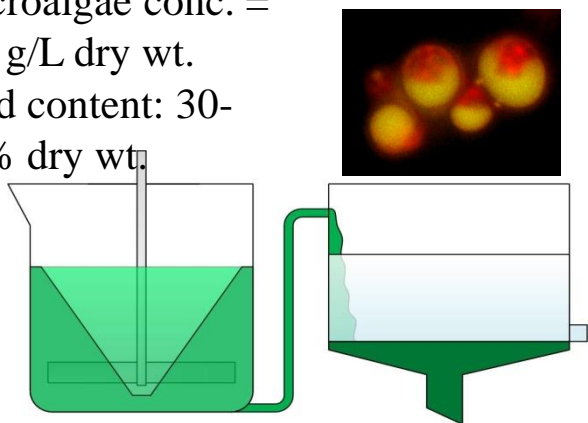
Algae are considered “**Third generation biofuel**” with extremely high productivity than other feedstock



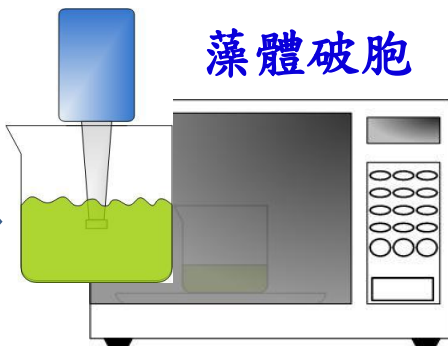
Source: “Prospect of Biomass Energy of Sea Algae”, Prof. Shin Watanabe, Tsukuba University

One-step biodiesel production from wet microalgae biomass 微藻生質柴油製造流程

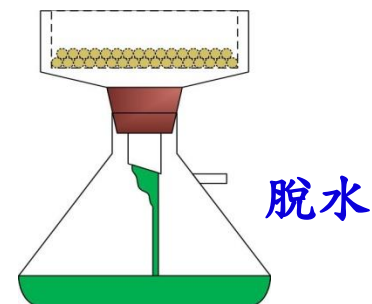
Microalgae conc. =
1-5 g/L dry wt.
lipid content: 30-
50% dry wt.



Harvesting 藻體收集
(H₂O content: 90%)



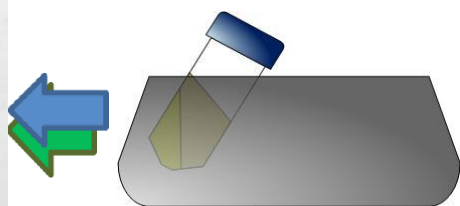
Cell wall disruption
(H₂O content: 90%)



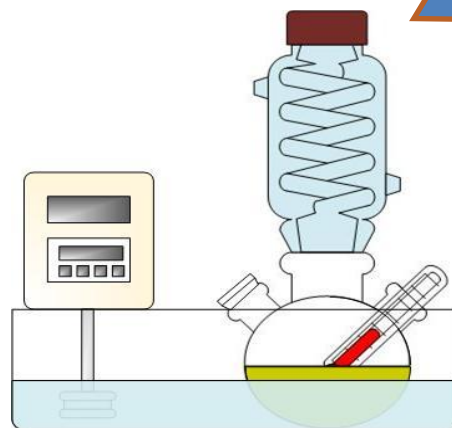
Rapid dewatering
(H₂O content: < 30%)



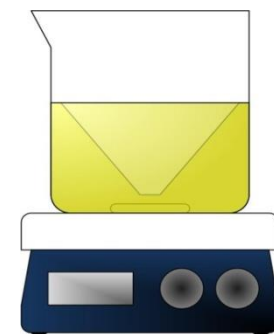
微藻生質柴油



Product separation
(Phase separation)
分離純化



Direct transesterification
轉酯化



Oil extraction
油脂萃取

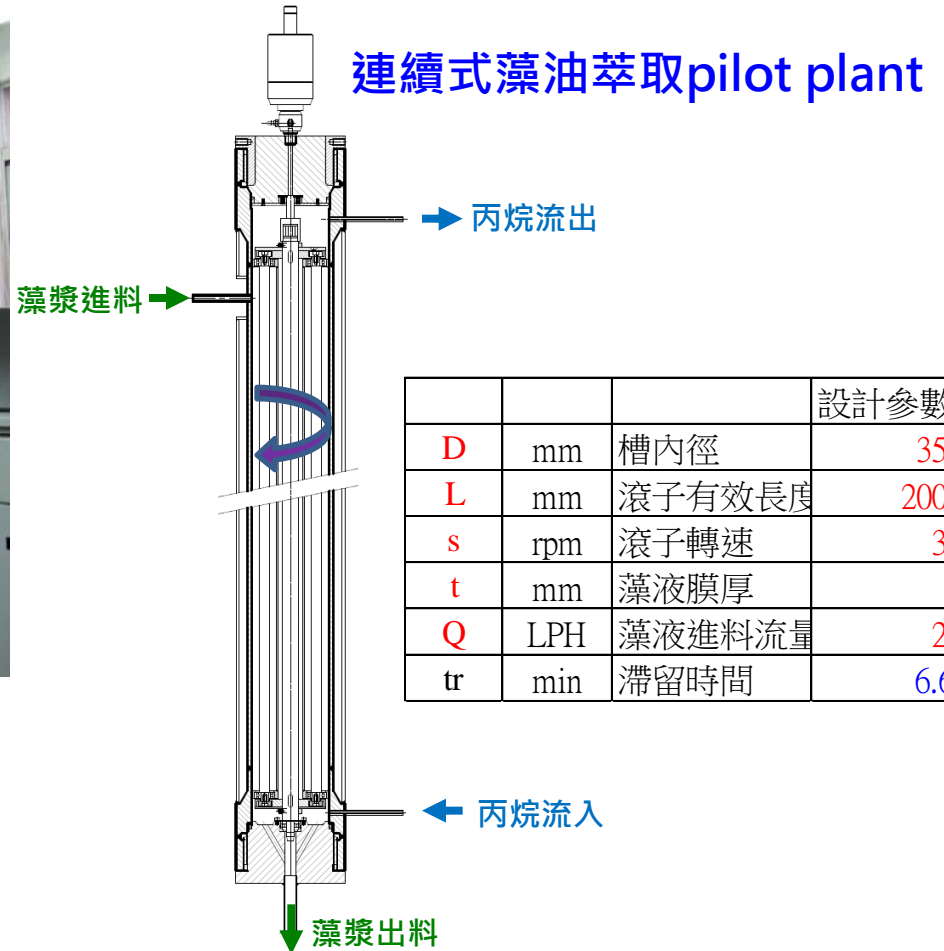
模廠級高壓水破壁系統

600MPa微藻高壓水破壁設備

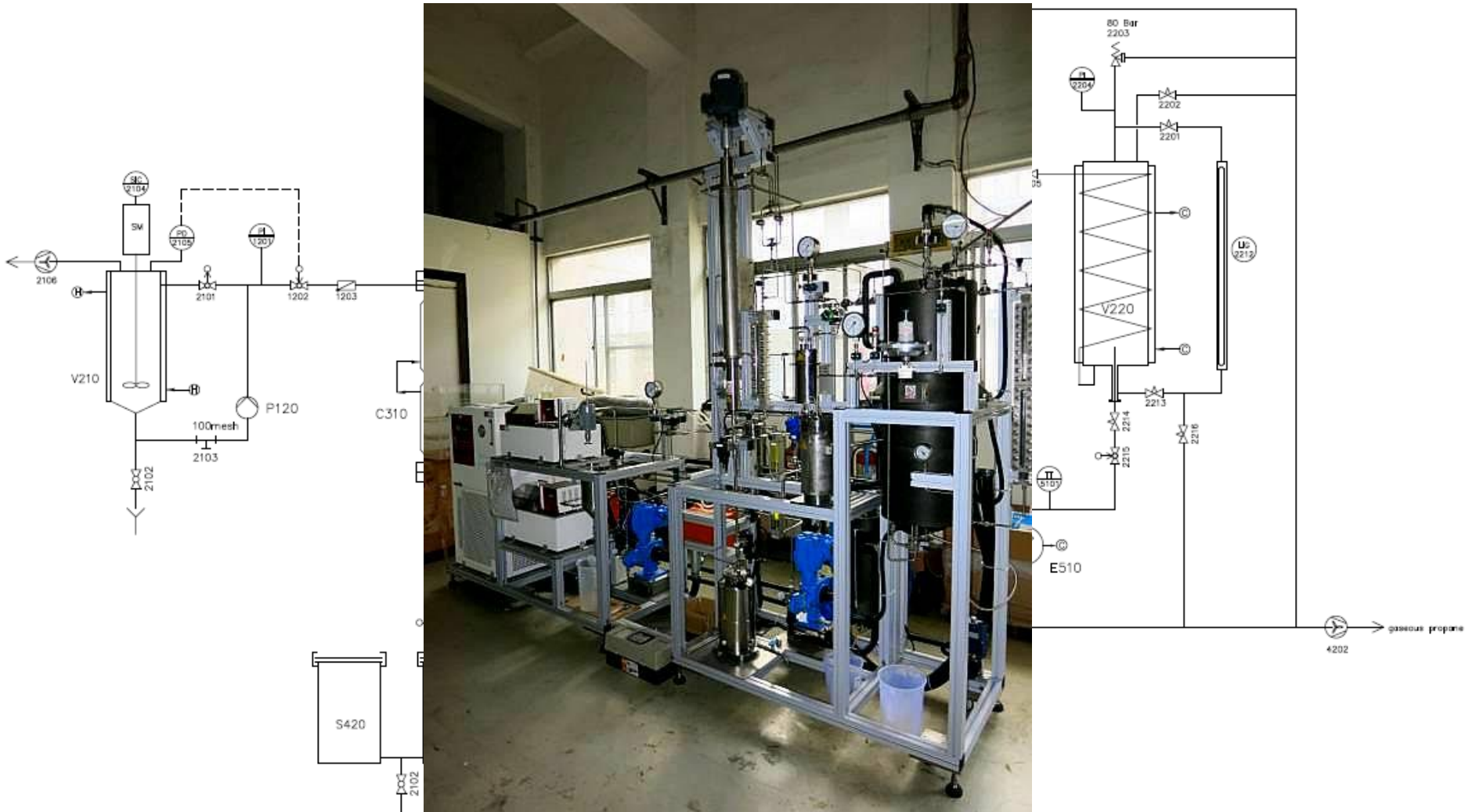


主要規格：

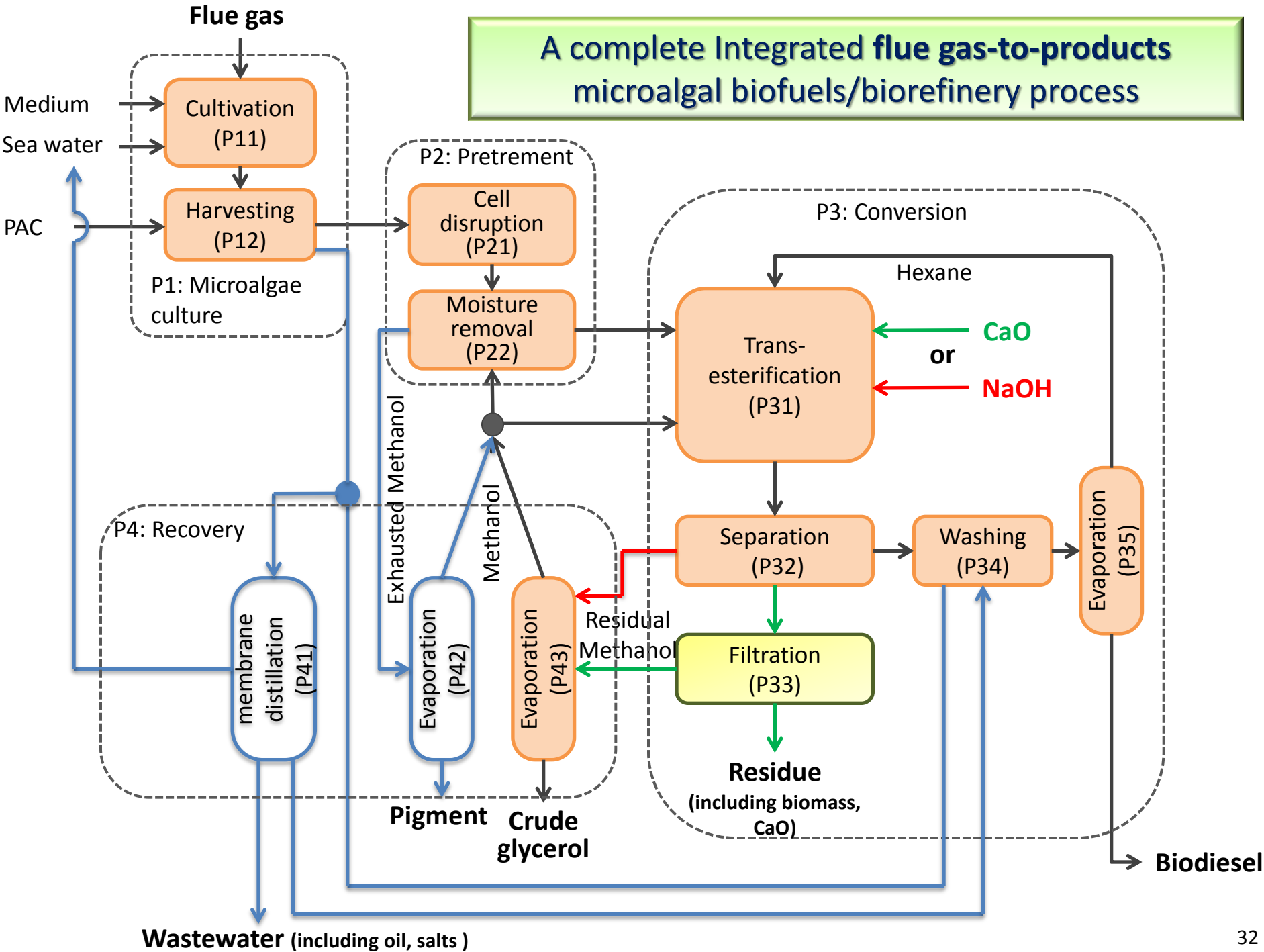
- 設計壓力600MPa
- 設計溫度0~80°C
- 高壓泵流量3L/min(max)
- 處理槽容積11L



● 模廠級連續式微生物油脂萃取系統設計圖 (lipid propane extraction)



A complete Integrated flue gas-to-products microalgal biofuels/biorefinery process



Isolation, characterization and optimal cultivation of carbohydrate-rich microalgae

海洋性藻類からのバイオエタノール生産技術の開発

與日本神戸大學合作開發高碳水化合物含量之微藻

Prof. Jo-Shu Chang 張嘉修 (NCKU)

Prof. Akihiko Kondo (Kobe University, Japan)

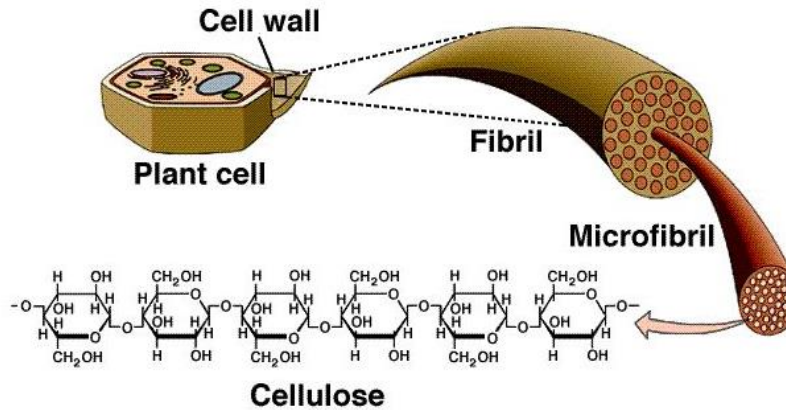
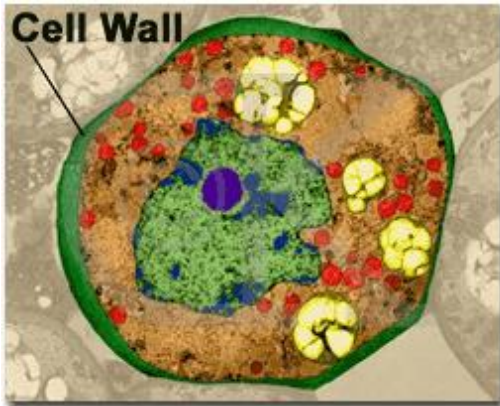
Prof. Tomohisa Hasunuma (Kobe University, Japan)



Microalgal carbohydrates

- Cytoplasm: starch
- Inner cell wall: cellulose
- Outer cell wall: pectin, alginate, agarose, etc. (valuable sugars)

