



**GREEN
ENERGY
NETWORK**



www.greenenergynet.net



Future Outlook for Thailand Biogas Industries, Feedstocks and Biogas Technologies

By

Kiattisak Kobkanjanakorn

Green Energy Network

05.08.2020



Situation of Biogas Plant with Electricity Generation in Thailand As of Year 2016

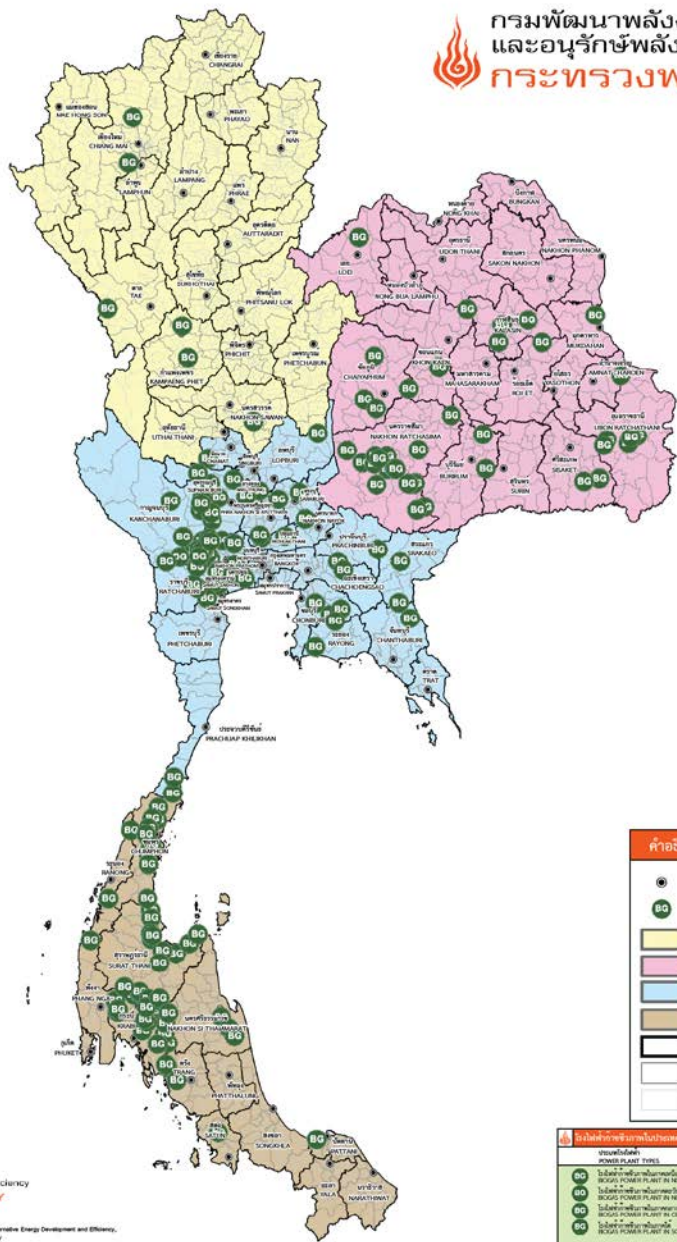
| Biogas Plants As of 2016 | No. of Plant | Biogas Production Million-Nm ³ /Year | MW Production |
|--|--------------|---|---------------|
| POME (Crude Palm Oil) | 72 | 177.3 | 100 |
| Ethanol | 19 | 243.8 | 55 |
| Starch | 56 | 364.5 | 82 |
| Other Industries | 80 | 126.6 | 36 |
| Livestock | 1,250 | 217.6 | 61 |
| Summary Biogas Plant with Electricity Generation | | 1,130 | 334 |
| Installed Capacity (Source : EPPO) | | | 375 |

Source: Energy Policy and Planning office (EPPO), Ministry of Energy, Thailand



แผนที่แสดงที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในประเทศไทย
MAP OF BIOGAS POWER PLANTS IN THAILAND

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน



On grid capacity as of
Year 2017

คำอธิบายสัญลักษณ์ LEGEND

- ศาลากลางจังหวัด
CITY HALL
- โรงผลิตก๊าซชีวภาพ
BIOGAS POWER PLANTS
- ภาคเหนือ
NORTHERN
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NORTH-EASTERN
- ภาคกลาง
CENTRAL
- ภาคใต้
SOUTHERN
- ขอบเขตจังหวัด
PROVINCE BOUNDARY
- ขอบเขตอำเภอ
DISTRICT BOUNDARY
- ขอบเขตตำบล
ADMINISTRATIVE BOUNDARY

โรงผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทยและ BIOGAS POWER PLANTS IN THAILAND

| ชนิดของโรงไฟฟ้า POWER PLANT TYPES | กำลังผลิตรวม TOTAL CAPACITY MW (Dec 2017) |
|---|---|
| โรงผลิตก๊าซชีวภาพภาคเหนือ BIOGAS POWER PLANT IN NORTHERN | 11 |
| โรงผลิตก๊าซชีวภาพภาคตะวันออกเฉียงเหนือ BIOGAS POWER PLANT IN NORTH-EASTERN | 109 |
| โรงผลิตก๊าซชีวภาพภาคกลาง BIOGAS POWER PLANT IN CENTRAL | 96 |
| โรงผลิตก๊าซชีวภาพภาคใต้ BIOGAS POWER PLANT IN SOUTHERN | 138 |
| กำลังการผลิตรวม TOTAL CAPACITY | 354 |

