ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพและการฟอกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยระบบชีวภาพ

- ดร. สาโรช บุญยกิจสมบัติ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- saroch.boo@kmutt.ac.th
- Tel 089-8288207, 02-4709163

- 1 เมษายน 2558

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ nstda.or.th/nac2015

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

เป้าหมายของระบบก๊าซชีวภาพคืออะไร?

บำบัดน้ำเสีย

ผลิตพลังงาน

ลงทุนต่ำ

ลงทุนคุ้มค่า

NAC2015
NSTDA A
การประชุมวิชาก
www.ns

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่ดีเป็นอย่างไร

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

4.2.1 ลักษณะของระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ต้องการ

1) มีประสิทธิภาพสูง คือ สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้สูง หรือประสิทธิภาพการบำบัด COD สูง (ดูจาก % การลดลงของ COD ในถังปฏิกรณ์ผลิตมีเทน)
2) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ปริมาณมาก อัตราส่วนมีเทนในก๊าซชีวภาพสูง (% มีเทนสูง) และมีสารเจือปนที่ต้องกำจัดออก เช่น H_2S ในปริมาณต่ำ
3) มีเสถียรภาพสูง ทนทานสารพิษและความแปรปรวนของน้ำเสีย
4) ราคาลงทุนต่ำ (สมเหตุสมผล) ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำ การติดตามดูแลการเดินระบบไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญมากนัก และรวมถึงบำรุงรักษาได้ง่ายด้วย
5) เริ่มเดินระบบใหม่ได้เร็ว(รับน้ำเสียได้เต็มที่) หากหยุดเดินระบบเป็นเวลานาน เมื่อหยุดการผลิตหรือกรณีโรงงานมีการผลิตเป็นฤดูกาล

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ล้มเหลวได้หรือไม่ เพราะอะไร?

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

ปัญหาที่อาจจะเกิด คือ ระบบล้มเหลว

คุณภาพน้ำ → ไม่ดีตามที่คาดหวัง

พลังงาน → ไม่ได้หรือได้น้อย

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

สาเหตุ คือ

เป้าหมายชัดเจน แต่กลยุทธ์ผิดพลาด

“ลงทุนต่ำ” → ไม่ลงทุน

“ลงทุนคุ้มค่า” → ลงทุนไม่พอเพียง

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.
www.nstda.or.th/nac2015

Hardware >>> Software

การเน้นที่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (Hardware) แต่ละเลยความสำคัญ หรือขาดความเชื่อมโยงกับ การควบคุมระบบอย่างถูกต้อง (Software)

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการ วท. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

เราจะป้องกันไม่ให้ระบบล้มเหลวอย่างไร?

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

ความสำเร็จ = Hardware + Software

Hardware

(โครงสร้าง,เครื่องจักร,อุปกรณ์)

Software

(สิ่งมีชีวิต,ข้อมูล,อื่นๆ ที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย)

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

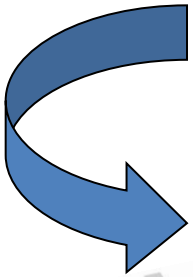
ความสำเร็จคือ การป้องกันปัญหา

วิศวกรรมการผลิตก๊าซชีวภาพ

(Biogas Production Engineering)

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

วิศวกรรมการผลิตก๊าซชีวภาพ.....เน้น



การออกแบบเชิงหลักการ

การออกแบบรายละเอียด

การกำหนดมาตรการ

ตรวจสอบและควบคุมระบบ

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

การออกแบบที่ดี.....ต้องใช้

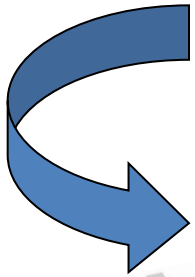
วิทยาศาสตร์ (i.e. Aquatic Chemistry, Microbiology)

วิศวกรรมศาสตร์ (i.e. Kinetics, Mass transfer)

เศรษฐศาสตร์

NAC2015
NSTDA Annual Conference
www.nstda.or.th

การควบคุม.....ต้องเข้าใจ



วิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์

ผู้ควบคุมระบบ (นักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกร) มักมีความรู้ไม่พอเพียง