• Microalgal cell wall



- ✓ Cellulose is the major component of microalgal cell wall
- ✓ Functions: protection, maintenance

The major components of cell wall in different algae

taxonomy	Outer cell wall	Inner cell wall
Red algae	alginate	cellulose
Brown algae	alginate	cellulose
Green algae	pectin	cellulose
Blue algae	pectic acid, mucopolysaccharides	cellulose

高碳水化合物含量之微藻

Sugar-rich microalgae



55.6% sugar

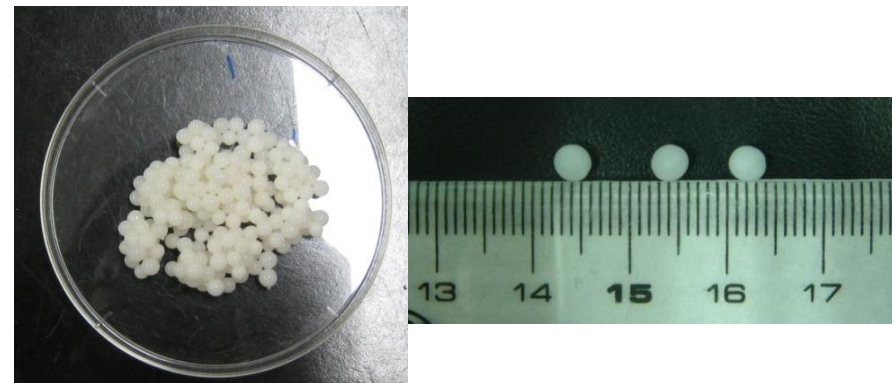
Sugar composition

Glucose	46.8 %
Xylose	5.3 %
Arabinose	3.5%
Others	44.4%

Fermentation products:

- ✓ **Biofuels**
 - Bioethanol, biobutanol, bioH₂
- ✓ **Chemicals**
 - Succinic acid, lactic acids, diols

PVA immobilized cells for succinic acid production



Continuous **Lactic acid** fermentation using glucose or microalgal hydrolysate

PVA immobilized cells of *Lactobacillus plantarum* 23
Continuous culture (dilution rate = 0.25 h⁻¹)

Carbon source	Lactate Conc. (g/L)	Lactate Yield (g /g)	C-source consumption (%)	Lactate productivity (g/l/h)
Glucose (40 g/l)	31.75±1.53	0.93±0.02	96.62±3.05	7.94±0.38
Microalgae hydrolysate (40 g/l reducing sugar)*	39.71±1.09	0.99±0.03	95.37±1.46	9.93±0.27

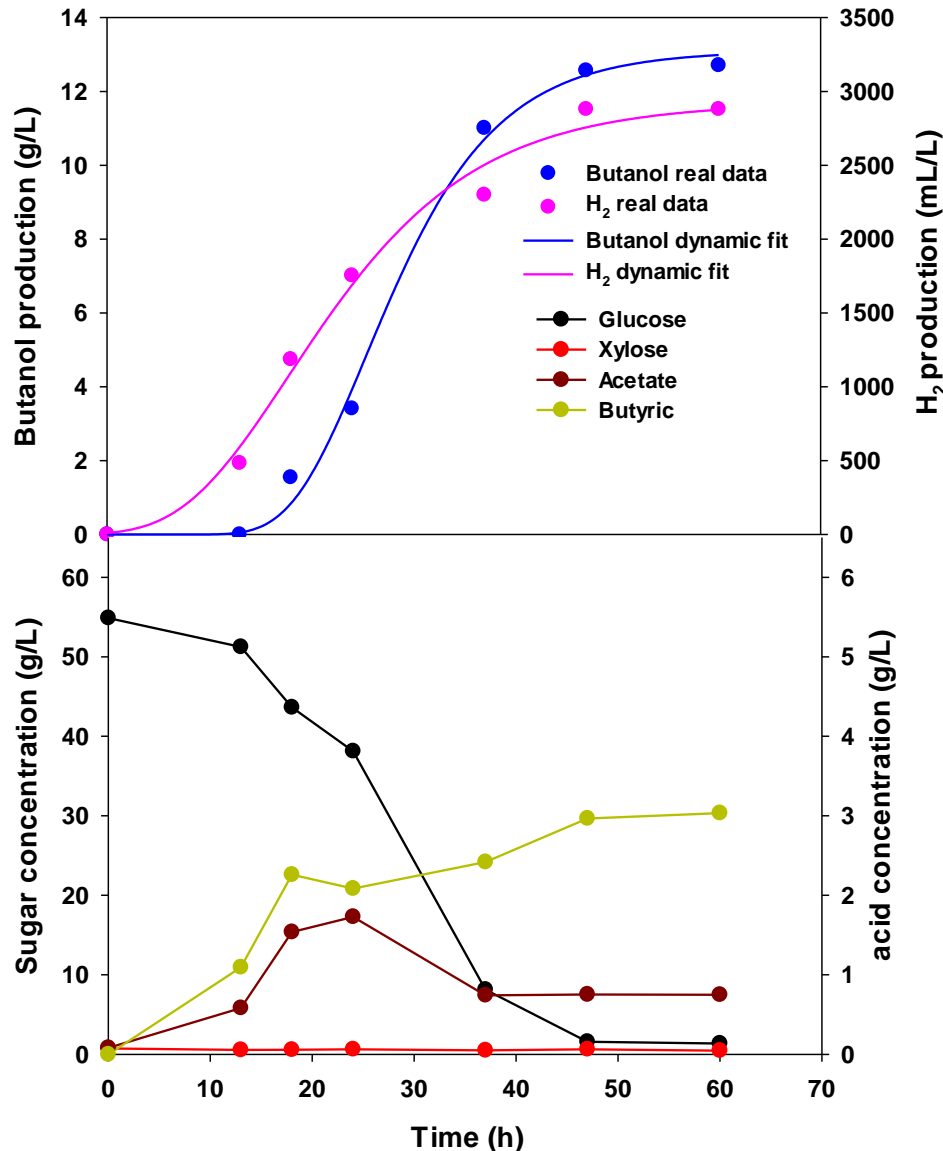
* Sugar composition of microalgal hydrolysate (40 g/L reducing sugar)

Glucose: 36.04 g/l

Xylose: 3.06 g/l

Arabinose: 1.17 g/l

Butanol production from hydrolysate of *Chlorella vulgaris*



➤ Carbon source in medium:

Glucose=54.88 g/L

Xylose=0.73 g/L

Total sugar=55.61 g/L

➤ Solvent production:

Butanol: 13.10 g/L

Yield: 0.58 mol/mol sugar

Productivity: 0.66 g/L/h

Lag phase: 18.1 h

Acetone:Butanol:Ethanol = 2:6:1

➤ H₂ production:

H₂: 2924.9 mL/L

Yield: 0.39 mol/mol sugar

Productivity: 104.2 g/L/h

Lag phase: 7.5 h

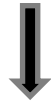
➤ Sugar utilization:

Glucose: 97.52%

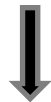
Xylose: 37.51%

Ethanol production via SHF using acidic hydrolysate of wet *S. obliquus* CNW-N biomass

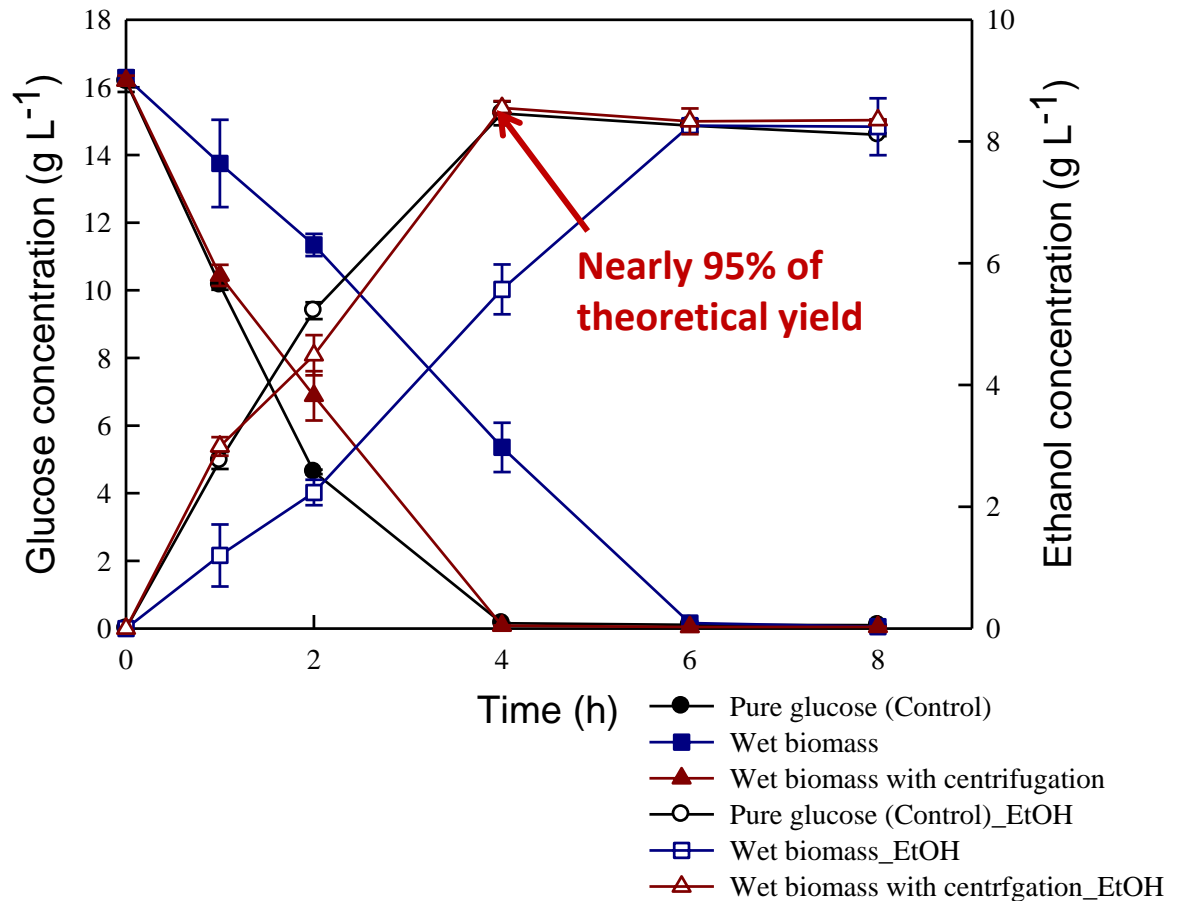
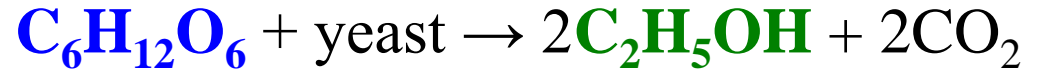
- ✦ Biomass loading: 40g L⁻¹
- ✦ Reaction temperature: 121 °C
- ✦ Reaction time: 20min
- ✦ Acid concentration: 2%
- ✦ With/without centrifugation



Algal hydrolysate
Initial glucose conc.: 16-16.5g L⁻¹



Ethanol fermentation
Final ethanol conc.: 8.2-8.5g L⁻¹

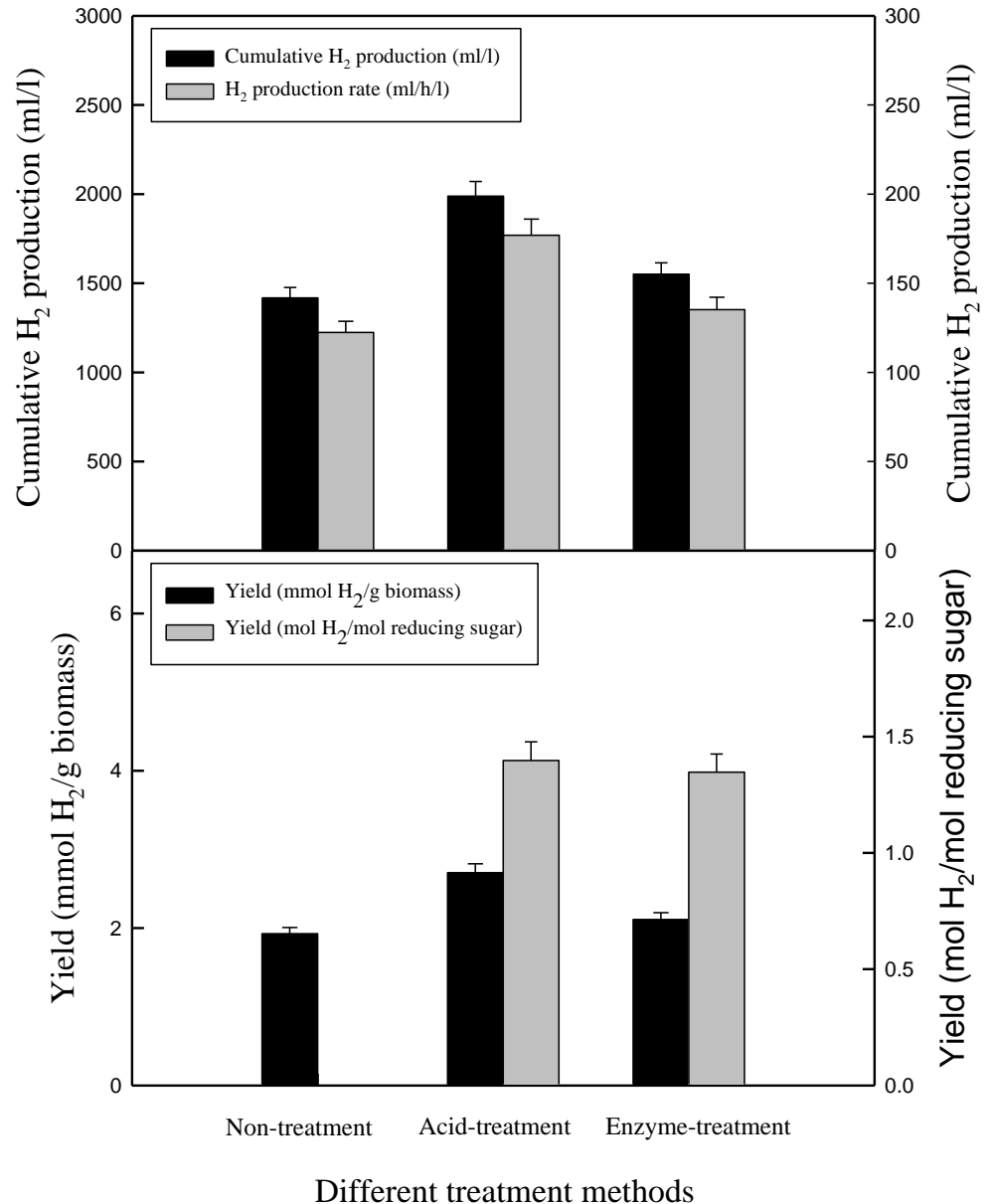


BioH₂ production

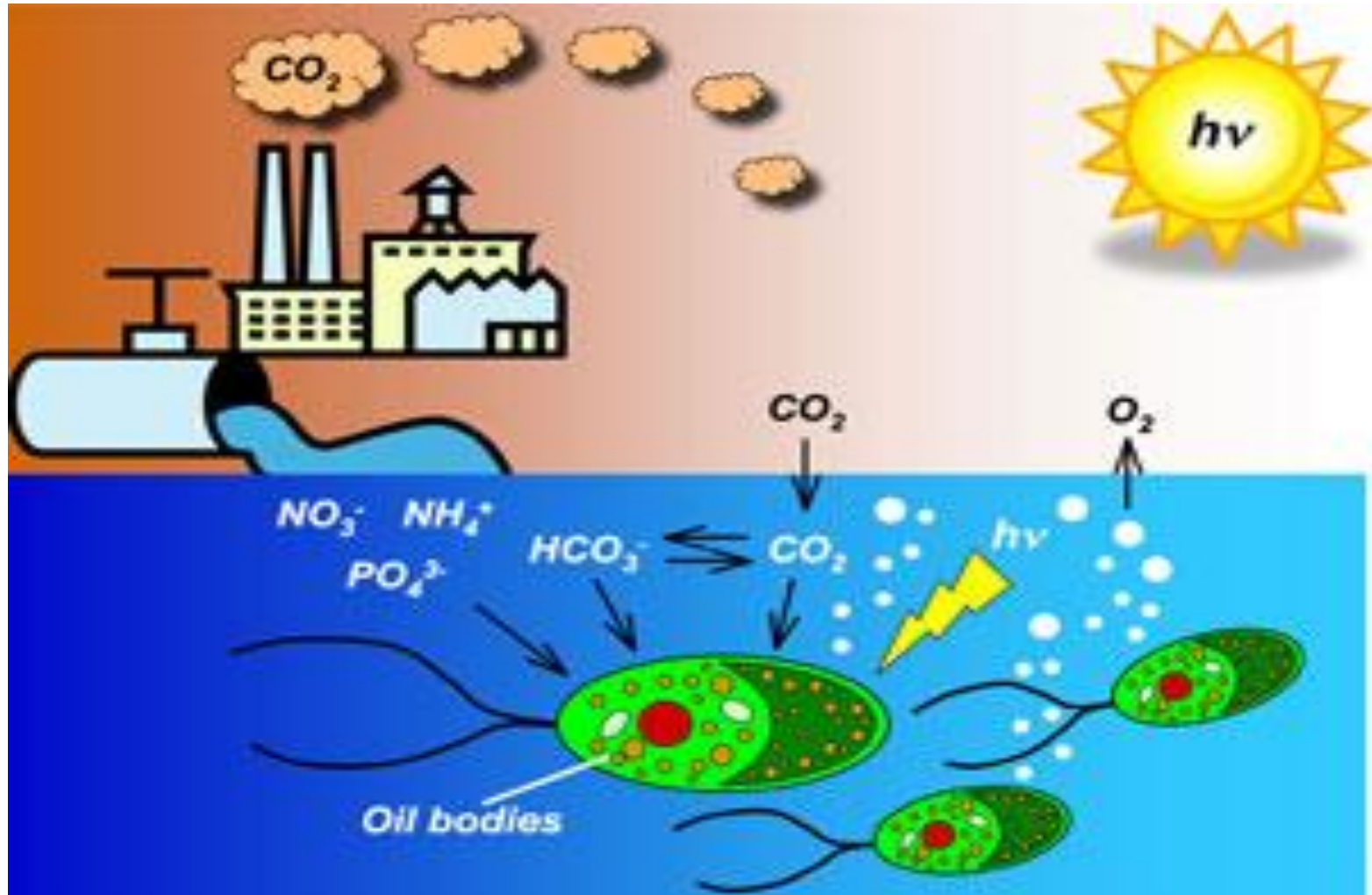
using carbohydrate-rich microalgal biomass after different hydrolysis treatment