0 30 45 60 120 180
Kilometers

Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY

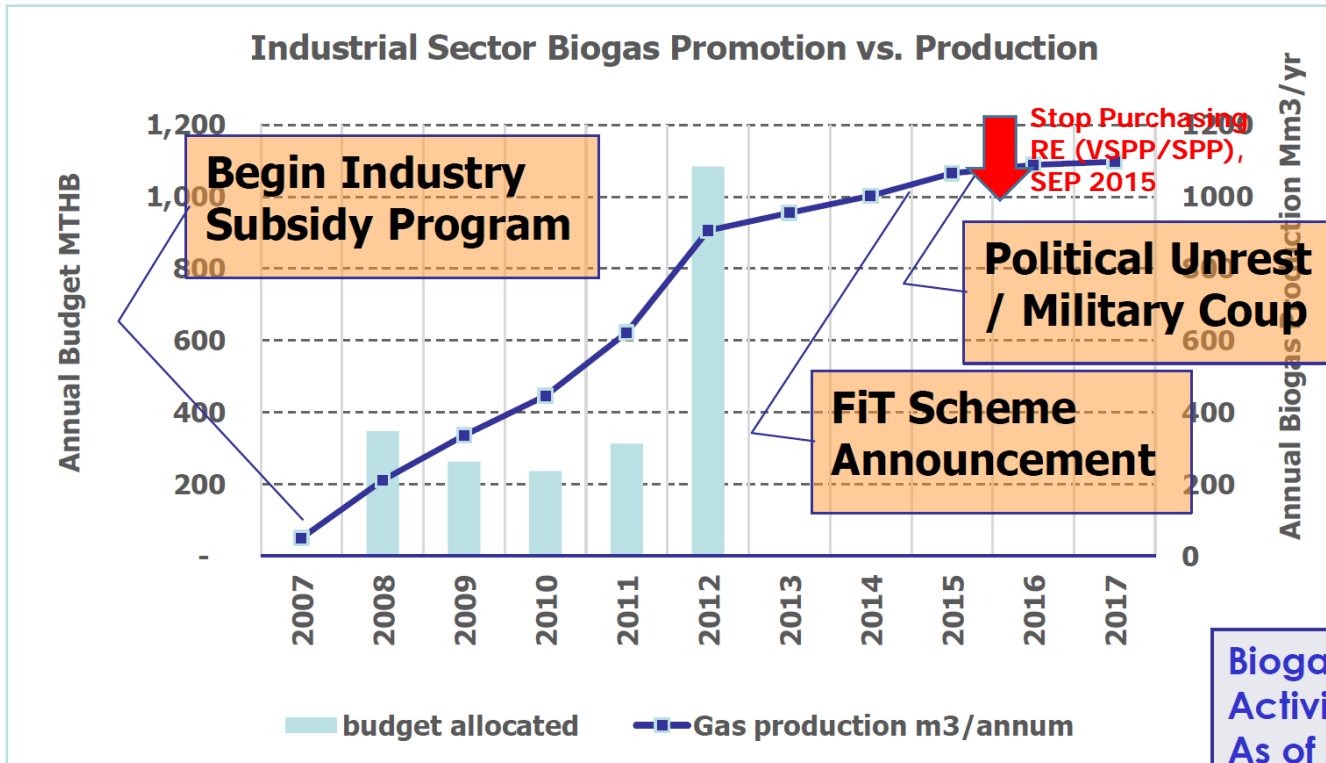
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
17 ถนนพหลโยธิน 1 แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ 10330
Tel. 0 2222 8100, 0 2222 9021-9

Department of Alternative Energy Development and Efficiency,
Ministry of Energy
17 Rama IV Road, Nongleak Bldg.,
Phrahanon, Bangkok 10330, THAILAND
Tel. +66 2222 8100, +66 2222 9021-9

www.adee.go.th

หมายเหตุ : กำลังการผลิตรวม ณ เดือนธันวาคม 2560 Note : On grid capacity as of December, 2017
: ไม่รวมกำลังการผลิตไฟฟ้าแบบระบบ : Excluding Offgrid Power Generation

Agro Industries Sector Response to Subsidy Program



Total Budget 2,200 MTHB injected into industrial sector to promote biogas in 7 year

- 1,097 Mm3/annual biogas production
- CO2 reduction 10 Mton CO2 eq / year
- 10,000 MTHB investment

| Biogas Activities As of 2016 | No. of Plant | Gas Production m3/year |
|------------------------------|--------------|------------------------|
| POME | 72 | 177.3 |
| Ethanol | 19 | 243.8 |
| Starch | 56 | 364.5 |
| Others Ind. | 80 | 126.6 |
| Livestock | 1,250 | 217.6 |



Policies Instabilities that impact to Thailand Biogas Industries Development

- Since year 2015, no SPP/VSP for Biogas Technologies has been announced for purchasing.
- High Dose of Promotion/Subsidy Schemes has been stopped immediately, with no "Cooling Down Process", cause difficulties for "Supply Chains"
- Purchasing Schemes (*Implementation!*) Changing based on Policy (Decision) Makers:

TOU+Adder (First Come First Serve) → PDP
2015/AEDP 2015 → FIT Bidding → FIT (Firm-Semi
Firm) Bidding → PDP 2018/AEDP 2018 → Community
Power Plant → PDP 2018/AEDP 2018 Rev1 → What
Next?, What is the long term purchasing plan?



- Need “Long Term Plans and Directions” for Projects (& Technologies) Developments, Supply Chain Business Creation & Maintain.
- Need Larger Market Volume for Business Ecology and Self Sustained Supply Chains, i.e., Gas Engine Generator Services Companies, Biogas Heat Check-up Services, Technologies Developers, Suppliers, Contractors, O&M Services, Etc.
- Let's talk about “Technologies”.



ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตเกษตร มีศักยภาพในการนำวัตถุดิบประเภท ของเสีย (Solid Waste) และ วัสดุเส้นใย (Fibrous Substrate) มาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพ ด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ ยกตัวอย่างเช่น

| กิจกรรม | วัตถุดิบที่ได้ |
|---|---|
| เศษวัสดุเหลือทิ้ง หรือ ผลผลิตภาคการเกษตร | <ul style="list-style-type: none"> ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ใบอ้อย เปลือก/ซังข้าวโพด พืชพลังงาน เช่น หญ้าเนเปียร์ |
| เศษวัสดุเหลือทิ้งจาก อุตสาหกรรมแปรรูป ผลผลิตเกษตร | <ul style="list-style-type: none"> กากมันสำปะหลัง (โรงงานแป่งมันสำปะหลัง) กากปาล์ม หรือ Decanter Cake (โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม) ทะลายปาล์มเปล่า (EFB) (โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม) เศษวัสดุจากการแปรรูปอาหาร |
| ของเสียจากชุมชนหรือ กิจการพาณิชย์ | <ul style="list-style-type: none"> ขยะอินทรีย์ (จากการคัดแยกขยะชุมชน) เศษอาหาร ของเสียจากครัว ไขมัน ตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย และอื่นๆ |

สถานการณ์ที่เกิดขึ้น (และจะมากขึ้นทุกๆ ปี) !!



ปัญหา? Problems ?