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

หากออกแบบและควบคุมอย่างถูกต้อง

สามารถรับประกัน
การผลิตก๊าซชีวภาพได้

(ระยะเวลาคืนทุนเป็นไปตามแผนลงทุน)

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

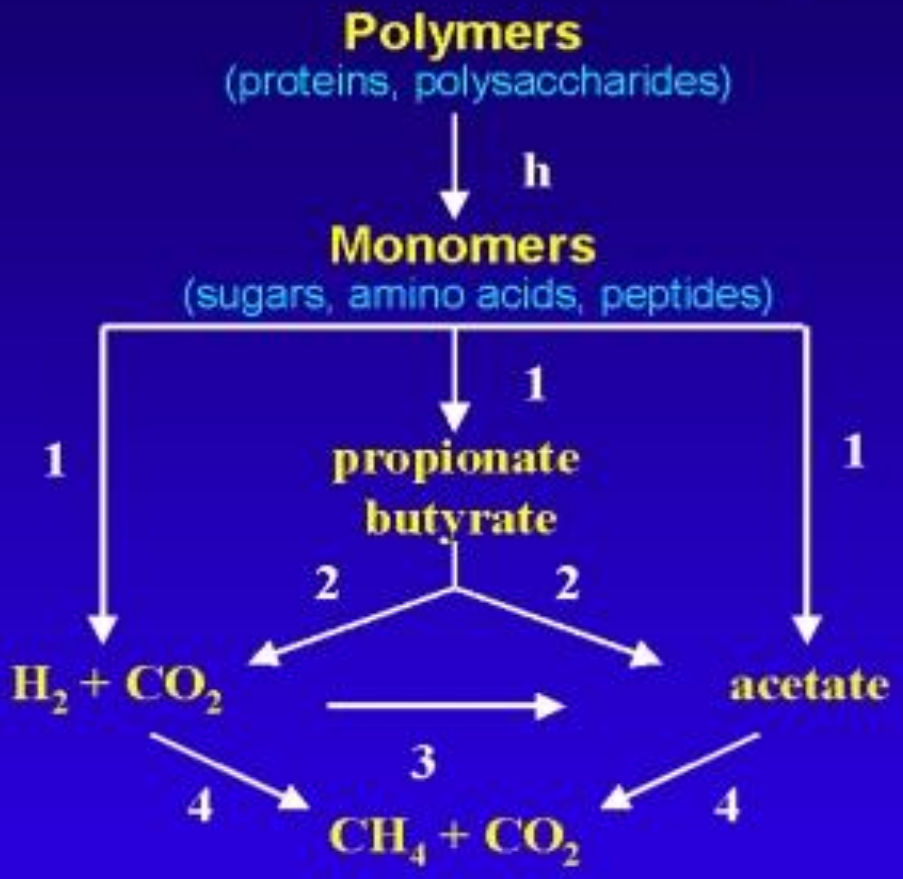
เราควรต้องรู้อะไรบ้าง เพื่อให้เข้าใจระบบได้ดีขึ้น ?

1. เคมีพื้นฐานของการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Overview Anaerobic Biodegradation