Microalgae feedstock





Chlorella vulgaris FSP-E with 46% carbohydrate content (per dry weight)



微藻環境淨化系統



Components of the different wastewater effluents

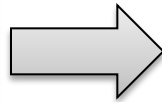
	Piggery wastewater	Aquaculture wastewater	Municipal wastewater	Industrial wastewater
Quality (mg/L)				
Total nitrogen (TN)	550 ± 73	60 ± 3.6	54 ± 2	34 ± 2
Ammonia – N (NH ₄ ⁺ – N)	491 ± 57	5.6 ± 1	36 ± 12	38.2 ± 11
Nitrate – N (NO ₃ ⁻ – N)	1.7 ± 0.7	12 ± 1	2 ± 1	3.1 ± 0.2
Total phosphorus (TP)	20 ± 6	6.8 ± 0.3	12 ± 0.2	6.6 ± 0.5
COD	427 ± 63	112 ± 21	95 ± 21	83 ± 7
Suspended solids (SS)	83 ± 22	32 ± 3	22 ± 3	24 ± 3
pH	8.5 ± 0.5	8.5 ± 0.5	8.4 ± 0.3	7.9 ± 0.5

The pretreatment of swine wastewater

Piggery waste



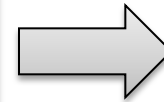
Summer : 40 ~ 50 L water/pig
Winter : 20~30 L water/pig



Solid- liquid separation



0.5 ~ 1 day
(Total Solid < 20%)



Anaerobic fermentation



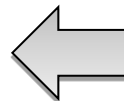
7 ~ 10 days



Activated sludge treatment



1 ~ 3 days



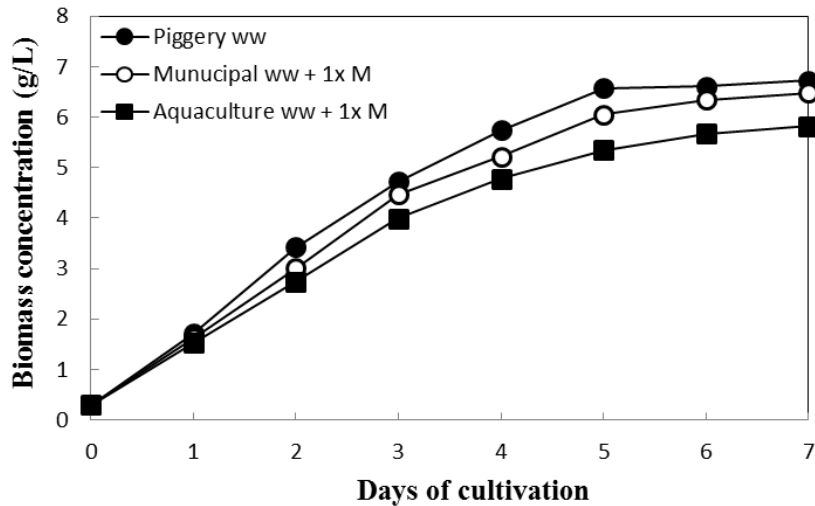
Final sedimentation



0.5 day

使用不同來源之廢水(排放水)養殖微藻

Chlorella sp. GD養殖適用的廢水範圍廣



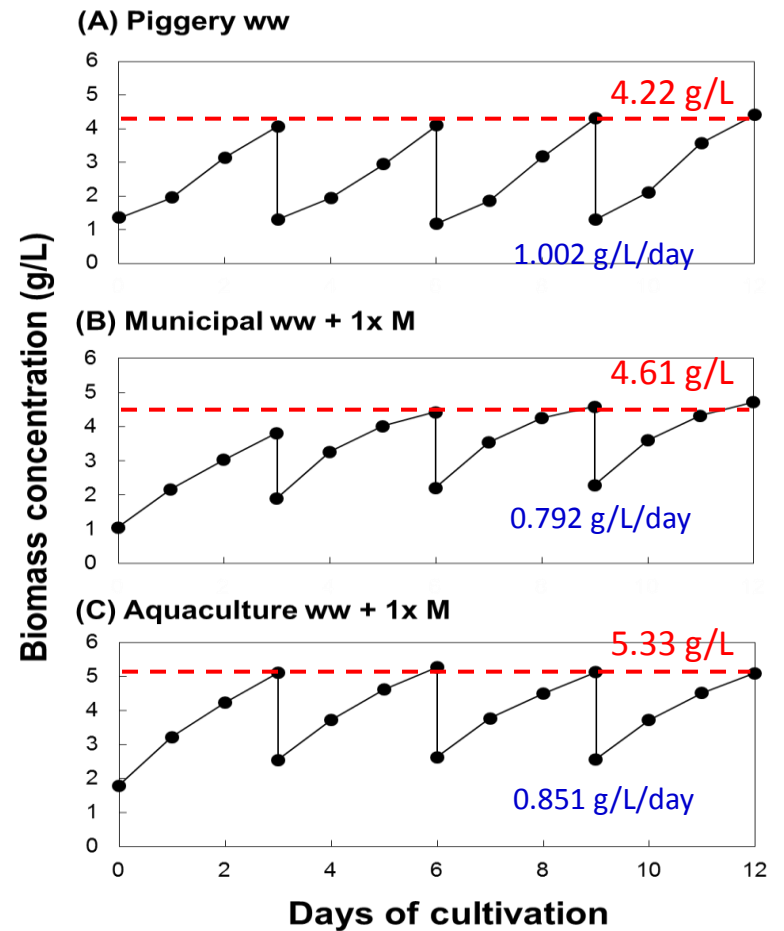
	生活廢水	魚塭廢水	豬場廢水
TN (mg/L)	50~60	40~60	500~600
TP (mg/L)	5~15	0~10	10~30
TN移除率(%)	~ 80	~ 85	~ 50

(TP移除率皆約為100%)

- 可直接以生活廢水和魚塭廢水為微藻培養所需的水源，以添加1x營養源於廢水中，分別具有最大的微藻生物質產率0.811和0.715 g/L/day。
- 可直接與持續使用豬場廢水進行微藻養殖，微藻生物質產率約1 g/L/day。

使用廢水建立Chlorella sp. GD之穩定養殖程序

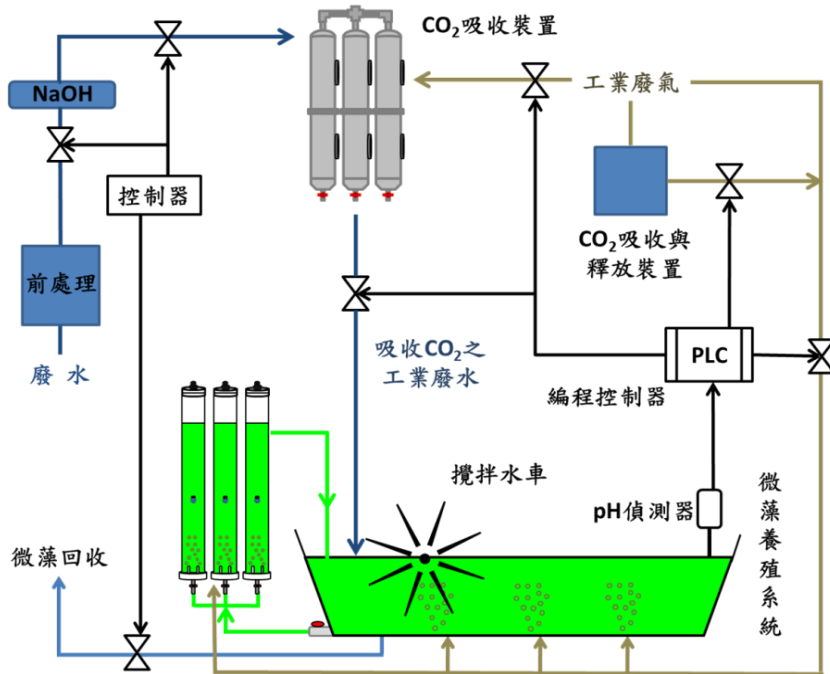
每3天置換一半培養基之半連續培養



- 可使用豬場、生活及魚塭廢水進行長期的穩定微藻養殖。

以廢水固碳再利用於微藻養殖之模組化技術開發

A. 設計示意圖

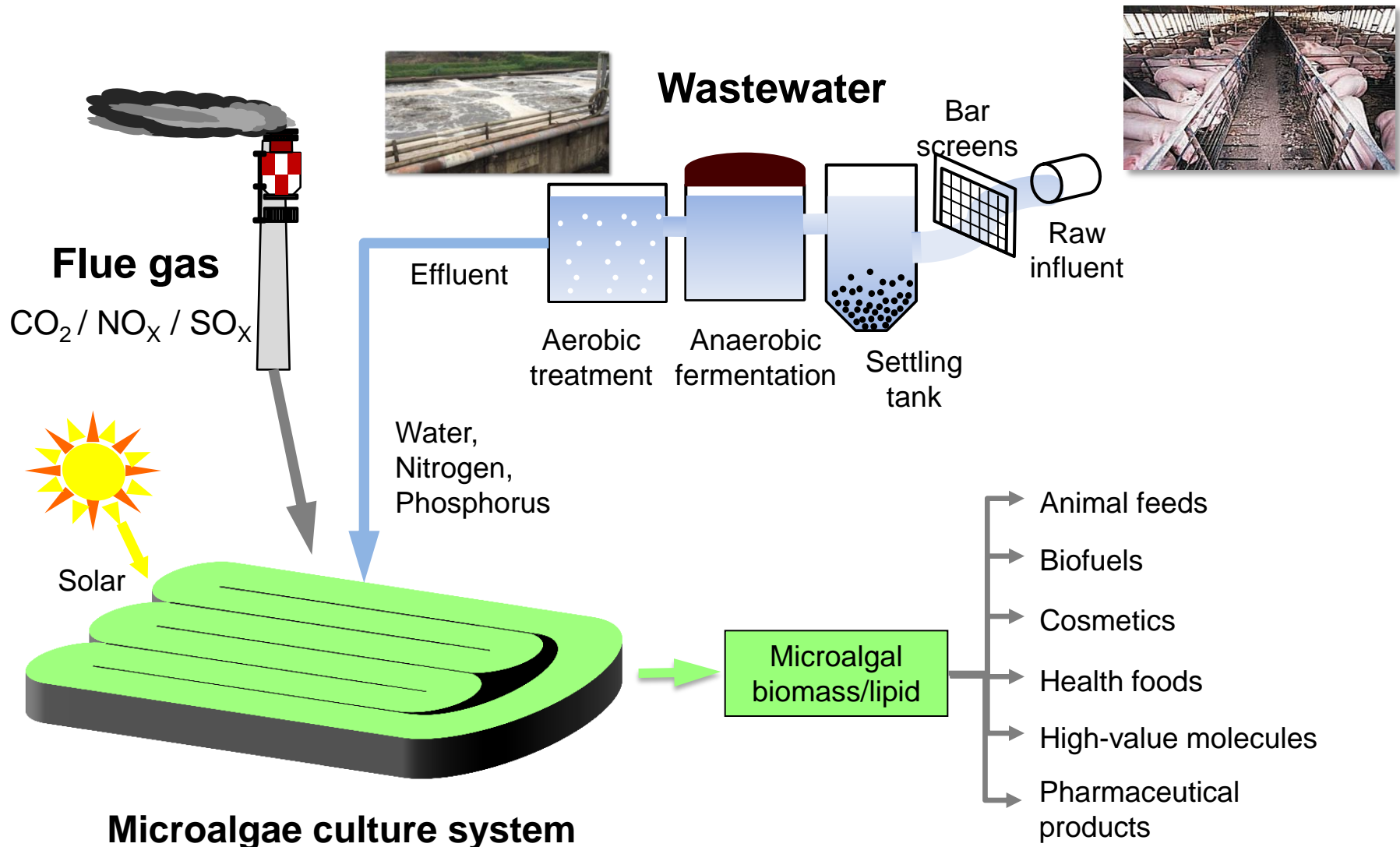


B. 10公噸pilot實體裝置圖

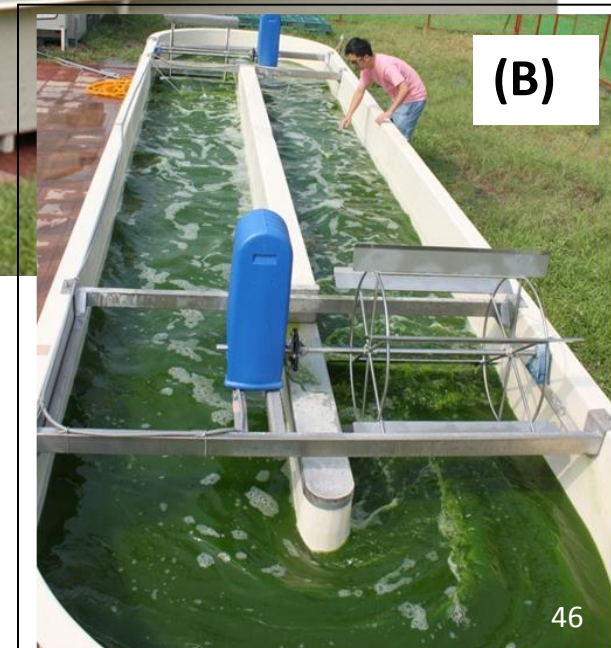


此模組主要包括2噸規模之微藻養殖系統 – 跑道式微藻養殖槽 (Raceway) 和光生物反應器 (Photobioreactor, PBR)，以及可將廢氣中的CO₂捕捉於鹼性廢水中的CO₂吸收裝置

Cultivation of *Chlorella* sp. GD using piggery wastewater for biomass and lipid production



建立10噸規模WCCU微藻循環養殖模組



10噸規模WCCU微藻循環養殖模組(A)，此系統包括① 10噸養殖規模的跑道式微藻養殖槽(Raceway，10 m × 2 m × 0.7 m；同於B)、② 12支光生物反應器(PBR， ϕ 16 cm × 250 cm high)、③ 集氣袋、④ CO₂吸收裝置、⑤ 儲水塔及⑥ 機電與氣體空壓設備屋。



中國天津某養豬場中國 800公噸微藻廢水養殖場

高COD 降解效率 (6500 mg/L → 330 mg/L)