Why Solid Substrate Digestion

- Normally, those solid substrates/residues contain high moisture content (No need for drying, additional energy), “Bio-degradable, both aerobic and anaerobic”;
- Reduce smoke emission from open burning of straws/agri-residues in fields;
- Reduce odor & environmental problems of waste degradation;
- Raise farmers income and reduce poverty; increase feed for cattles (Napier grass plantation and straw harvesting);
- Generate green electricity from biogas production; and
- Dried solid digestate (output of digester) can be used as organic compost (soil conditioner, organic fertilizer-substitute chemical fertilizer).





ทำไมต้องใช้เทคโนโลยี Biogas ในการจัดการของเสีย/เศษวัสดุดังกล่าว

- คุณสมบัติของเสียและวัสดุเส้นใย (Solid Waste & Fibrous Substrate) ดังกล่าว โดยปรกติมีความชื้นสูงซึ่งเหมาะสมต่อการนำมาบำบัดด้วยกระบวนการไร้อากาศ (biogas) หรือกระบวนการใช้อากาศ (ทำปุ๋ยหมัก)

- ลดฝุ่นควันจากการเผาทำลายวัสดุ เช่น ฟางข้าวในที่โล่ง

- เป็นทางเลือกในการ “เพิ่มรายได้ให้เกษตรกร”



“โมเดลโรงไฟฟ้าชุมชน”

- การผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มีการยอมรับจากชุมชนสูง
- การผลิตก๊าซชีวภาพในระบบปิด ช่วยลดปัญหามลภาวะกลิ่นเน่าเหม็น
- ได้พลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพ ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และช่วยปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- ได้ผลพลอยได้จากตะกอนส่วนเกิน (จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ) ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ทดแทนปุ๋ยเคมี



ประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและไฟฟ้า เศษวัสดุเกษตร ของเสีย มูลสัตว์ พืชพลังงาน

| Parameters | Corn Silage ข้าวโพดหมัก | Corn Straw ฟาง/ต้นข้าวโพด | Rice Straw ฟางข้าว | Cassava Pulp Cake กากมันสำปะหลัง | EFB ทะลายปาล์มเปล่า | Napier Grass หญ้าเนเปียร์ |
|--|----------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| TS (%) | 25% | 25% | 85% | 15% | 35% | 28% |
| VS (%) | 85% | 80% | 80% | 98% | 87% | 87% |
| Yield CH4 (m ³ -CH ₄ /kg VS (added)) | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.28 | 0.20 | 0.22 |
| CH4 (%) | 55% | 55% | 55% | 55% | 55% | 55% |
| Biogas Yield / 1 ton Fresh (m ³ /t) | 97 | 73 | 247 | 75 | 111 | 98 |
| Substrate Feed for 1 MW (t/d) | 119 | 158 | 46 | 153 | 104 | 117 |
| Biogas Production (m ³ /d) | 11,483 | 11,483 | 11,483 | 11,483 | 11,483 | 11,483 |

| การประเมินปริมาณก๊าซชีวภาพสำหรับมูลสัตว์ สำหรับโรงไฟฟ้า 1 MW | | | |
|--|--------|-----------|---------|
| Parameters | วันนม | ไก่ไข่ | สุกรขุน |
| จำนวน (ตัว) | 6,700 | 1,400,000 | 60,500 |
| น้ำหนัก (kg/ตัว) | 500 | 2 | 90 |
| สัตว์ นน. 100 กก. ให้ปริมาณมูลสด (kg/d) | 6.4 | 5.6 | 7.0 |
| ดังนั้น มีปริมาณมูลสด (t/d) | 214.4 | 156.8 | 381.2 |
| TS (%) | 16.0% | 25.0% | 9.0% |
| VS (%) | 80.0% | 70.0% | 80.0% |
| Yield CH4 (m ³ -CH ₄ /kg VS (added)) | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Biogas Production (m ³ /d) | 11,435 | 11,433 | 11,435 |

Types of Fibrous Substrates (Thailand/Southeast Asian Countries)