Methanogenic Consortium

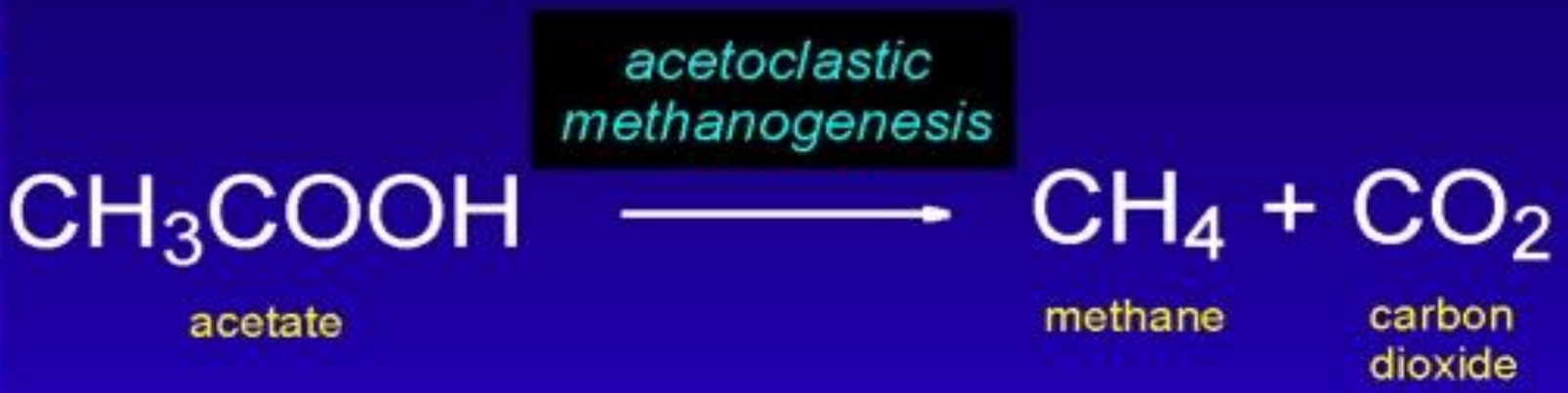


h Hydrolytic enzymes
1 Fermentative bacteria
2 Syntrophic acetogenic bacteria
3 Homoacetogenic bacteria
4 Methanogens