N/P 去除率 > 90%



異營/混營微藻畜牧廢水處理 輔導廠商成功案例

中央畜牧場
全台豬場廢水
沼氣發電最成功案例

沼氣
發電

降解COD

7000 mg/L→310 mg/L

台糖
豬廠廢
水

大成集團
豬廢水合作案

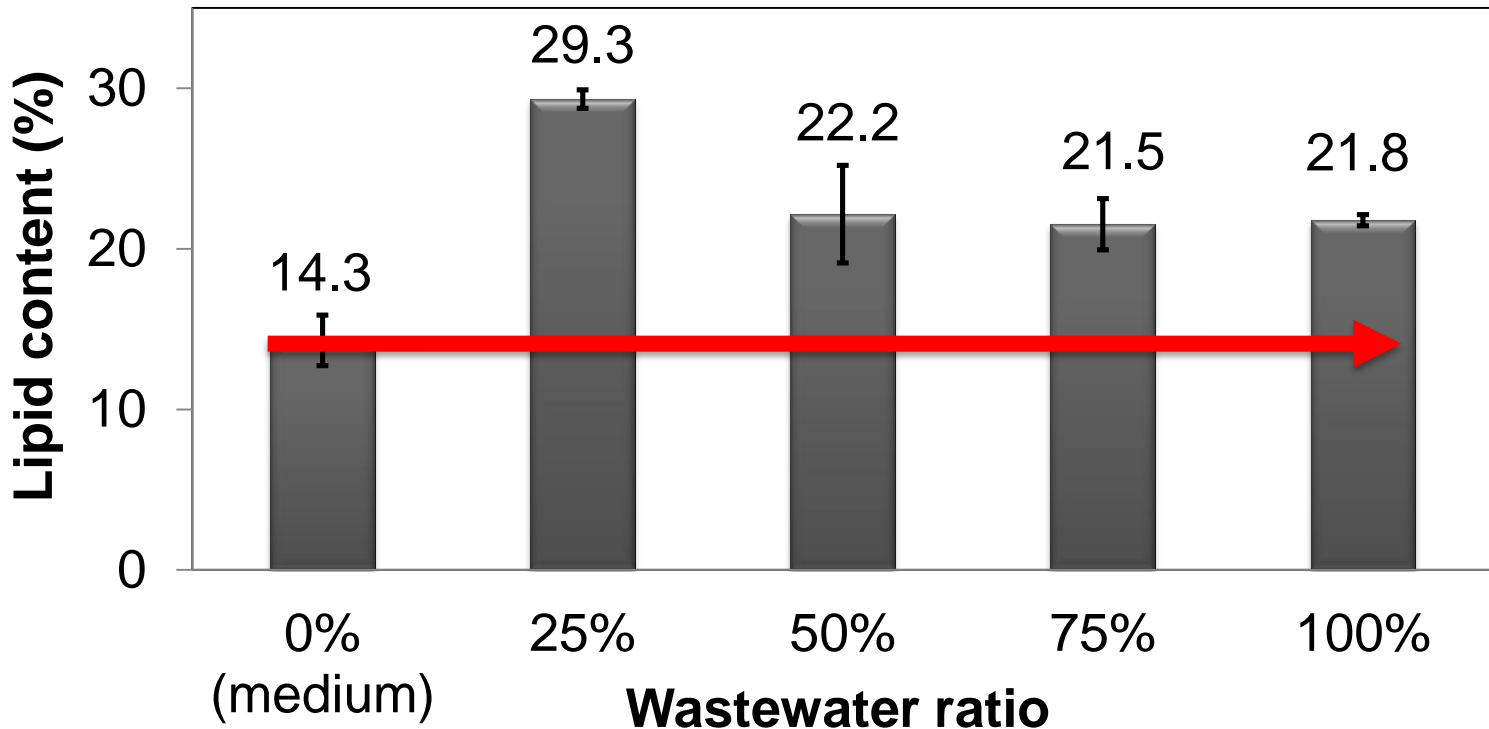
降解 COD

6500 mg/L→330 mg/L

降解 COD

5800 mg/L→210 mg/L

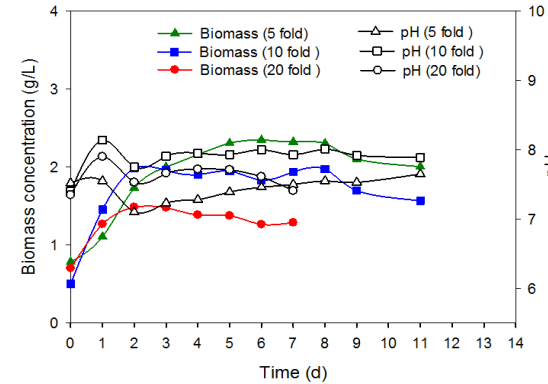
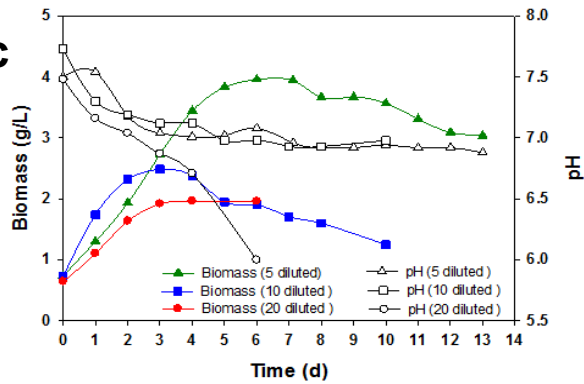
Lipid content of *Chlorella* sp. with different ratios of wastewater



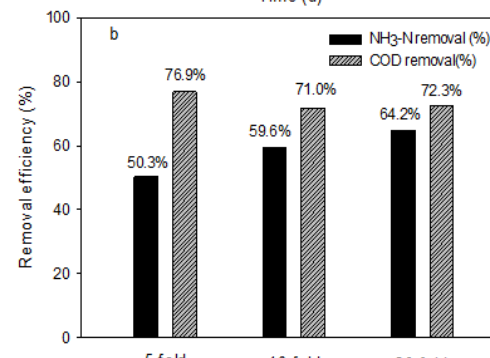
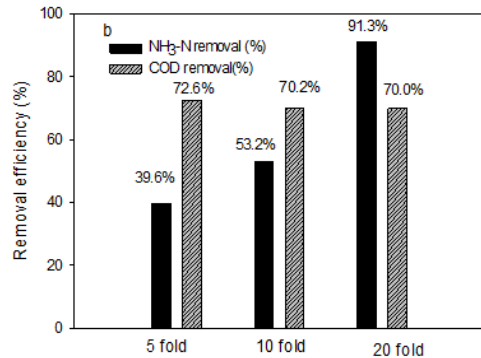
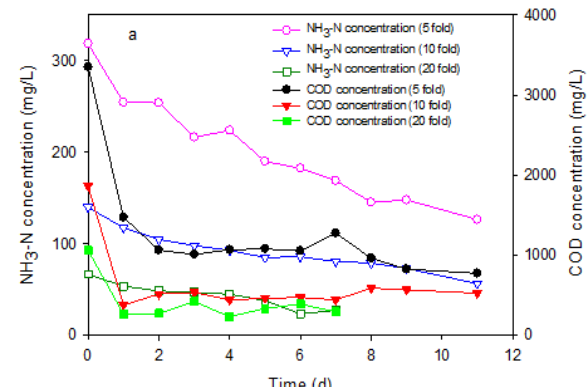
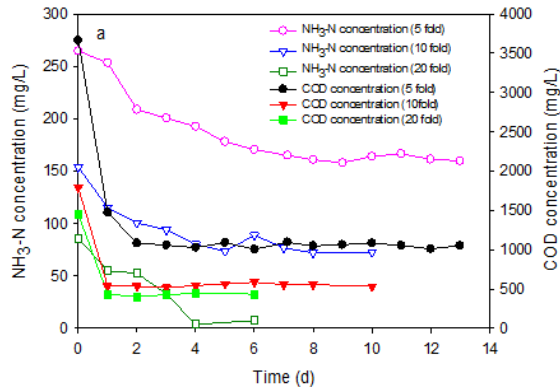
- ◆ The different ratios of wastewater were diluted by culture medium.
- ◆ The lipid contents of *Chlorella* sp. with wastewater were **>5%** (w/w) higher than those with medium.

以豬廠廢水養殖高碳水化合物含量微藻 (*Chlorella vulgaris* JSC-6)

Mixotrophic growth
混營培養



Heterotrophic growth
異營培養



C. vulgaris JSC-6 cultivated with swine wastewater for carbohydrate production

Yue Wang et al, 2015, Bioresource Technology, 198, 619-625

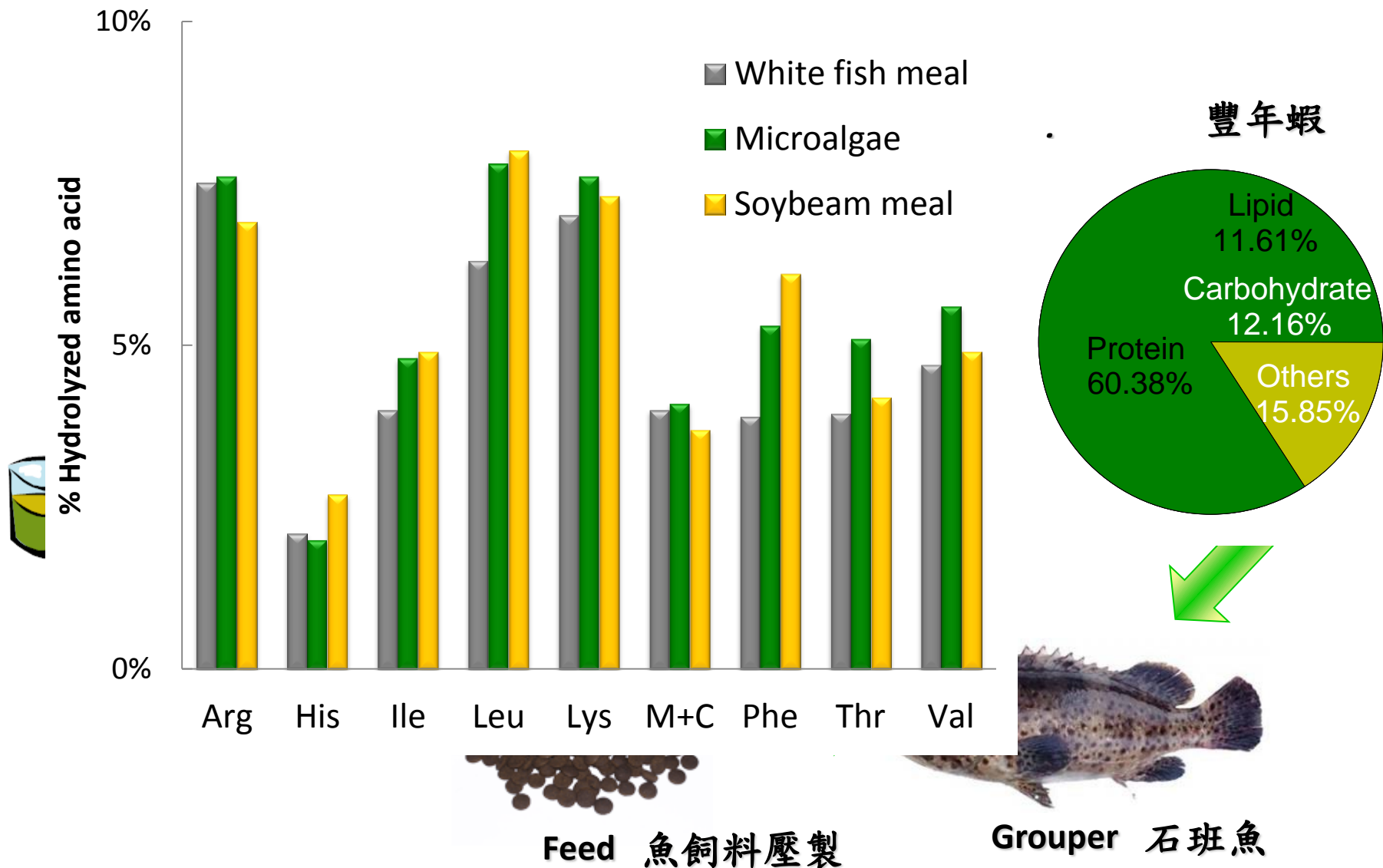
	Mixotrophic			Heterotrophic		
	5-fold	10-fold	20-fold	5-fold	10-fold	20-fold
Biomass concentration (g/L)	3.96	2.49	1.96	2.35	1.98	1.49
Specific growth rate (d ⁻¹)	1.73	1.27	1.03	1.21	1.02	0.75
Maximum cell productivity (g/L/d)	1.30	1.74	1.11	1.11	1.46	1.26

	Mixotrophic			Heterotrophic		
	5-fold	10-fold	20-fold	5-fold	10-fold	20-fold
Total carbohydrate content (%)	58.3	46.0	46.6	54.0	44.3	44.8
Glucose content (%)	54.9	43.0	46.6	49.6	41.1	44.8
Xylose content (%)	2.3	2.0	0	2.4	2.1	0
Arabinose content (%)	1.6	1.0	0	2.1	1.1	0
Glucose productivity (g/L/day)	0.17	0.11	0.15	0.11	0.74	0.13
Xylose productivity (g/L/day)	0.007	0.005	0	0.005	0.004	0
Arabinose productivity (g/L/day)	0.005	0.002	0	0.00	0.002	0

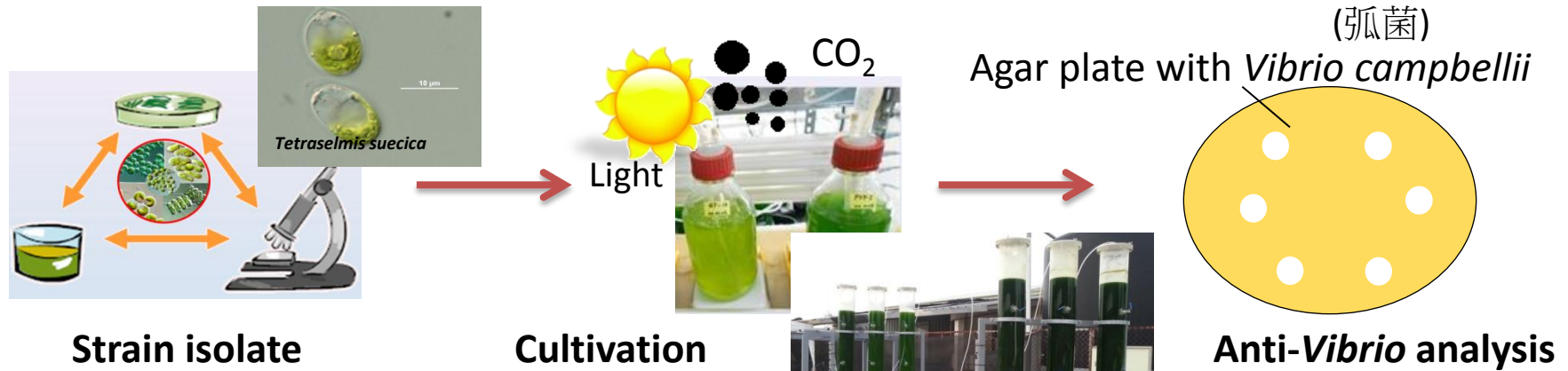
高價值微藻產品之開發

以微藻製備石斑魚苗餌料

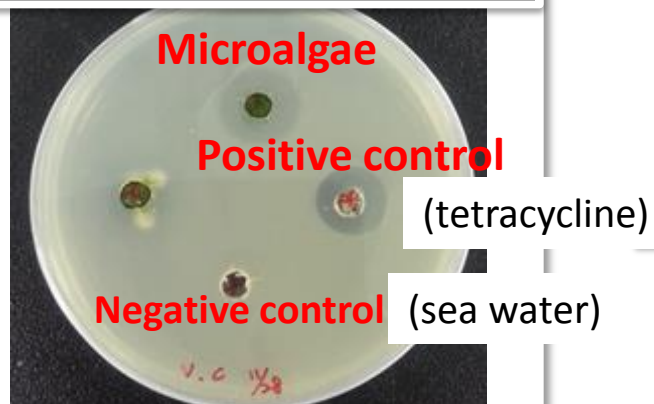
Development of a specific microalgae strains as



以抗弧菌之微藻開發蝦飼料



Anti-Vibrio campbellii



Inhibition zone	Positive control	Negative control	microalgae
Anti- <i>Vibrio campbellii</i>	1.5 cm	-	1.6 cm

以微藻生產葉黃素

Lutein production

Lutein content > 7.0 mg/g
(over 20 fold of marigold flower)