Corn/Maize Straw, Silage



Rice/Corn/Cane Straw



Napier Grass



Empty Fruit Bunch (EFB) & Decanter Cake



Cassava Pulp Cake



EFB Processing



Wastewater (w/w) after pressing EFB



EFB Fiber after Shredder & Fine Shredder



Straw harvesting and stocks





Energy crop (Napier grass) harvesting technology



Biogas Technology for High Solid Content Substrate เทคโนโลยี CSTR

Palm Oil Mill Effluent (POME) Biogas Power Plant, Thailand



Corn Silage Biogas Power Plant, Germany



Napier Grass Biogas Power Plant, Thailand

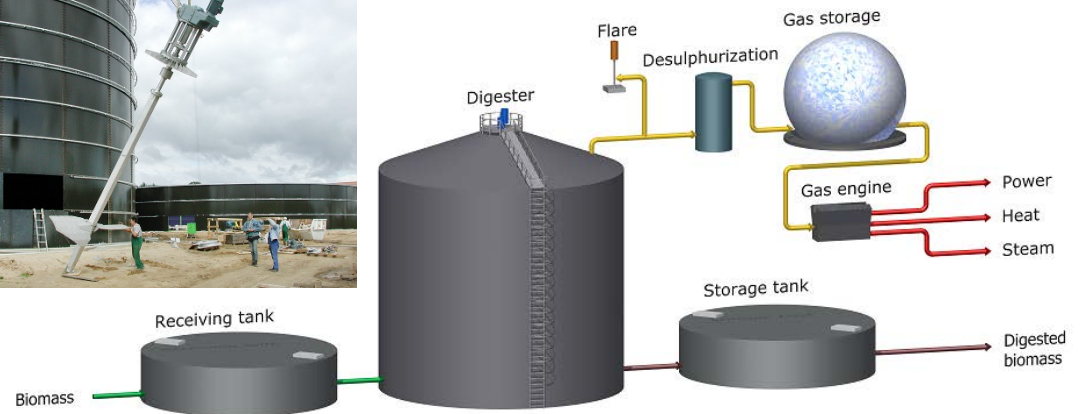
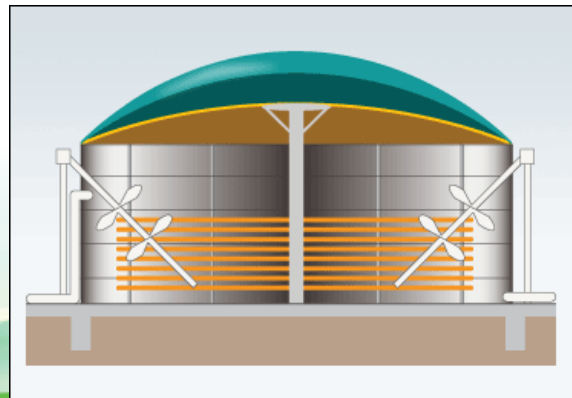
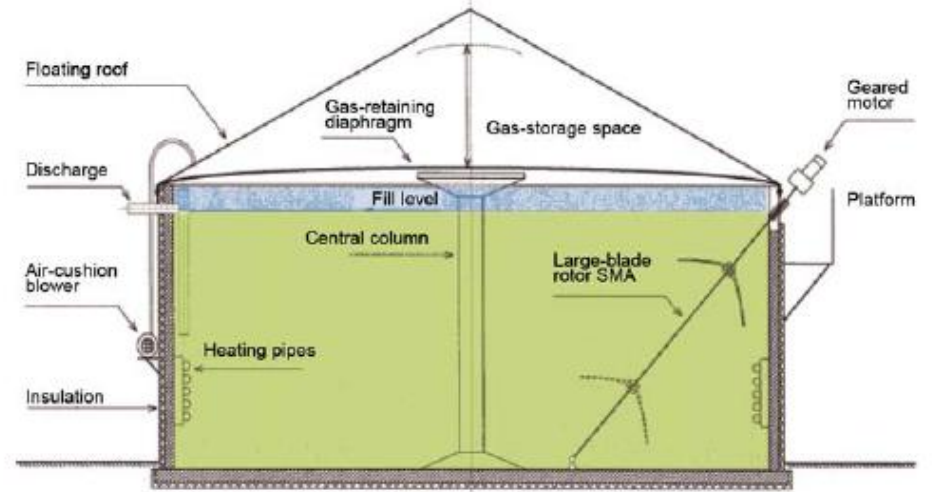
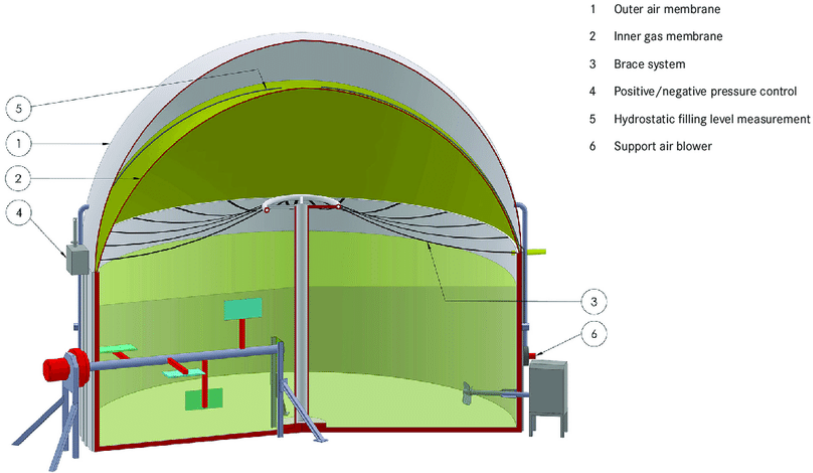




Corn/Wheat Straw
Biogas Plant (CHP &
CBG), China



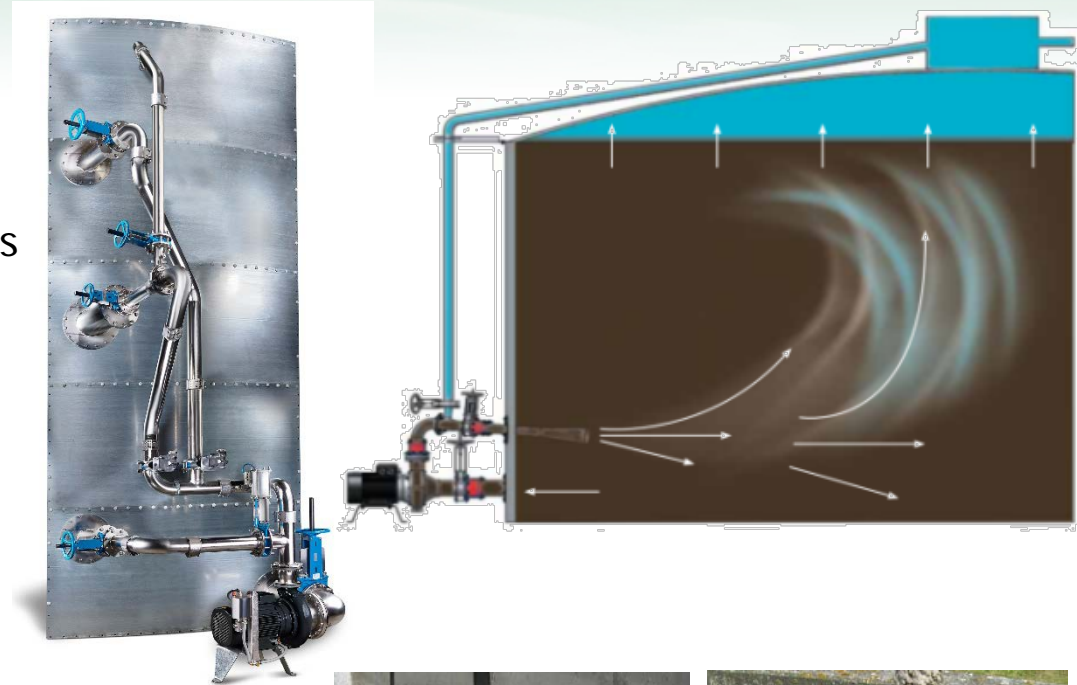
CSTR Structure



CSTR Mixer/Agitator

Pump GasMix is used to completely circulate substrates for reaching of highest gas production, with good advantage of no mechanical moving parts inside digester.

**Side Mounted-
Inclined Agitator**



Submersible Mixer

Advantages

- High concentration and high suspended solid content wastewater can be treated.
- reduce the problem in the case of contamination of substances that inhibit the function of microorganisms such as liquid waste containing toxic elements from ethanol
- Concentration of solids in the tank typically can be maintained at 5-10% TS
- The measurement and control system is not complex.