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Ref = http://www.uasb.org

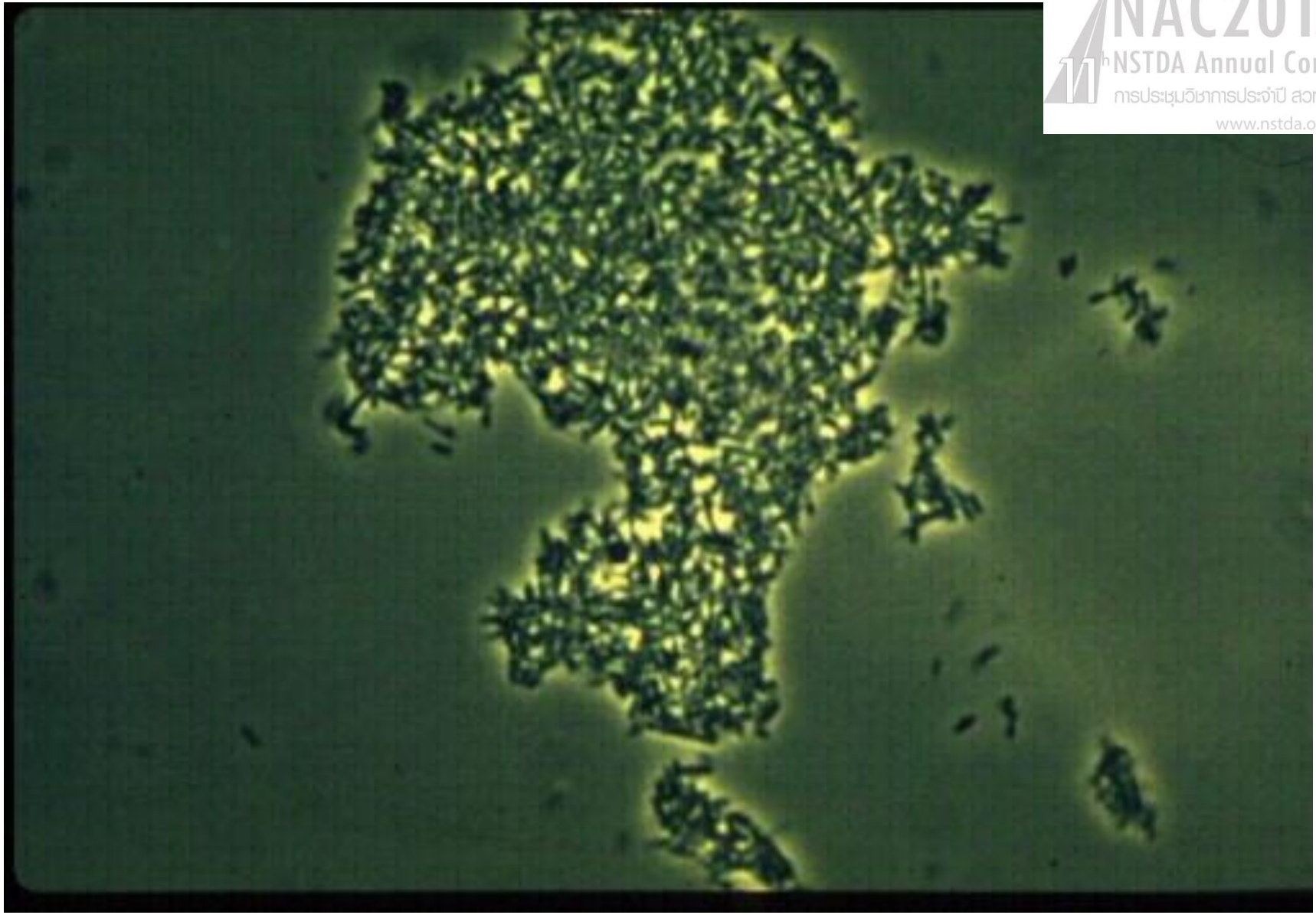
Methanogenic Reactions



Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

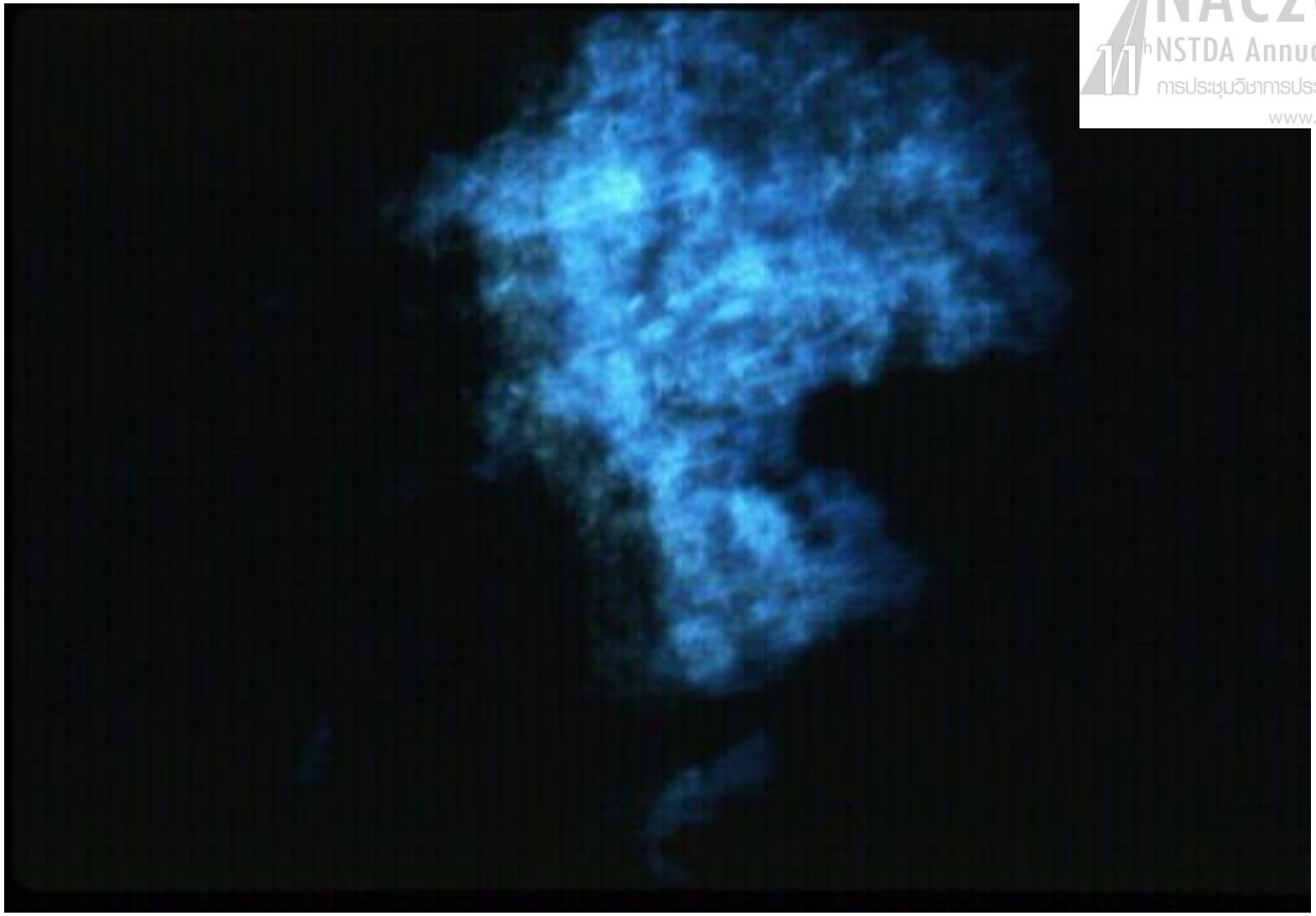
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