Microalga: *Scenedesmus obliquus* CNW-N
Cultivation condition: 5% CO₂, 0.125vvm

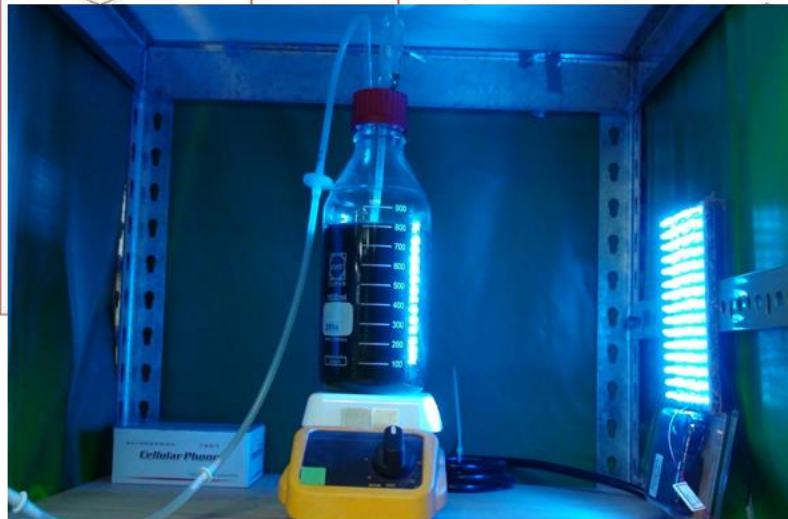


此技術已技轉給綠茵生技公司



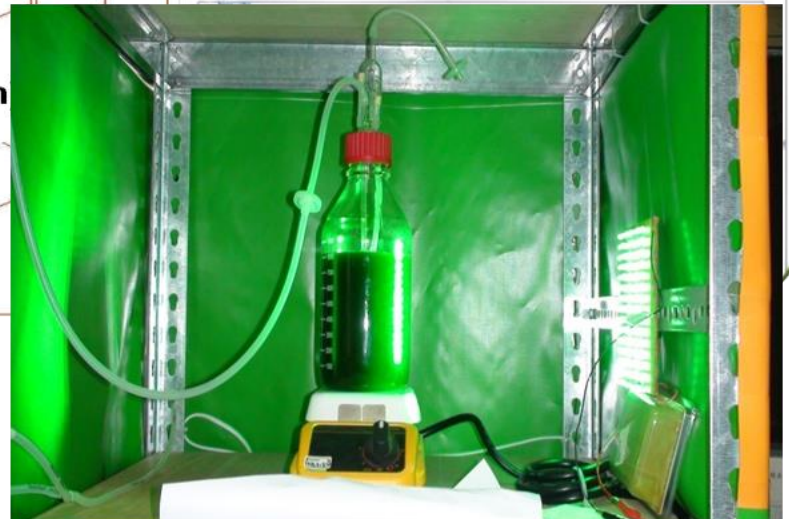
B-carotene (carotene) 和 lutein (xanthophyll) 之結構如下：

LED_465nm



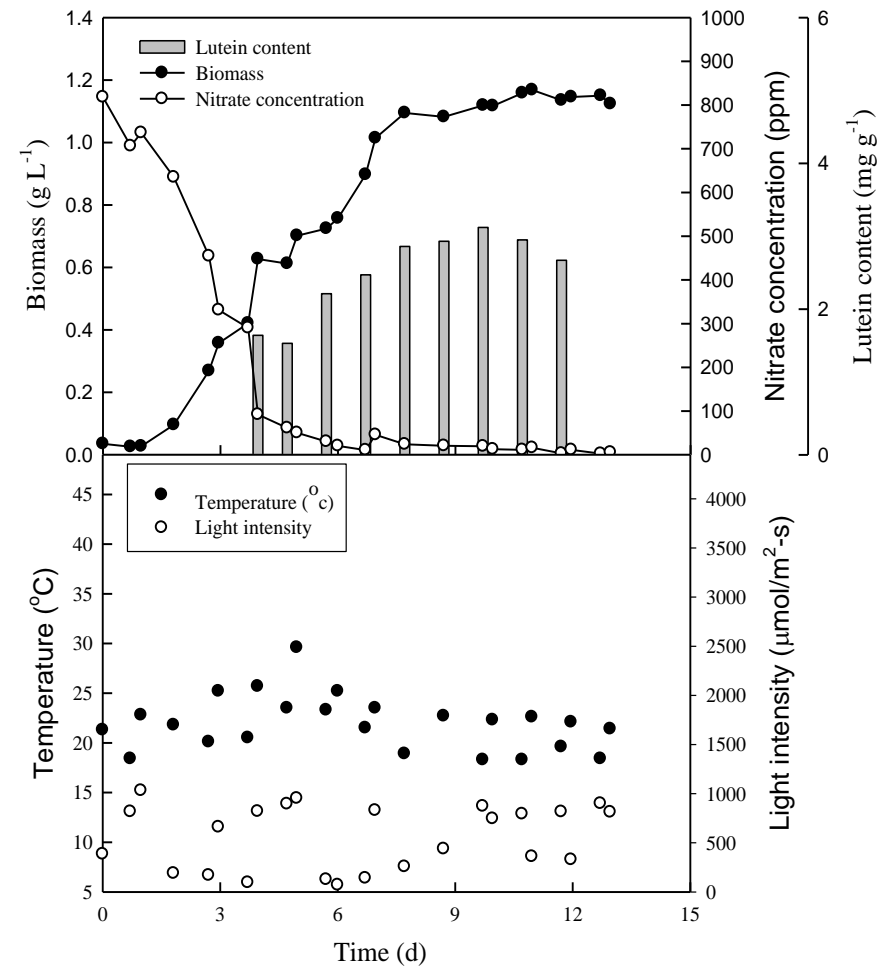
LED 518nm

(b) Specific method for carotenoids

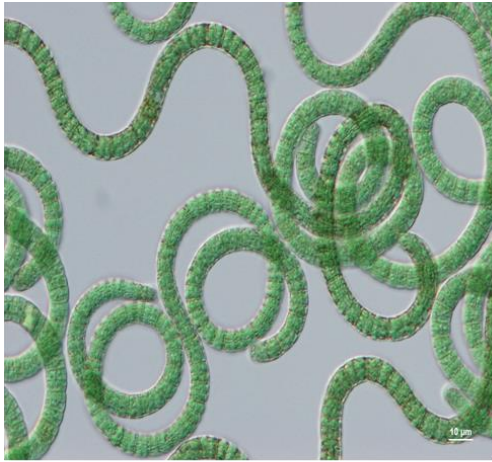


Commercial scale lutein production (300 ton capacity)

Strain: *Chlorella sorokiniana*



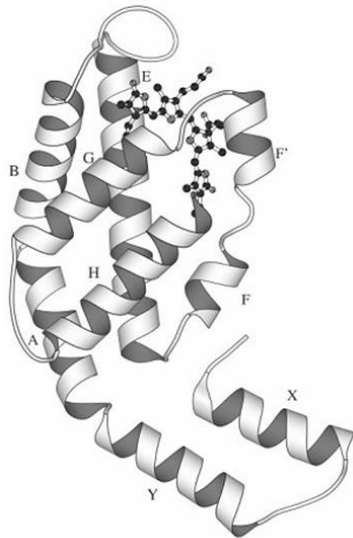
藻藍素(phycoerythrin)之生產



Spirulina sp.



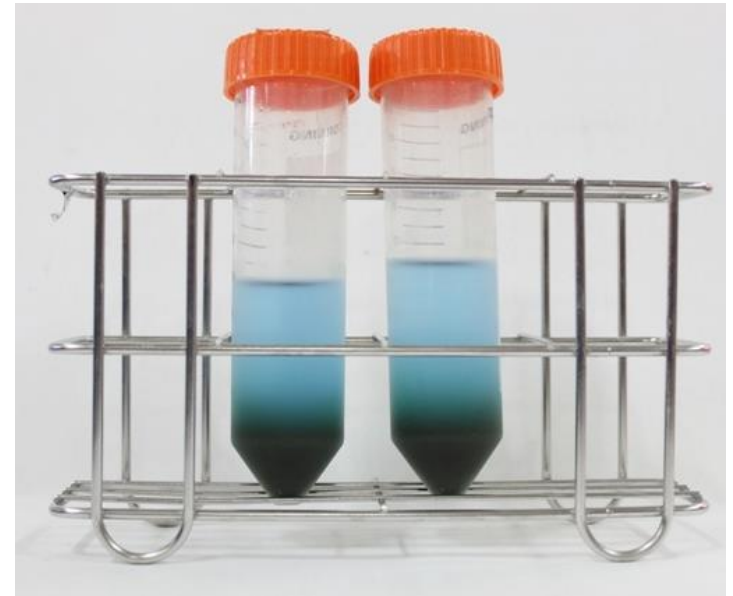
Spirulina sp.



Structure of phycocyanin



phycocyanin



以微藻生產蝦紅素(astaxanthin)



Agar

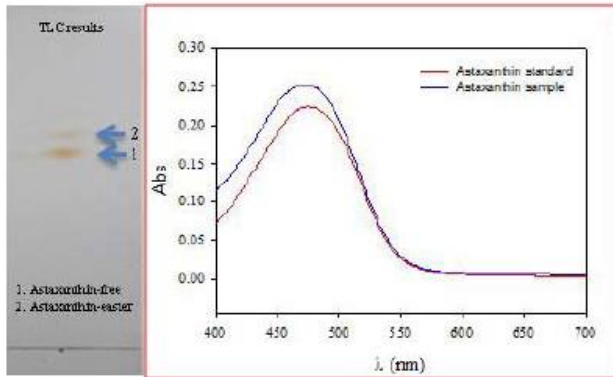


100 ml



5 L
fermentor

此技術已技轉給群融生技公司



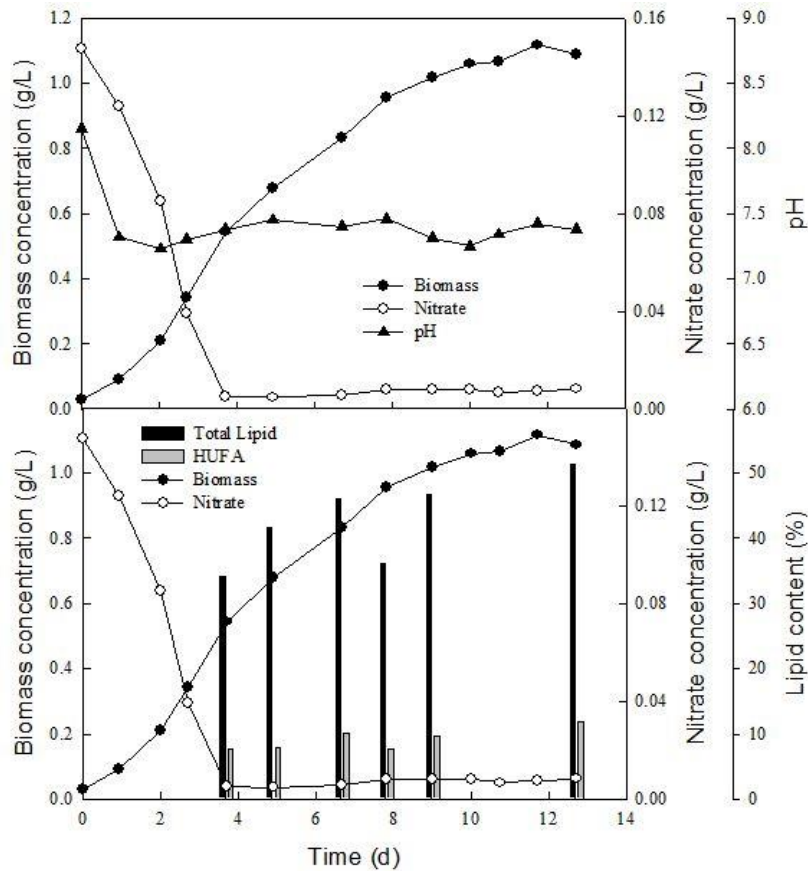
Astaxanthin analysis



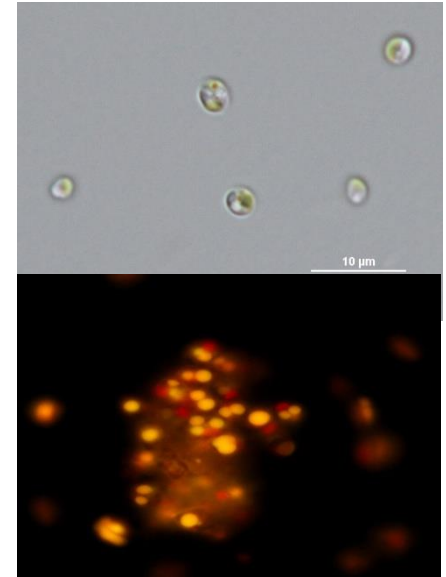
100 L
fermentor

以微藻生產多元未飽和脂肪酸

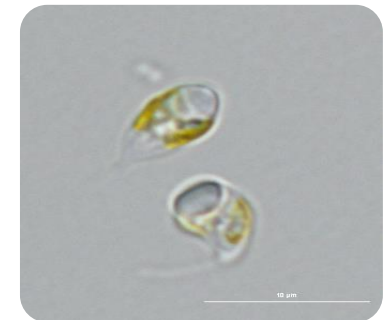
(EPA)



Nannochloropsis oceanica



Pavlova salina



Biomass production (g L ⁻¹)	Biomass productivity (g L ⁻¹ d ⁻¹)	HUFA productivity (mg L ⁻¹ d ⁻¹)
1.086	0.146	1.257

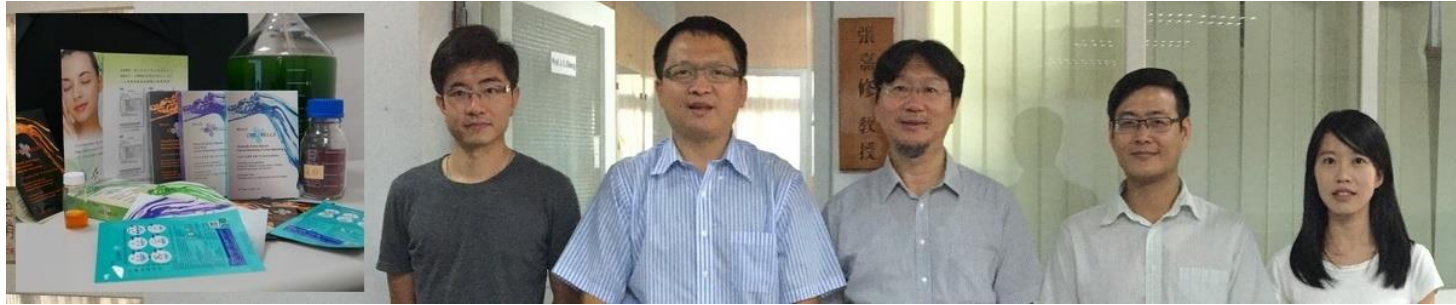
*:maximum value in the culture

藻類生技產品的商業化



Commercialization team

Has started a company in March 2016



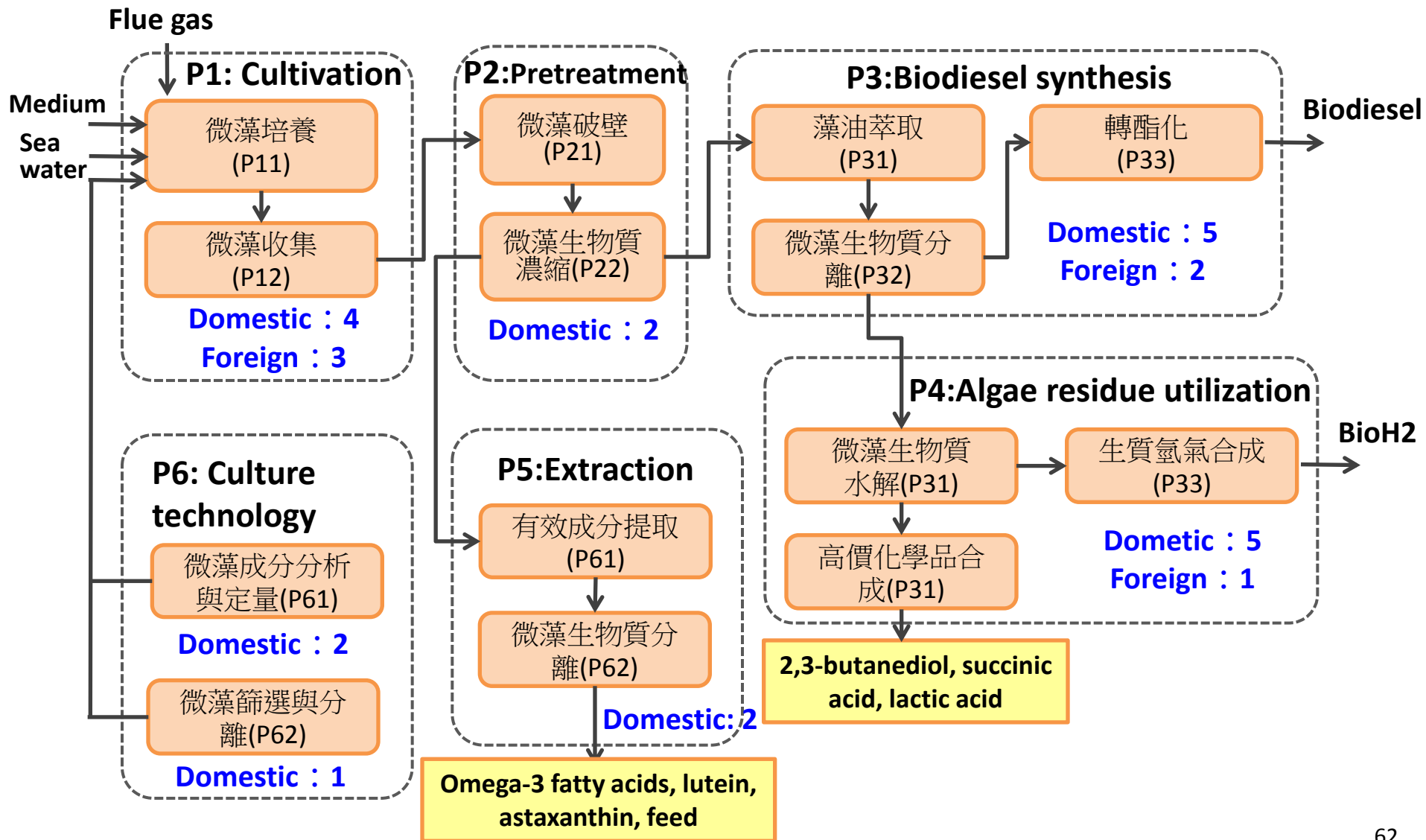
- 本團隊至 Silicon Valley 參加天使基金 (Angel fund) 創投媒合營
- 已成立新創公司 『群融生技股份有限公司』