Disadvantages

- Require additional of mechanical power for mixing
- Over concentration of solid content can cause agitator damage or stuck, and require routine maintenance of mechanical parts
- High investment cost due to the requirement tank of large scale

● เทคโนโลยี Completely Stirred Tank Reactor (CSTR)

- ✓ ก่อสร้างได้ง่าย และสะดวกต่อการควบคุมเวลาเนื่องจากใช้ระบบ Digester Tank แบบสำเร็จรูป โดยใช้เทคโนโลยี Bolted Tank (GFS and/or Epoxy Coated) และ Double Membrane Gas Storage
- ✓ มีความปลอดภัยสูงในการเก็บสำรองก๊าซชีวภาพ
- ✓ สามารถรับน้ำเสียที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง หรือ Solid Waste/Substrate
- ✓ เหมาะสมกับการจัดการน้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นสูง สามารถกวนผสมตะกอน และจัดการถ่ายตะกอนทั้งได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง
- ✓ ประสิทธิภาพในการบำบัดอยู่ในเกณฑ์สูง
- ✓ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อย
- ✓ ไม่มีปัญหาเรื่องการจัดการตะกอนส่วนเกินในระบบ (ไม่มีตะกอนตกค้างสะสม)

ข้อดีของระบบการก่อสร้าง CSTR แบบสำเร็จรูป (Bolted Tank) :

- ก่อสร้างได้ง่ายเนื่องจากใช้ระบบ Digester Tank แบบสำเร็จรูป ติดตั้งด้วย Bolt/Nut ลดปัญหาข้อจำกัดเรื่องสภาพดินฟ้าอากาศ ปัญหาแรงงาน และอื่นๆ
- ติดตั้งเร็ว ควบคุมเวลาได้
- วัสดุเคลือบผิวแผ่นเหล็กทำสำเร็จจากโรงงาน ทั้งแบบ Glass Fused to Steel และ Epoxy ในมาตรฐานระดับโลก มีการทดสอบความสมบูรณ์ 100% ทั้งระหว่างการผลิต และติดตั้ง





Crude Palm Oil Mill, Chumphon Province

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Type of Factory: | CPO Mill, Biogas Power Plant 2 MW |
| Technology: | CSTR + MCL |
| Capacity of wastewater: | 225 m ³ /day |
| COD: | 100,235 mg/l |
| CSTR Digester Volume: | 5,000 m ³ /tank x 2 tanks |
| MCL Volume: | 12,800 m ³ |





Crude Palm Oil Mill, Prachuap Kirikhan Province

🌿 POME Biogas Plant, Total 2.4 MW

🌿 Capacity of wastewater: 600 m³/day

🌿 COD: 60,000 mg/l

🌿 CSTR Digester Volume: 6,700 m³/tank x 2 tanks

Technology: CSTR + MCL

🌿 Palm Decanter Cake Biogas Plant (2.4 MW)

🌿 Capacity of Decanter Cake: 36 tons/day

🌿 COD: 480,000 mg/l







🌿 Digester Volume: 6,700 m³/tank x 1 tank

🌿 MCL (POME + Decanter Cake) Volume: 14,000 m³





Crude Palm Oil Mill, Ranong Province

| | |
|---|--------------------------------------|
|  Type of Factory: | CPO Mill, Biogas Power Plant 1 MW |
|  Technology: | CSTR + MCL |
|  Capacity of wastewater: | 225 m ³ /day |
|  COD: | 100,235 mg/l |
|  CSTR Digester Volume: | 5,000 m ³ /tank x 2 tanks |
|  MCL Volume: | 12,800 m ³ |





Crude Palm Oil Mill, Surat Thani Province

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 🌿 Type of Factory: | CPO Mill, Biogas Power Plant 3.0 MW |
| 🌿 Technology: | CSTR + MCL |
| 🌿 Capacity of wastewater: | 600 m ³ /day |
| 🌿 COD: | 60,000 mg/l |
| 🌿 CSTR Digester Volume: | 6,700 m ³ /tank x 3 tanks |
| 🌿 MCL Volume: | 14,000 m ³ |



โครงการวิจัย Pilot Plant โรงไฟฟ้าหญ้าเนเปียร์ (Pilot R&D Project)



- โรงไฟฟ้าขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 500 kW
- ออกแบบให้ป้อนด้วยหญ้าเนเปียร์ 50 ตัน/วัน



Napier Grass Biogas Power Plant 500 kW, Prachuap Khiri Khan Province

Capacity: biogas yield 5,000 Nm³/d

Technology: Two Stages Reactor

Capacity of Napier Grass: 50 tons/day

CSTR Digester Volume: 5,000 m³ + MCL Volume 6,500 m³





การใช้เทคโนโลยี CSTR กับการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลวัว



Shandong Jialihe cow farm AD plant

Capacity : 1.0 MW, actual gas production 16,000 Nm³/d

Core technology : ABDP

3 CSTR reactors with volume 3,000m³/unit





เทคโนโลยี CSTR ผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ผสมฟางข้าว



Jiangsu Hai'an AD Plant with 2MW CHP , Nation Pilot PPP project

Location: Hai'an city, Jiangsu Province

Substrate: Chicken manure and rice straw.