Phase Photomicrograph of methanogens colony Ref

=http://www.agen.ufl.edu/~chyn/age4660/lect/lect_08x/met011.jpg

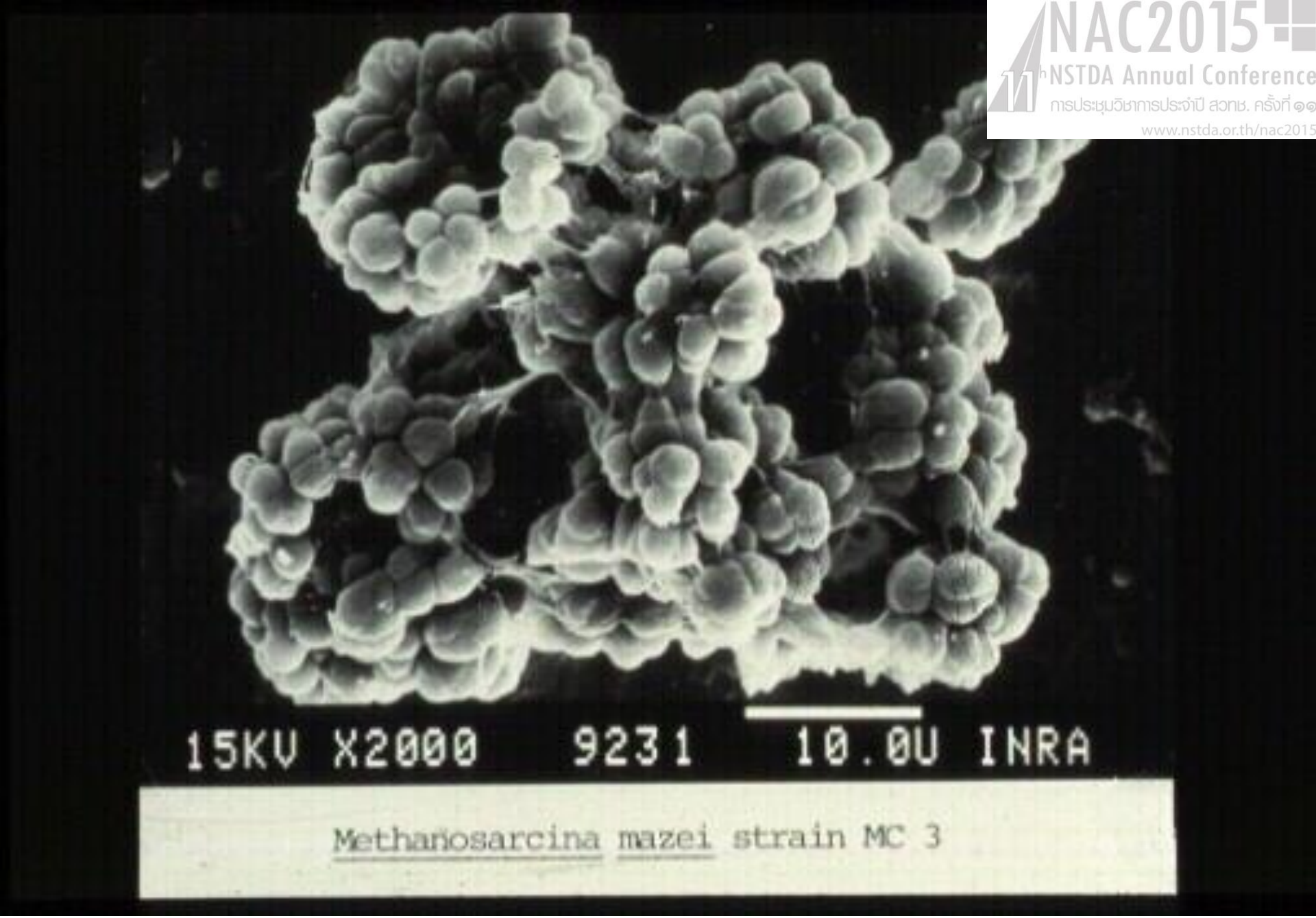
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