現有產品展示



"104年度科技部創新創業激勵計畫 (FITI) 榮獲"創業潛力獎" (獎金55萬元)

智慧財產權布局 (目前已有約 40件專利)



合作廠商

合作備忘錄

主權人姓名：益晟國際開發有限公司 (以下簡稱甲方)
 國立成功大學生物技術中心 (以下簡稱乙方)
 國立成功大學化學工程學系 張嘉祥教授 (以下簡稱丙方)
 益昇創投有限公司 (以下簡稱丁方)

雙方認為「Green feed, Green feed」為重要環保標榜產品，進行商業運籌等測試，特擬定本合作備忘錄(以下稱本備忘錄)，以資遵循。

第一條：合作內容
 乙方提供 1000 坪土地並提供甲方使用一年。

第二條：效力
 本備忘錄之有效期間自簽訂之日起生效，於生效日起三個月內，雙方如未能議定正式合約，本備忘錄即失效力。

第三條：禁止
 除一方願將本備忘錄，應於十五日以前以書面通知他方。

第四條：爭議解決
 本備忘錄如有任何爭議，雙方應先以友好協商方式解決，如協商不成，由中華民國法院管轄之，如兩方同意，由中華民國法院為第一審管轄法院。

第五條：附則
 本備忘錄一式四份，由雙方各執正本一份。

甲 方：益晟中 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段生物科技中心
 電話：0953178396

乙 方：益晟國際開發有限公司 (總經理)
 代表人：陳嘉倫 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段 215 號

中華民國



Land for building factory

合作備忘錄

主權人姓名：逸生企業有限公司 (以下簡稱甲方)
 國立成功大學 (以下簡稱乙方)
 國立成功大學化學工程學系 張嘉祥教授 (以下簡稱丙方)
 益昇創投有限公司 (以下簡稱丁方)

雙方認為「Green feed, Green feed」為重要環保標榜產品，進行商業運籌等測試，特擬定本合作備忘錄(以下稱本備忘錄)，以資遵循。

第一條：合作內容
 甲方提供 1000 坪土地並提供乙方使用一年。

第二條：效力
 本備忘錄之有效期間自簽訂之日起生效，於生效日起三個月內，雙方如未能議定正式合約，本備忘錄即失效力。

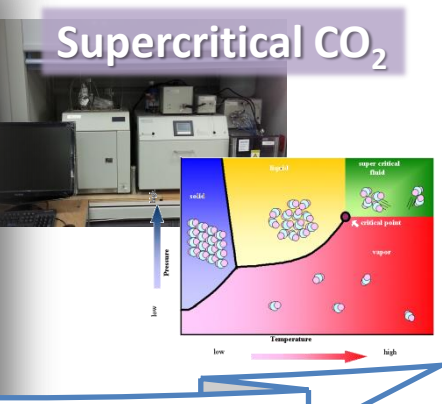
第三條：禁止
 除一方願將本備忘錄，應於十五日以前以書面通知他方。

第四條：爭議解決
 本備忘錄如有任何爭議，雙方應先以友好協商方式解決，如協商不成，由中華民國法院管轄之，如兩方同意，由中華民國法院為第一審管轄法院。

第五條：附則
 本備忘錄一式四份，由雙方各執正本一份。

甲 方：逸生企業有限公司 (總經理)
 代表人：陳嘉倫 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段 215 號

中華民國



Extraction technology

合作備忘錄

主權人姓名：振泓生化股份有限公司 (以下簡稱甲方)
 國立成功大學 (以下簡稱乙方)
 國立成功大學化學工程學系 張嘉祥教授 (以下簡稱丙方)
 益昇創投有限公司 (以下簡稱丁方)

雙方認為「Green feed, Green feed」為重要環保標榜產品，進行商業運籌等測試，特擬定本合作備忘錄(以下稱本備忘錄)，以資遵循。

第一條：合作內容
 三方合作開發新產品行銷合約。

第二條：效力
 本備忘錄之有效期間自簽訂之日起生效，於生效日起三個月內，雙方如未能議定正式合約，本備忘錄即失效力。

第三條：禁止
 除一方願將本備忘錄，應於十五日以前以書面通知他方。

第四條：爭議解決
 本備忘錄如有任何爭議，雙方應先以友好協商方式解決，如協商不成，由中華民國法院管轄之，如兩方同意，由中華民國法院為第一審管轄法院。

第五條：附則
 本備忘錄一式三份，由雙方各執正本一份。

甲 方：振泓生化股份有限公司 (總經理)
 代表人：張嘉倫 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段化學工程學系

中華民國

合作備忘錄

主權人姓名：蕾迪詩生物科技股份有限公司 (以下簡稱甲方)
 國立成功大學 (以下簡稱乙方)
 國立成功大學化學工程學系 張嘉祥教授 (以下簡稱丙方)
 益昇創投有限公司 (以下簡稱丁方)

雙方認為「Green feed, Green feed」為重要環保標榜產品，進行商業運籌等測試，特擬定本合作備忘錄(以下稱本備忘錄)，以資遵循。

第一條：合作內容
 三方合作開發新產品行銷合約。

第二條：效力
 本備忘錄之有效期間自簽訂之日起生效，於生效日起三個月內，雙方如未能議定正式合約，本備忘錄即失效力。

第三條：禁止
 除一方願將本備忘錄，應於十五日以前以書面通知他方。

第四條：爭議解決
 本備忘錄如有任何爭議，雙方應先以友好協商方式解決，如協商不成，由中華民國法院管轄之，如兩方同意，由中華民國法院為第一審管轄法院。

第五條：附則
 本備忘錄一式三份，由雙方各執正本一份。

甲 方：蕾迪詩生物科技股份有限公司 (總經理)
 代表人：張嘉倫 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段化學工程學系

中華民國

合作備忘錄

主權人姓名：石材暨資源產業研究發展中心 (以下簡稱甲方)
 國立成功大學 (以下簡稱乙方)
 國立成功大學化學工程學系 張嘉祥教授 (以下簡稱丙方)
 益昇創投有限公司 (以下簡稱丁方)

雙方認為「Green feed, Green feed」為重要環保標榜產品，進行商業運籌等測試，特擬定本合作備忘錄(以下稱本備忘錄)，以資遵循。

第一條：合作內容
 三方合作開發新產品行銷合約。

第二條：效力
 本備忘錄之有效期間自簽訂之日起生效，於生效日起三個月內，雙方如未能議定正式合約，本備忘錄即失效力。

第三條：禁止
 除一方願將本備忘錄，應於十五日以前以書面通知他方。

第四條：爭議解決
 本備忘錄如有任何爭議，雙方應先以友好協商方式解決，如協商不成，由中華民國法院管轄之，如兩方同意，由中華民國法院為第一審管轄法院。

第五條：附則
 本備忘錄一式三份，由雙方各執正本一份。

甲 方：石材暨資源產業研究發展中心 (總經理)
 代表人：張嘉倫 (董事)
 通訊地址：臺南市大學路一段 534 號

中華民國

d/c Japan (微藻色素)

GREENYN 綠茵生技 (微藻色素)

GROBEST 全興飼料股份有限公司

Feed supplements & health food

Current commercial products (1)

Essentials



Face mask



Soap



面膜



Cosmetics



Green algae feed



Astaxanthin feed



Lutein



Astaxanthin

Production using microalgae as feed (2)



-18°C
冷凍存放

淨重
□ 300g±10g
□ 600g±10g

珍蝦系列

釀藻白蝦

生態工法 益菌共養 活蝦速凍
鮮啖甘甜 天然無毒 環境友善

- 無抗生素
- 無重金屬
- 無防腐劑
- 無添加劑
- 無保鮮劑
- 無有害菌

拒絕黑心 ♥ 食蝦安心



[\(movie\)](#)

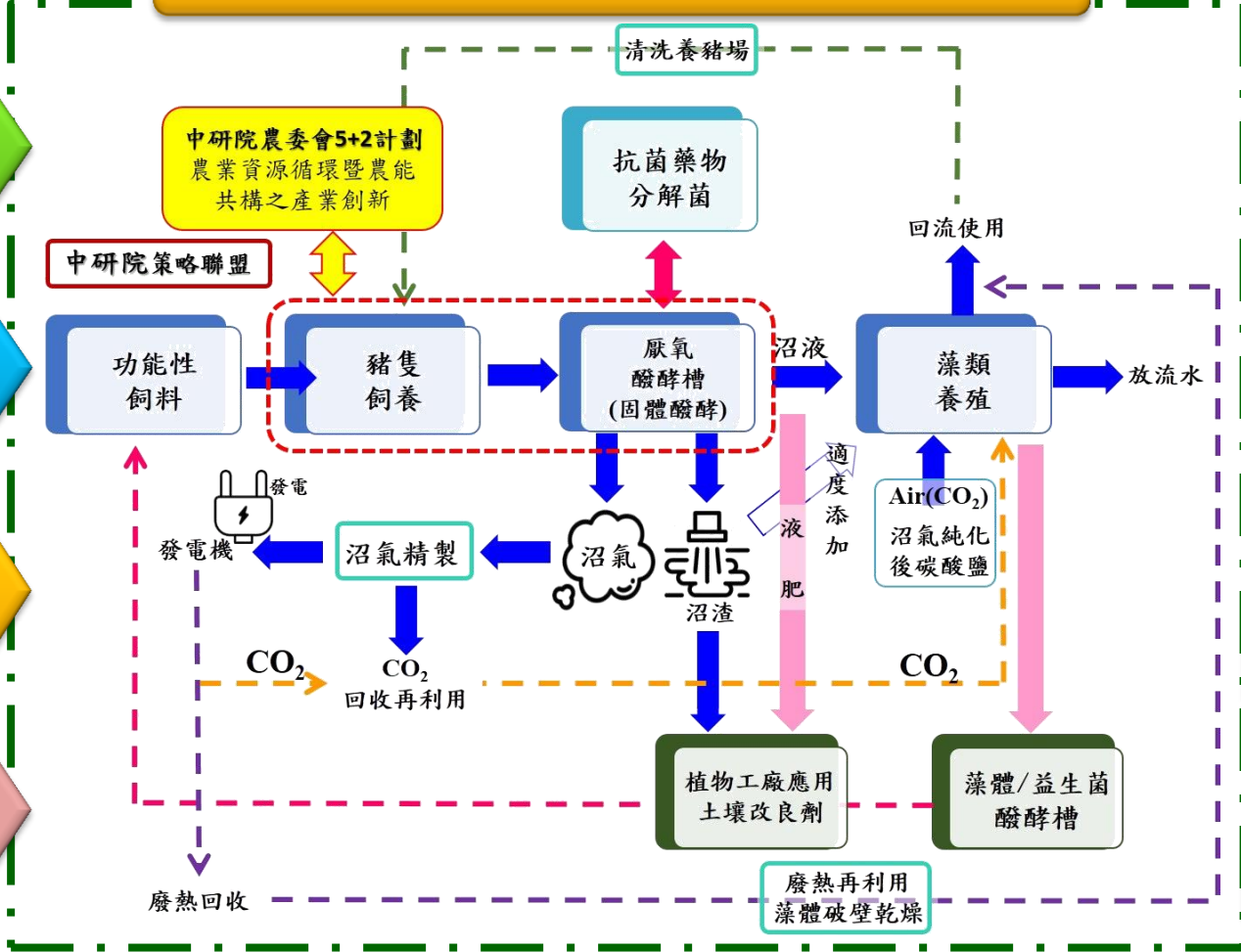
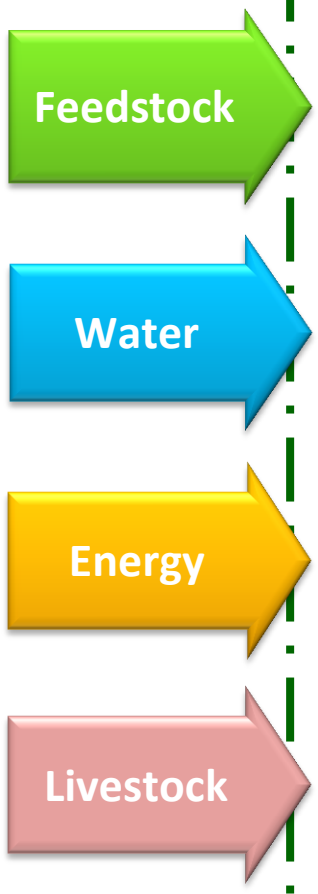
Current commercial products (3)