Core technology : ABDP+SAHP

Still under construction

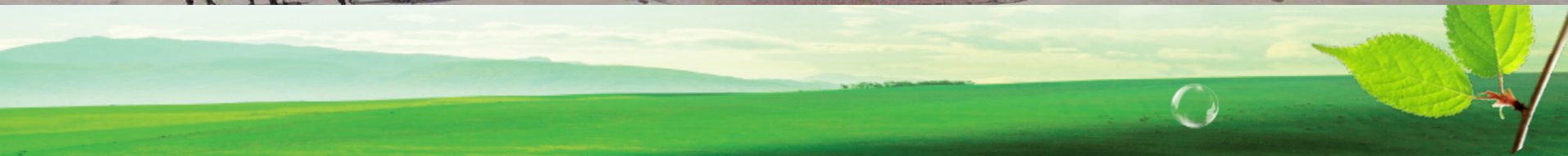


Co-digestion of Corn Straw & Cow manure

National Bio-Natural Gas Pilot project

Sanhe City, Hebei Province

33,000Nm³/d biogas



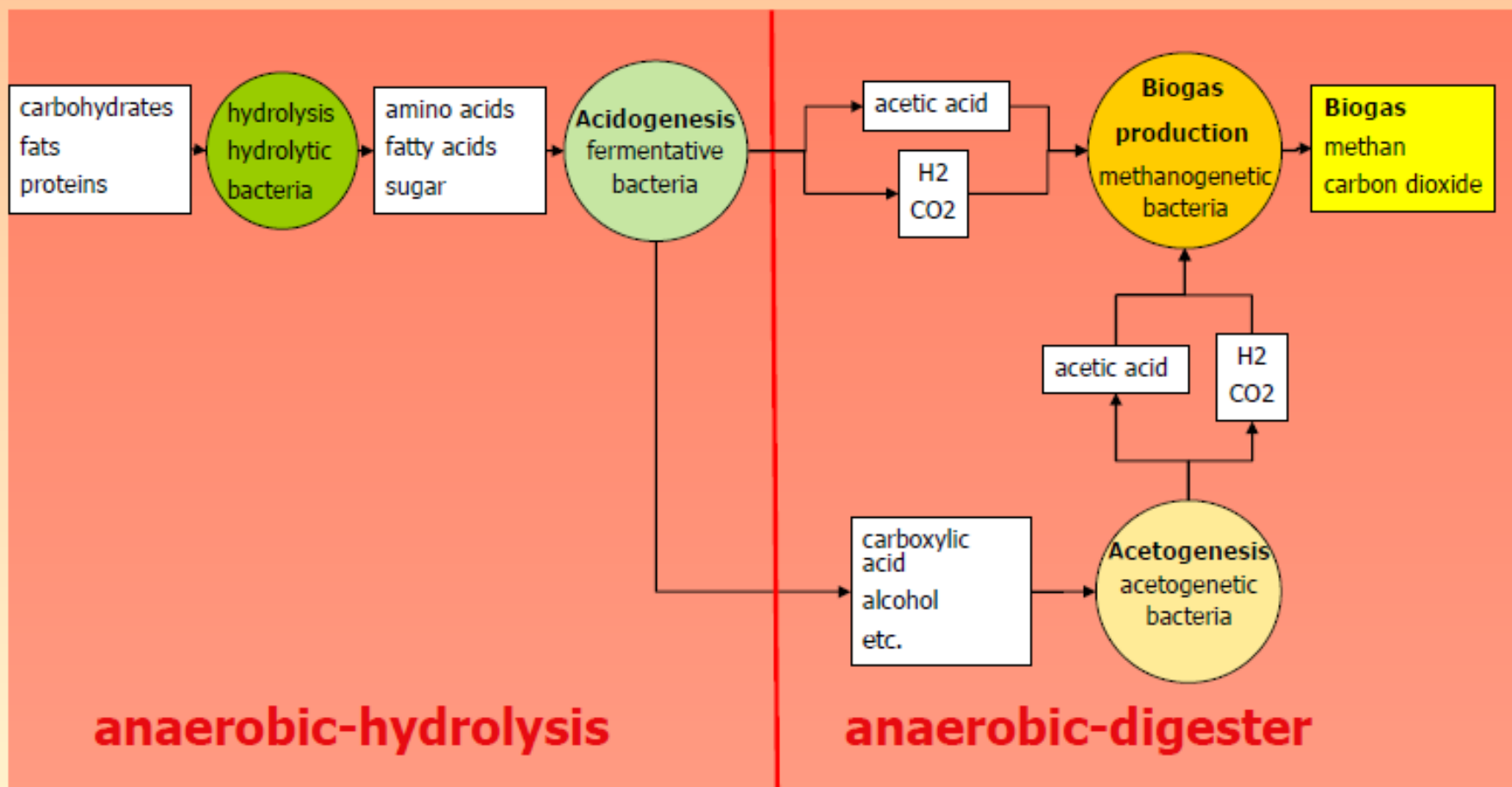
Various livestock slurry co-digestion biogas plant





Hydrolysis Technology (Enhancing Biogas Production from Fibrous Material)

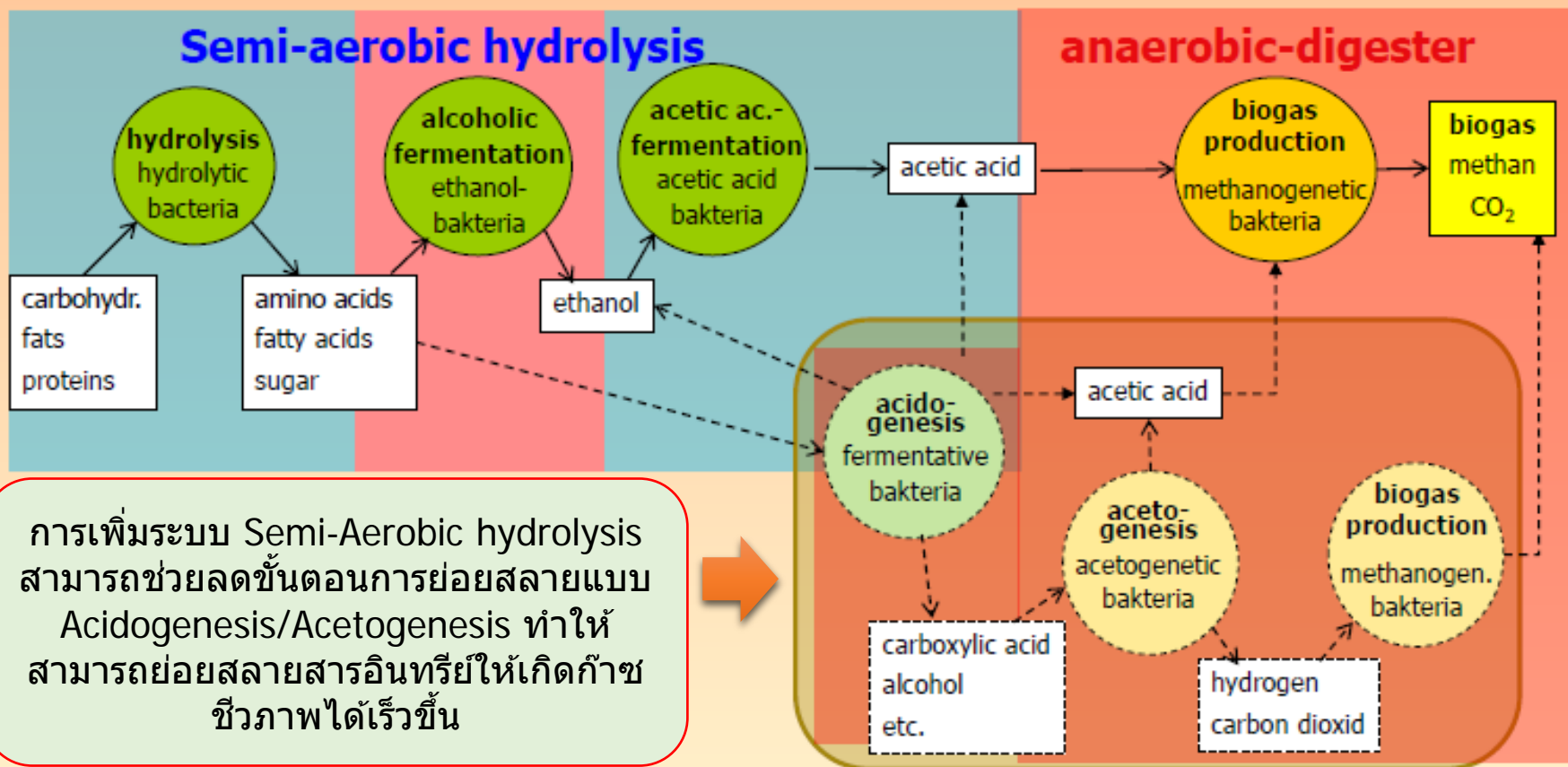
The **anaerobic** hydrolysis: Separation from pre-acidification of the methan formation