Florescence Photomicrograph of methanogen colony

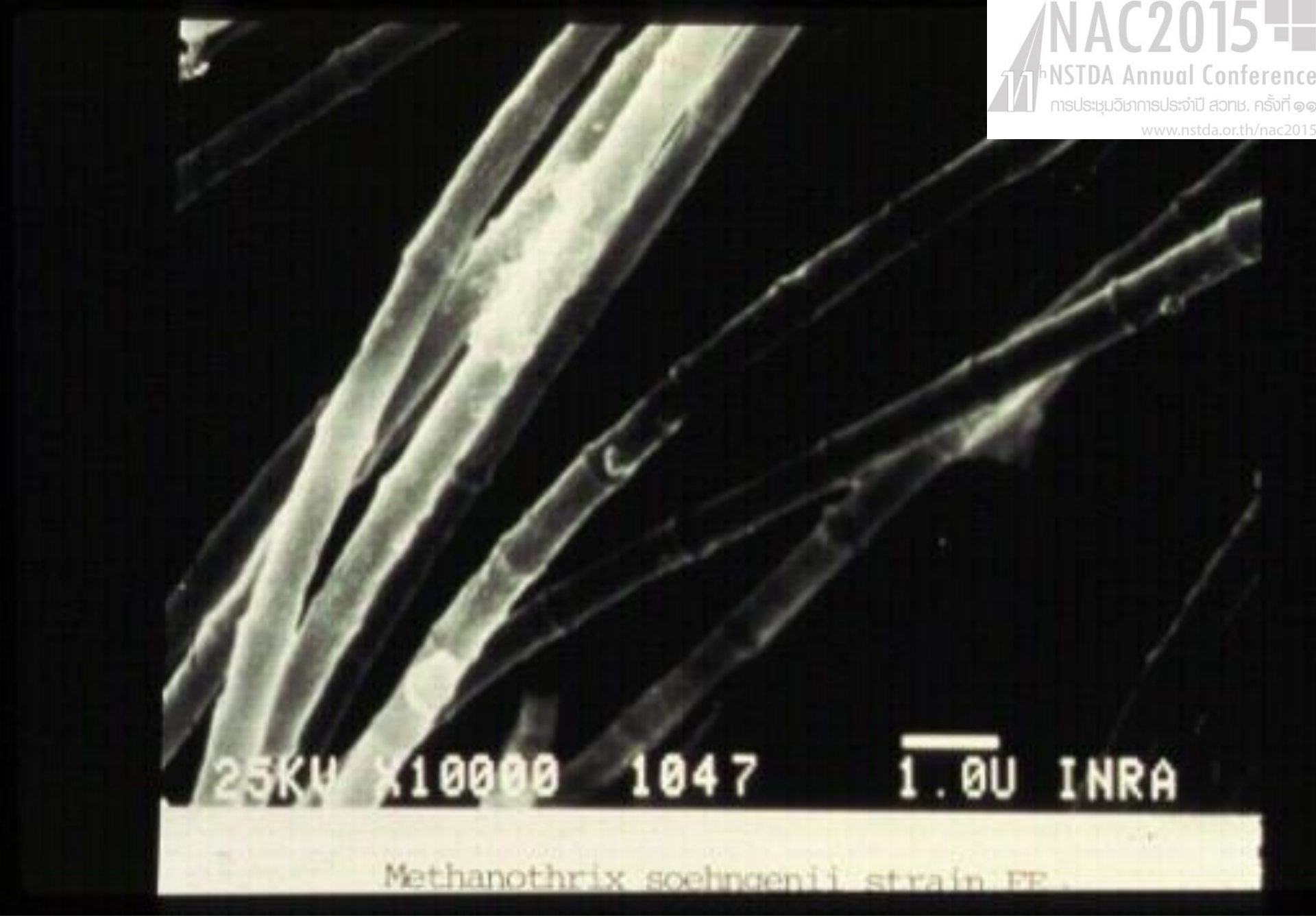
Ref = http://www.agen.ufl.edu/~chyn/age4660/lect/lect_08x/met012.jpg