Microalgae-based dessert

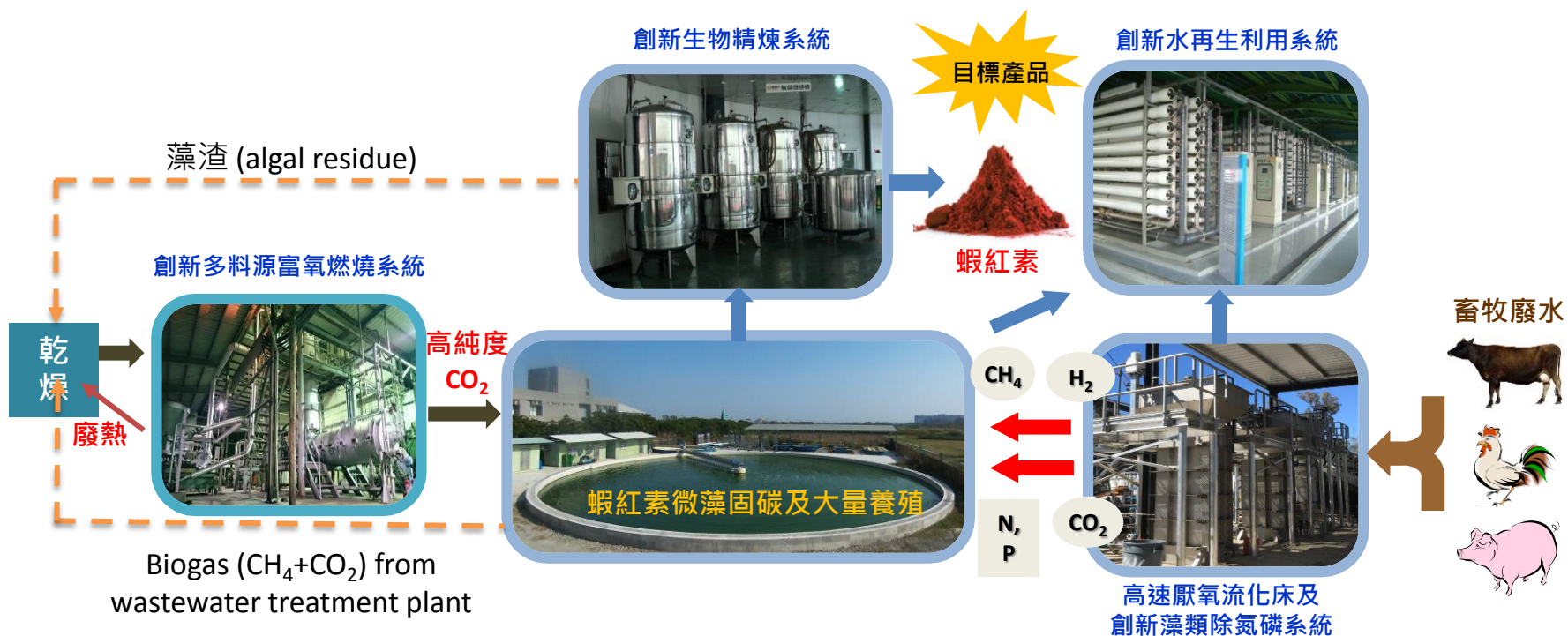


未來展望

創新畜牧廢水處理循環經濟模式

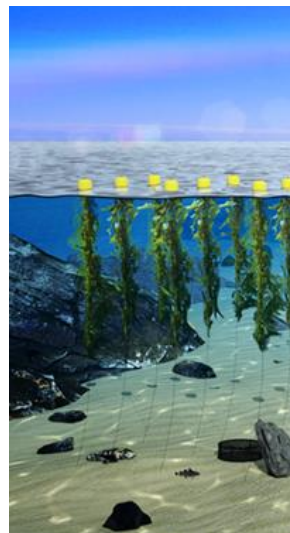


畜牧廢水處理及藻類蝦紅素生產循環經濟模式

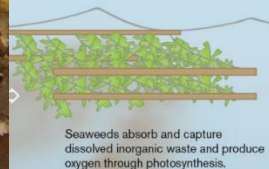


未來的糧食與資源要靠海洋

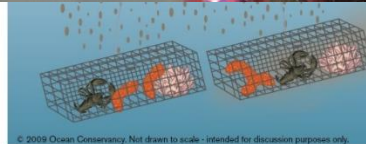
海洋牧場



Responsible Aquaculture



Current

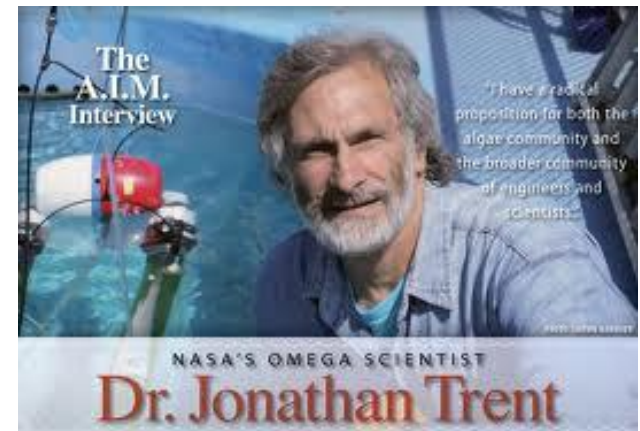
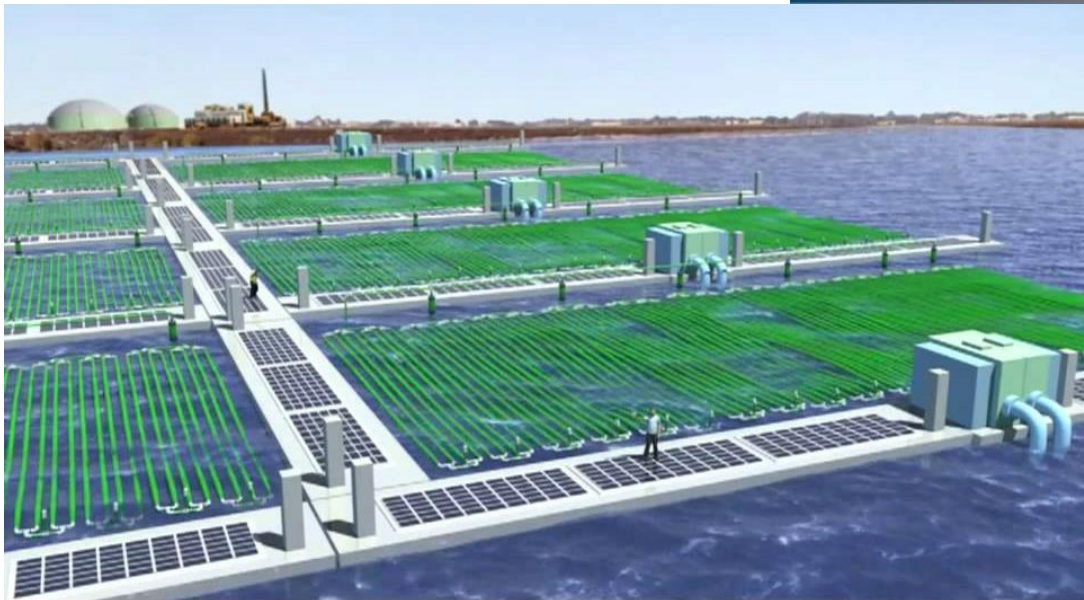
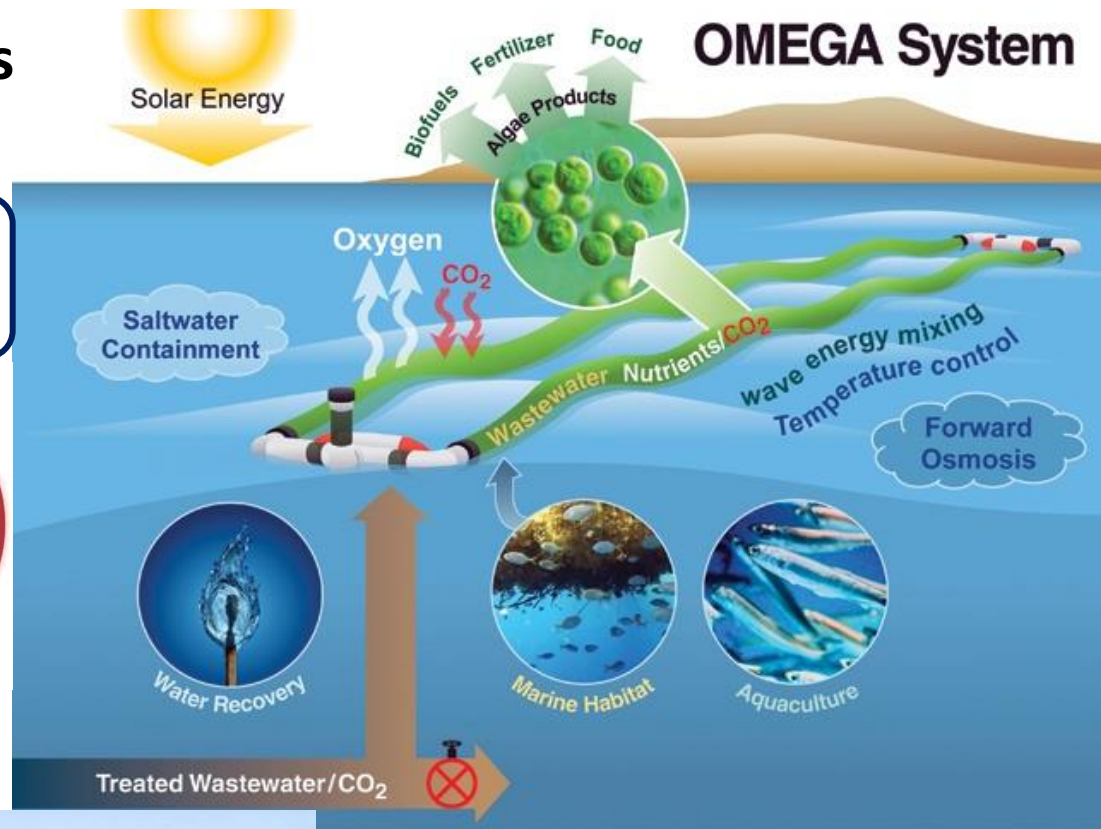


© 2009 Ocean Conservancy. Not drawn to scale - intended for discussion purposes only.

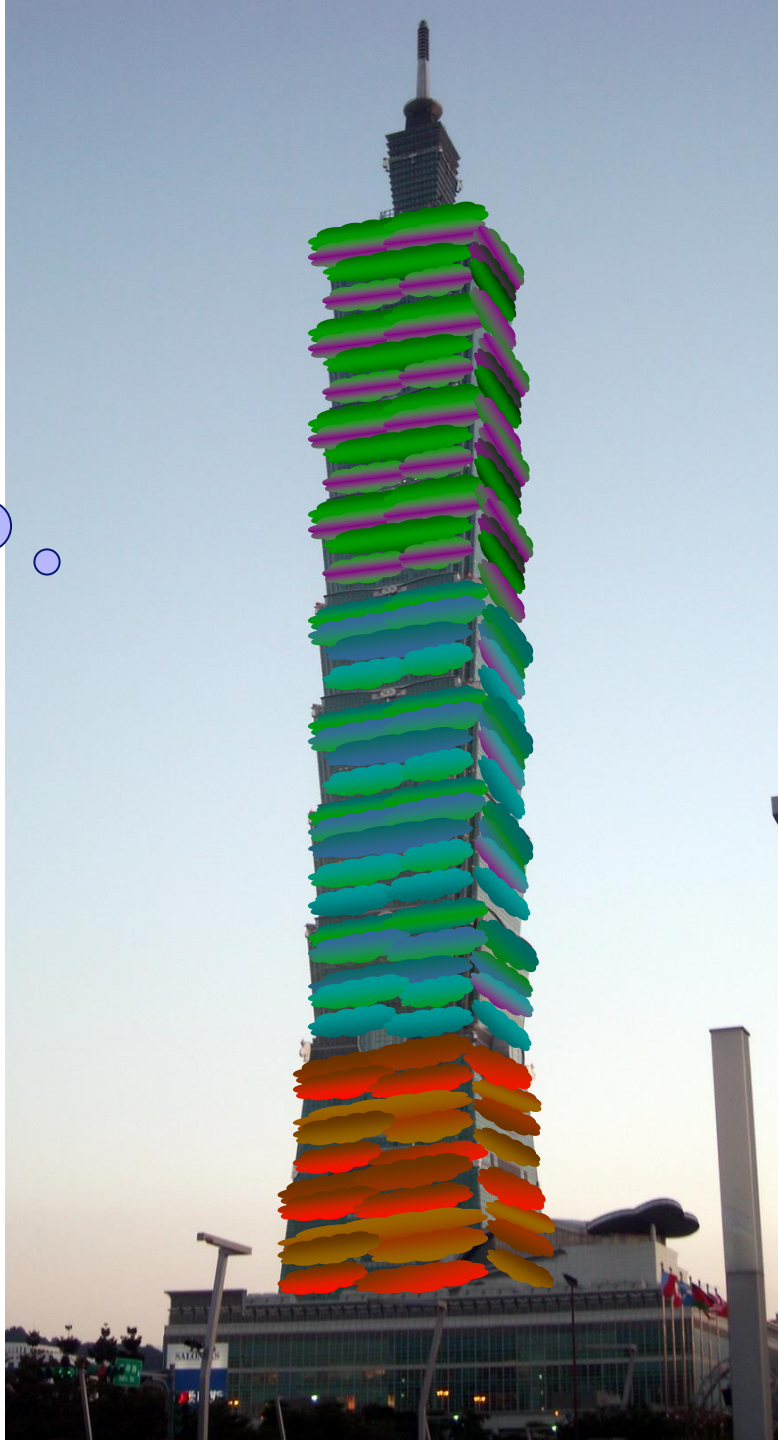
以中鋼公司轉爐石製造的人工藻礁

EU Food-Energy-Water Nexus project (pre-proposal approved)

OMEGA project in Taiwan



把Taipei 101變成微藻光生物反應器



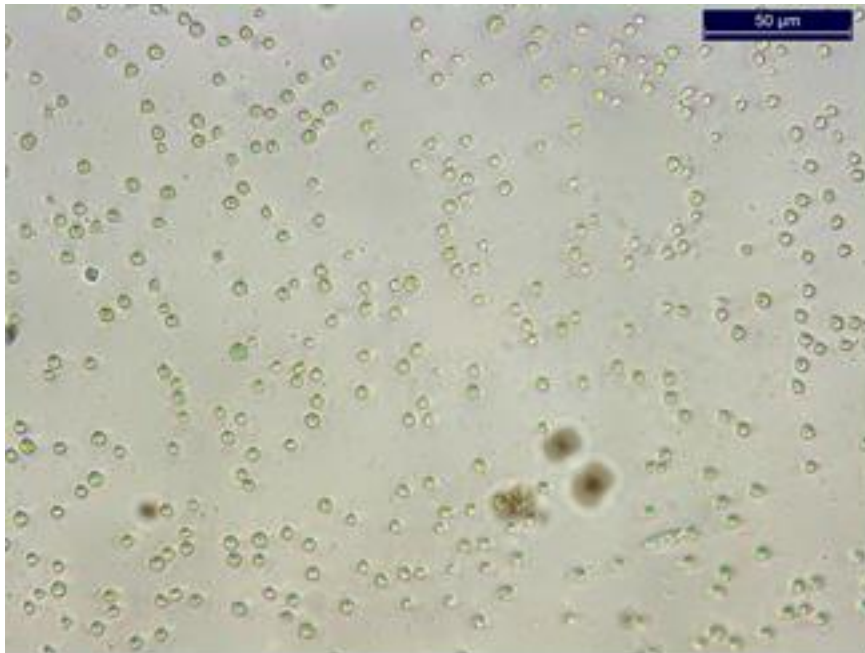
Thank you for your attention



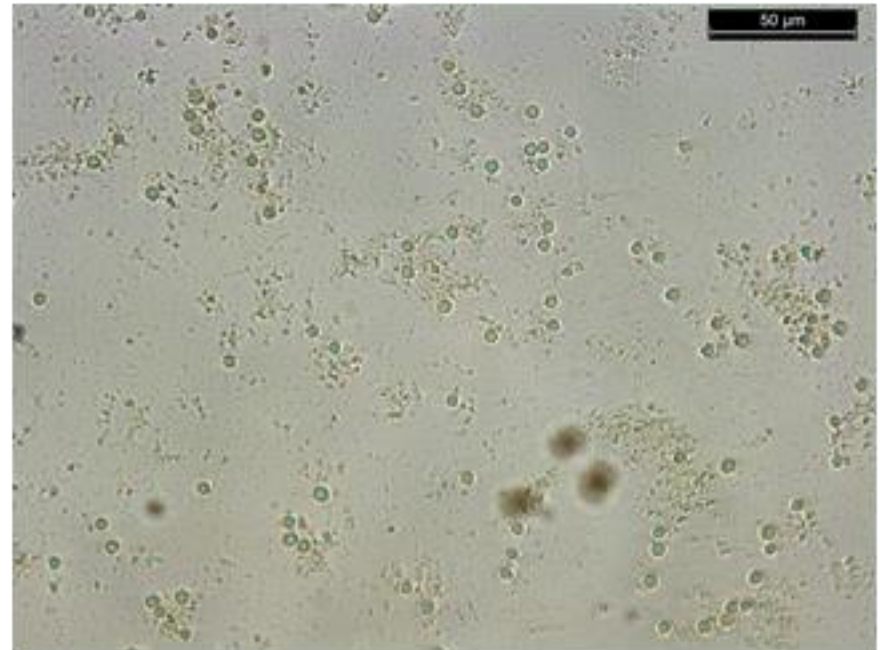
相關影片展示

- [中鋼公司/成大模廠](#)
- [NEP-II CO2再利用計畫](#)
- [公視新聞](#)

Chlorella sp. ESP-31處理前後之顯微鏡照片(400x倍率)