Semi-Aerobic Hydrolysis

The semi-aerobic hydrolysis: a complex pre-digestion



การเพิ่มระบบ Semi-Aerobic hydrolysis สามารถช่วยลดขั้นตอนการย่อยสลายแบบ Acidogenesis/Acetogenesis ทำให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เกิดก๊าซชีวภาพได้เร็วขึ้น



Dry corn straw



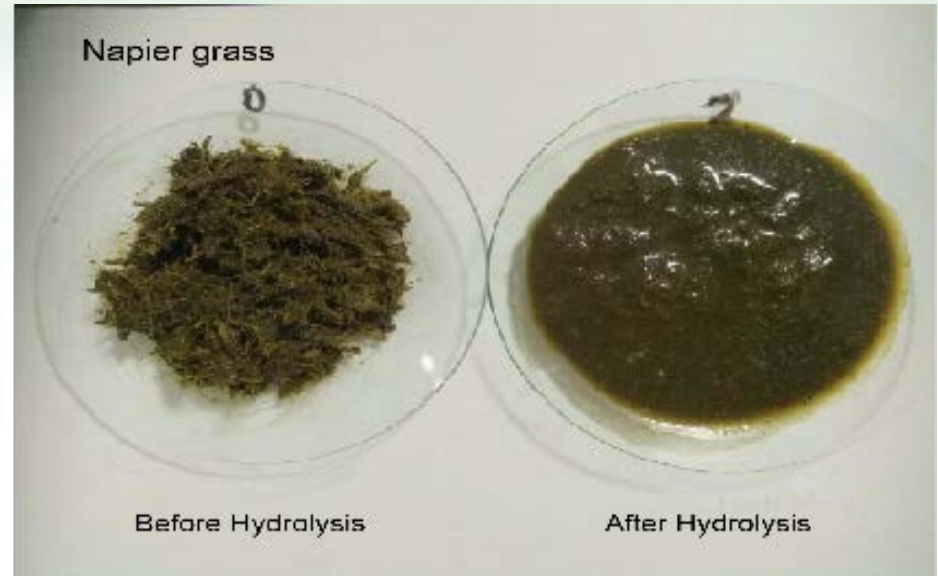
水解前

Before hydrolysis



水解后

After hydrolysis



Reed straw



Before hydrolysis



After hydrolysis

Shredded EFB



Lab Test of Semi-Aerobic Hydrolysis & Anaerobic Digestion

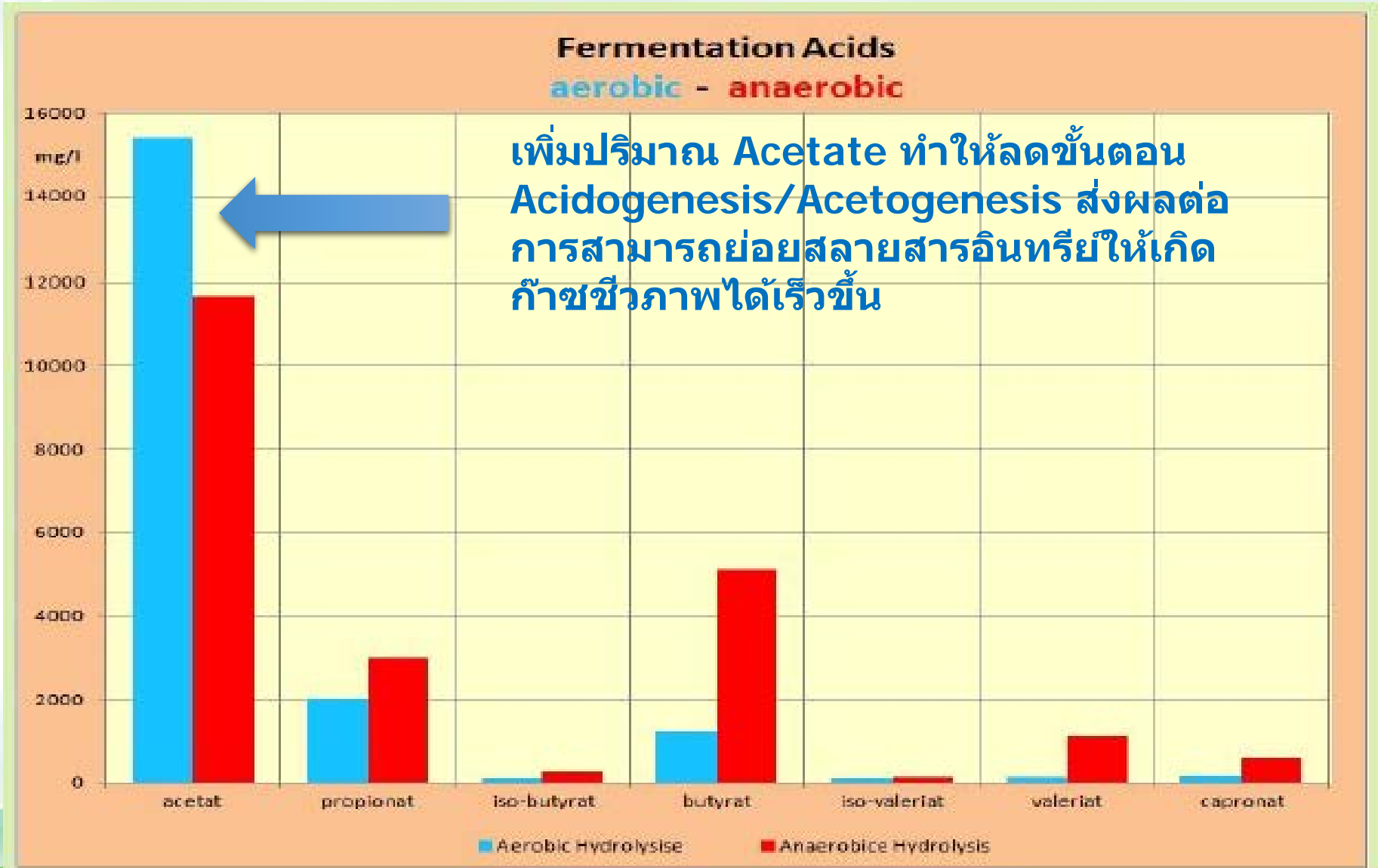


Reduction of Layer in Digester

| With | Layer in Digester and Hydrolysis | Without |
|--|----------------------------------|--|
|  <p>Layer</p> | |  <p>Layer</p> |
| <p>Digester: Retention Time: 20 Days Temperature: 42 °C Hydrolysis: Retention Time: 2 Days</p> | | <p>Digester: Retention Time: 40 Days Temperature: 42 °C Hydrolysis: none</p> |



Lab Test of Semi-Aerobic Hydrolysis & Anaerobic Digestion



Semi-Aerobic Hydrolysis



Hydrolysis Substrate





Biogas Plant Wittgensdorf



Biogas Plant Ramin



Stable biogas production with fluctuating input



เทคโนโลยีไฮโดรไลซิสและถังหมัก CSTR เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจาก
ของเสียผสม: มูลวัว มูลไก่ ขี้วัวโพดหมัก เศษของเสียทางการเกษตร



Farmyard SachsenlandBGP, Wittgensdorf, Germany

1 Hydrolysis 110 m³, continuously feeding, 800 m³ Digester and 2,050 m³ post digester

Substrate: Liquid manure from cows, Poultry manure, Corn silage, Waste from grain

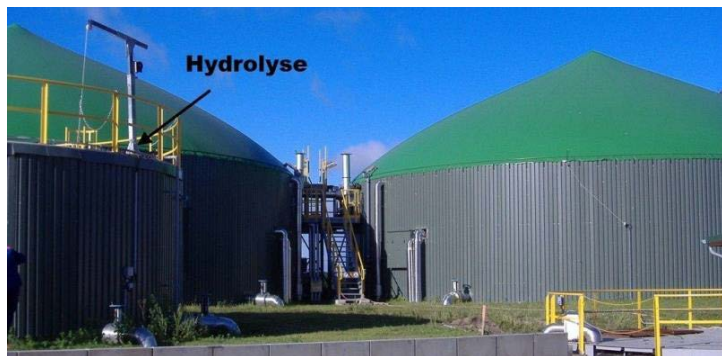
Thermal use in process and drying of grain

Core technology: Semi-aerobic hydrolysis Process





เทคโนโลยีไฮโดรไลซิสและถังหมัก CSTR เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียผสม: มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ หญ้าหมัก ข้าวโพดหมัก



Biogas Ramin GmbH Casekow, Germany

1 Hydrolysis 110 m³, continuously feeding, 800 m³ Digester and 2,050 m³ post digester