破壁前

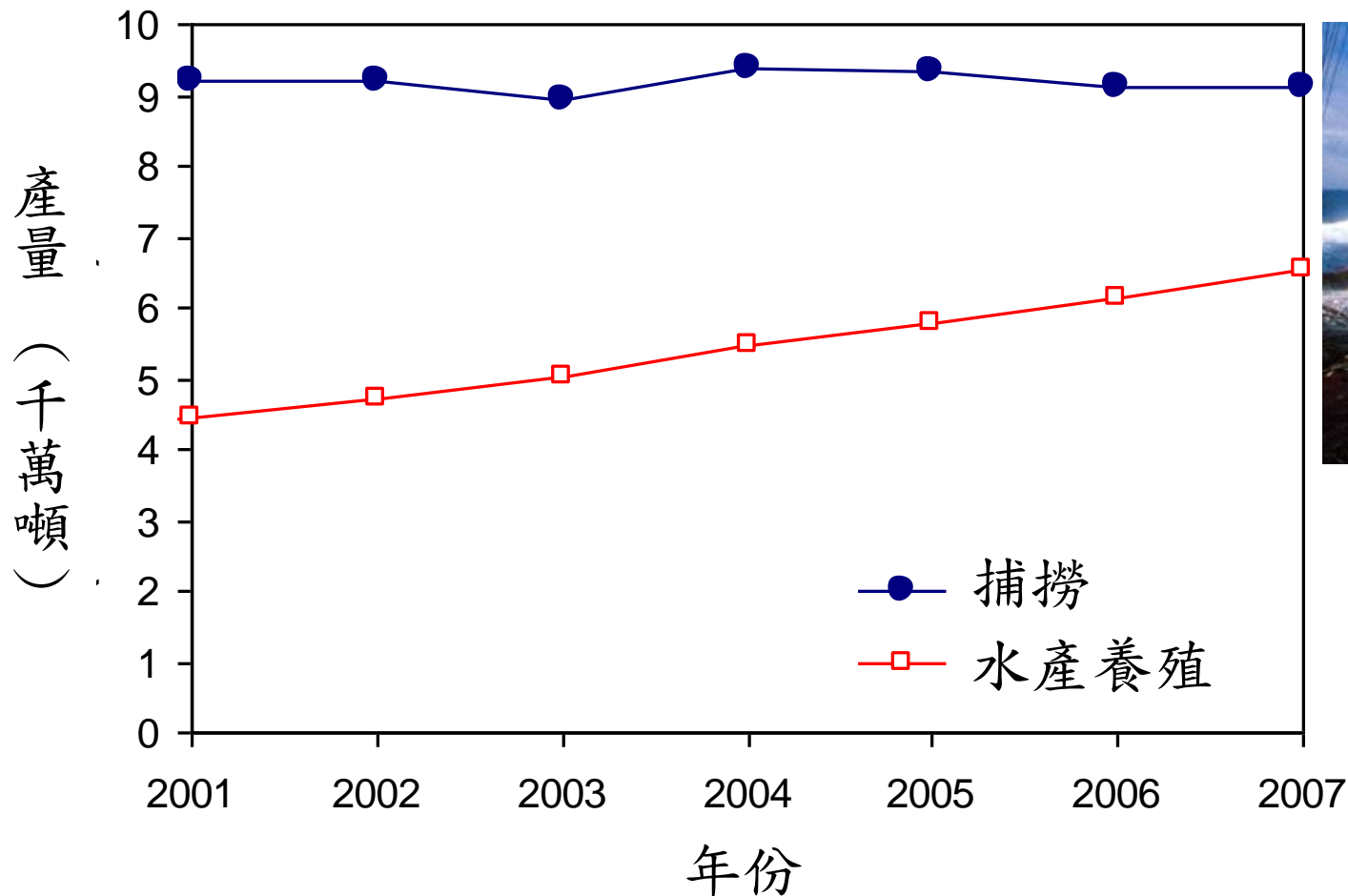


破壁後

水產養殖會逐漸取代捕撈

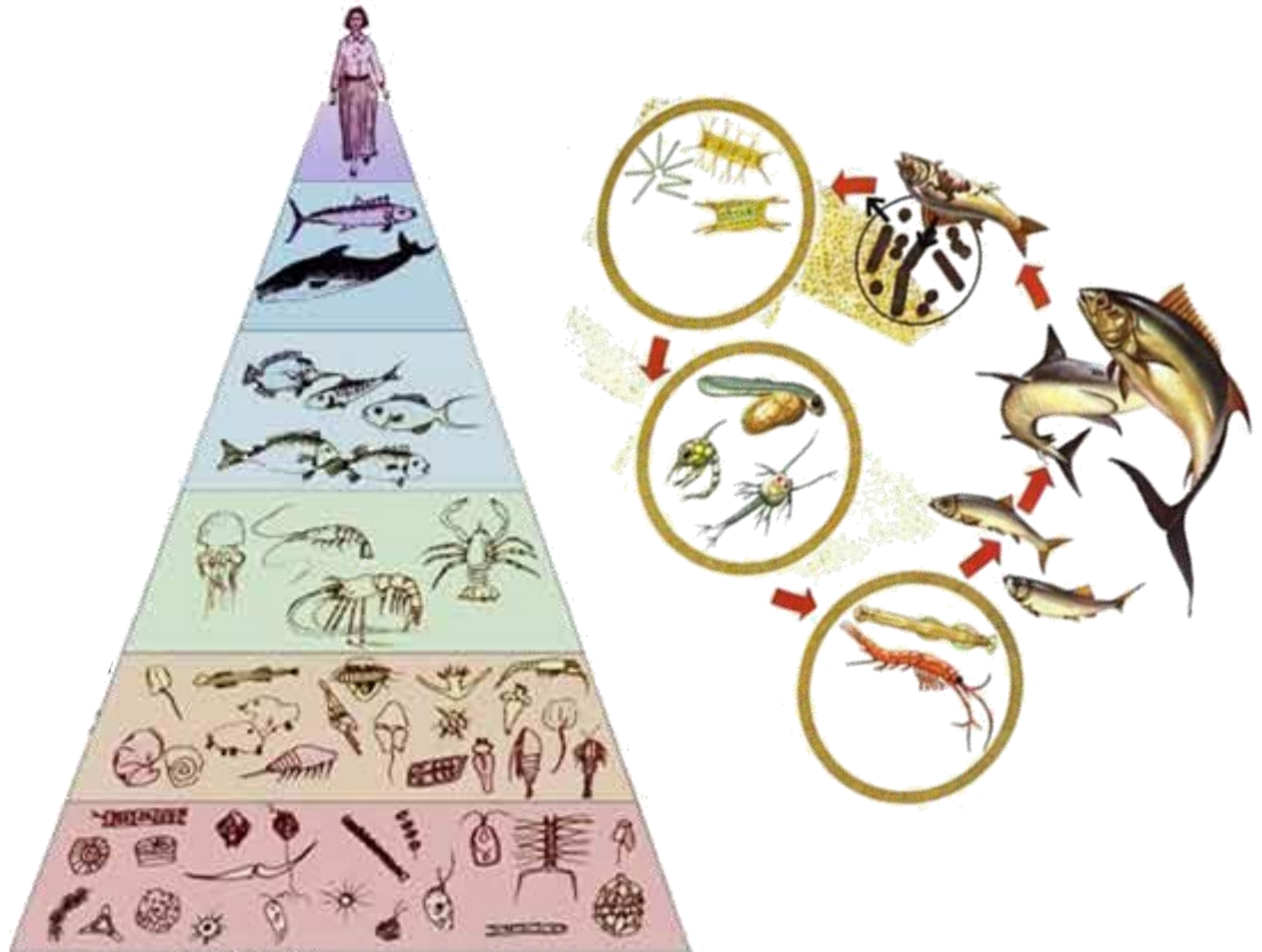
➔ 魚粉漲價與缺貨

微藻可作為魚粉替代品 (動物性蛋白來源)



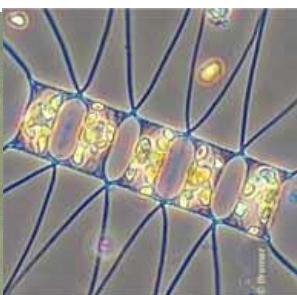
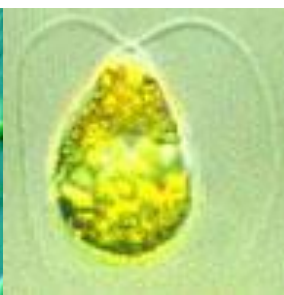
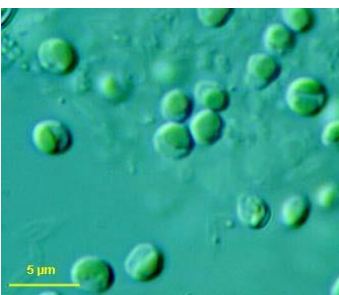
(From food and agriculture organization; FAO)

是微藻支撐住海洋食物鏈的金字塔

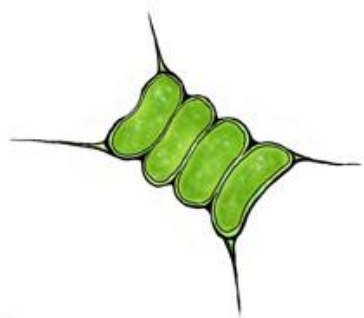


一些常用於水產養殖的微藻

微藻	應用
<i>Nannochloropsis oculata</i> 擬球藻	雙枚貝
<i>Isochrysis galbana</i> 等鞭金藻	雙枚貝
<i>Tetraselmis chui</i> 周氏扁藻	雙枚貝
<i>Skeletonema costatum</i> 骨藻	蝦
<i>Chaetoceros muelleri</i> 牟氏角毛藻	蝦



柵藻 (Scenedesmus)



50µm



綠藻類，含有較多的葉黃素等類
胡蘿蔔素，能夠吸收大量二氧化
碳並轉化為醣類，有機會取代傳
統使用糧食作物生產生質酒精的
方式



微藻美容產品跨領域技術研發平台之研究 Development and commercialization of microalgae cosmetic and personal care products

國科會大產學計畫計畫 (with Ladies Biotech Co.)

Budget size : NT \$ 20M

Jo-Shu Chang¹, Duu-Jong Lee², Chia-Che Chang³, Chun-Yen Chen⁴, Hui-Min Wang⁵,
Jian-Liang Pan⁶

1. Department of Chemical Engineering, NCKU
2. Department of Chemical Engineering, NTU
3. Graduate Institute of Biomedical Science, NCHU
4. Center for Bioscience and Biotechnology, NCKU
5. Department of Fragrance and Cosmetic Science, KMU
6. Department of Chemical and Biochemical Engineering, KYU



Cosmetic product from microalgae

綠藻美容系列產品

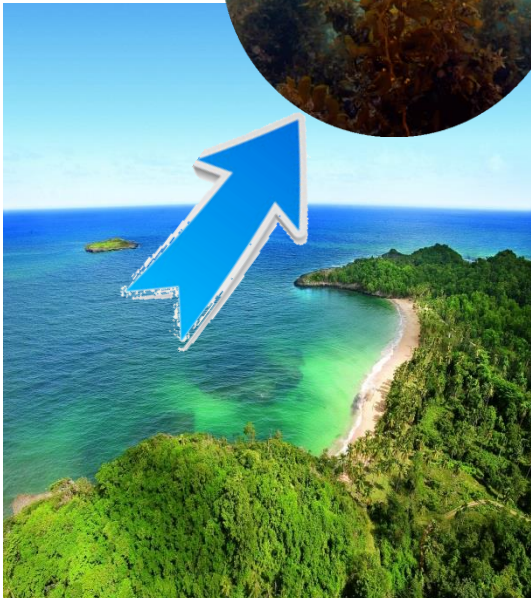


以深層海水(Deep-sea water)養殖微藻

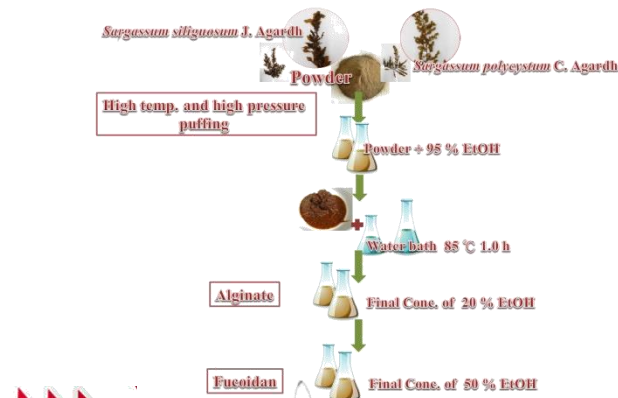


以馬尾藻開發褐藻糖漿

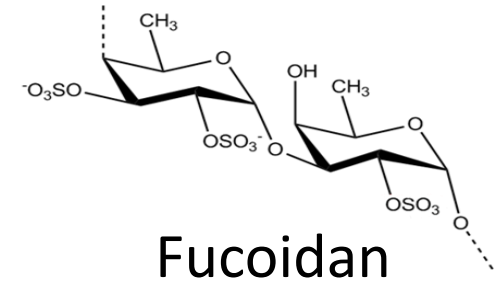
Sargassum sp.
sp.



Extraction & Analysis



Application



Fucoidan



Health Supplements



創業團隊

於2016年4月籌創一家新公司 (群融生技)



- 本團隊至美國矽谷參加天使基金創投accelerator吸收海外資金

現有產品展示



"104年度科技部創新創業激勵計畫 (FITI) 榮獲"創業潛力獎" (獎金55萬元)

Current target (1): 以微藻進行蝦類養殖



Current target (2): 藻類糕點相關產品



Current target (3): 藻類化妝保養品



Current target (4): 藻類色素與飼料



2016-2030

CO₂ capture/carbon credit & wastewater treatment

2016



飼料營養添加劑

- ω-3多元不飽和脂肪酸
 - 取代重金屬魚油
- 必需胺基酸
 - 降低添加劑成本
- 天然蝦紅素
 - 取代人工蝦紅素
- 海洋弧菌抗性
 - 取代抗生素
- 天然抗氧化物質
 - 取代防腐劑

2016



香粧品

- 抗UV功效
 - 可做為防曬、抗UV產品
- 天然抗氧化物質
 - 可做為抗老化產品
- 藻類多糖
 - 可做為保濕產品

2018



保健食品

- 天然蝦紅素
 - 可降低心血管疾病、減緩視力退化、預防老年痴呆症、帕金森氏症、預防癌症
- 藻藍素
 - 具高營養、可抗氧化、降低膽固醇、抗發炎
- 葉黃素
 - 可預防眼部退化型黃斑部病變
- 藻類多醣體、褐藻糖膠
 - 可提升免疫力、降低膽固醇、血糖及血脂
- DHA藻油
 - 無重金屬汙染、可降低心血管疾病、促進嬰幼兒腦部發育、預防憂鬱症
- 必需胺基酸
 - 可提升免疫力、調節生理機能、促進新陳代謝、加速體內修復

2019



生質能源

- 藻油
 - 可作為生質柴油之來源
- 藻體殘渣
 - 可進一步發酵以生產氫氣、乙醇、丁醇等

2021



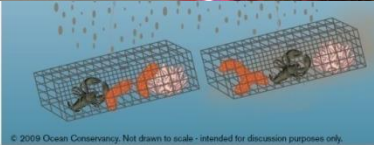
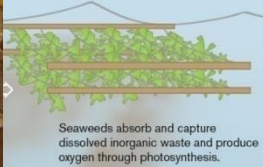
糖尿病、癌症用藥

- 糖尿病用藥
 - 可降低胰臟β細胞損傷，恢復胰島素合成
- 癌症用藥
 - 可抑制癌細胞增生、抑制血管不正常新生

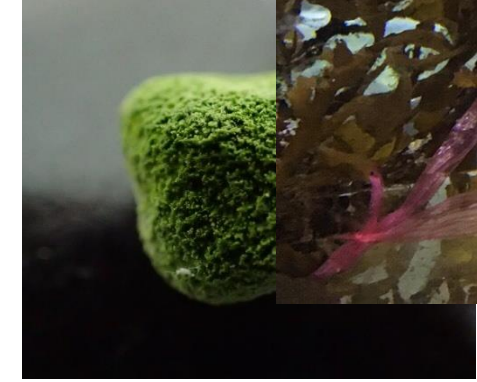
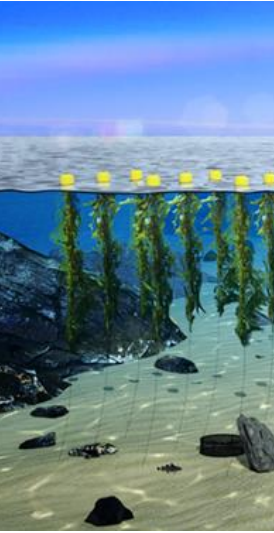
Future resources for food and feed will be from algae



Responsible Aquaculture



© 2009 Ocean Conservancy. Not drawn to scale - intended for discussion purposes only.

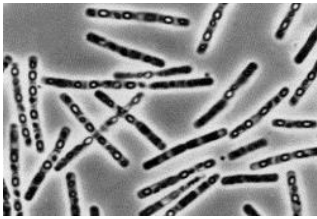


Steel slag as support for microalgal growth

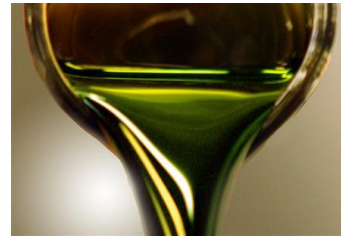
生物法破壁技術

(Collaboration with ITRI)

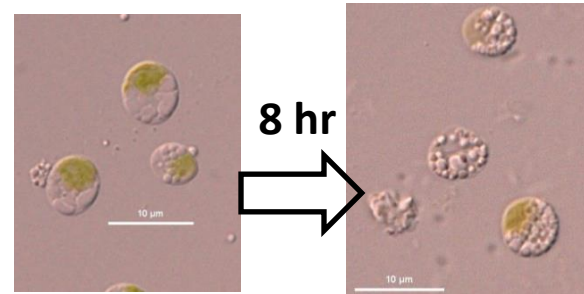
Bacillus sp. KA-G1



Biodiesel and lutein



Evaporation



Cell disruption performance