Substrate: Liquid manure from cows and pigs, grass silage, Corn silage, Poultry manure

Thermal use in process and drying of grain

Core technology: Semi-aerobic hydrolysis Process



Substrate

- Mixed & Varieties of Substrates
- Biogas Yield Enhancement by Mixed Substrate, C/N, Micronutrients
- Solid Wastes/Residues
- Energy Crop Plantation & Harvesting
- Substrate Pre-treatment (Physical, Biological (Hydrolysis, Silage), Chemical, Thermal, Etc.)

Biogas Process

- Process Improvement (Yields, Reliability, Construction Technique, Cost)
- Technology & Equipment Development
- Plant Safety & Standards
- Plant Monitoring, Biogas Plant Health Check-up
- O&M Services
- People

Digestate, Compost

- Liquid Digestate Management as Fertilizers
- Compost Value-Added
- Regulations (Dept. of Industrial Work, Dept. of Pollution Control, Etc.)
- Market Perceptions



คุณเกียรติศักดิ์ กอบกาญจนานกร
Mr. Kiattisak Kobkanjanakorn



02-129-3959



greenenergynet.net@gmail.com



Green Energy Network



www.greenenergynet.net



64/9 Soi Ladprao 23,
Ratchadaphisek Rd., Chan
Kasem, Chatuchak, Bangkok
10900, Thailand



City Courthouse

Ratchayothin
Ratchadaphisek Road
Lat Phrao



Ratchada-Lat Phrao Intersection



GREEN ENERGY NETWORK CO., LTD.

64/9 Soi Ladprao 23, Ratchadaphisek Rd, Chan Kasem, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

(Tel. 02-129-3959, 02-612-9669 Fax. 02-612-9668) GPS 13.816806, 100.577639



OIC Bangkok



Food Court



Krungthai Bank



Tesco Lotus Express

Soi Rom Rat



Sooner - The Classical
Music School



Soi Ratchadaphisek 32

Soi Ratchadaphisek 32

Soi Ratchadaphisek 36



Food Court
By DITP



Food Court
Ratchada 32



Mini Plaza



Cafe Amazon

Department of International Trade
Promotion, Ministry of Commerce



Soi Ratchadaphisek 32

Soi Ratchadaphisek 30

Soi Lat Phrao 23

Lat Phrao Road

Soi Ratchadaphisek 36

THANK YOU