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



Ref = http://www.agen.ufl.edu/~chyn/age4660/lect/lect_08x/met006.jpg

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



Ref = http://www.agen.ufl.edu/~chyn/age4660/lect/lect_08x/met007.jpg

2.น้ำเสียและลักษณะน้ำเสีย

เพื่อเข้าใจธรรมชาติของน้ำเสีย และความต้องการของแบกทีเรีย

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.
www.nstda.or.th/nac2015

น้ำเสีย

สารอินทรีย์

สารอนินทรีย์

คาร์โบไฮเดรต

อาหารเสริม

โปรตีน

สารพิษ

ไขมัน

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.
www.nstda.or.th/nac2015

โรงกลั่นเอทานอลจากกากน้ำตาล

Table 1. Physico-chemical characteristics of raw spent wash

S.No.	Parameters	Magnitude
1	Colour, Pt-Co units	238×10^3–252×10^3
2	Temperature, °C	71–81
3	pH	4·2–4·3
4	Conductivity, mS/m	5100–5380
5	Acidity (total)	7·4–8·1
6	Volatile fatty acids	2·3–2·4
7	Suspended solids	2·0–2·2
8	Total dissolved solids	89–91
9	COD	92–100
10	BOD	52–58
11	Chlorides	5·8–7·6
12	Sulphides	0·6–0·7
13	Sulphates	2·1–2·3
14	Phosphates	0·3–0·4
15	Ammonical nitrogen	0·2–0·3
16	Nitrates	0·04–0·05
17	Total Kjeldahl nitrogen	1·6–1·8
18	Sodium	0·4–0·5
19	Potassium	8·7–9·7
20	Calcium	750–820
21	Iron	15·5–18·0

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

3. ประเภทต่างๆของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Anaerobic Pond

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Covered Lagoon

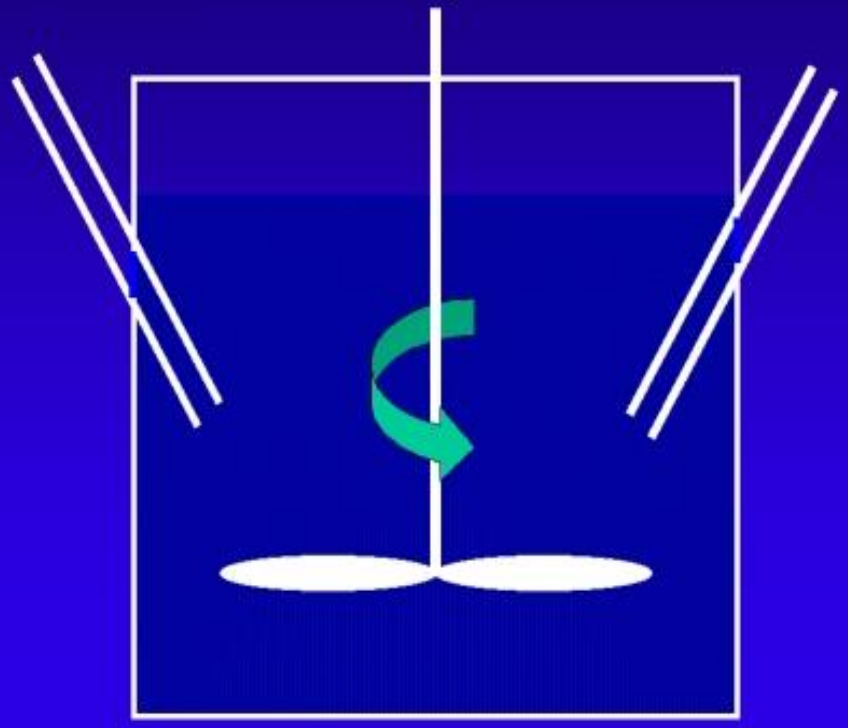
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

CSTR

Dilution Rate (1/HRT) Time < Growth Rate

Methanosaete (t_d =7 d), growth rate = $\ln(2)/t_d$ = 0.1 d^{-1}

so minimum HRT = 10 days



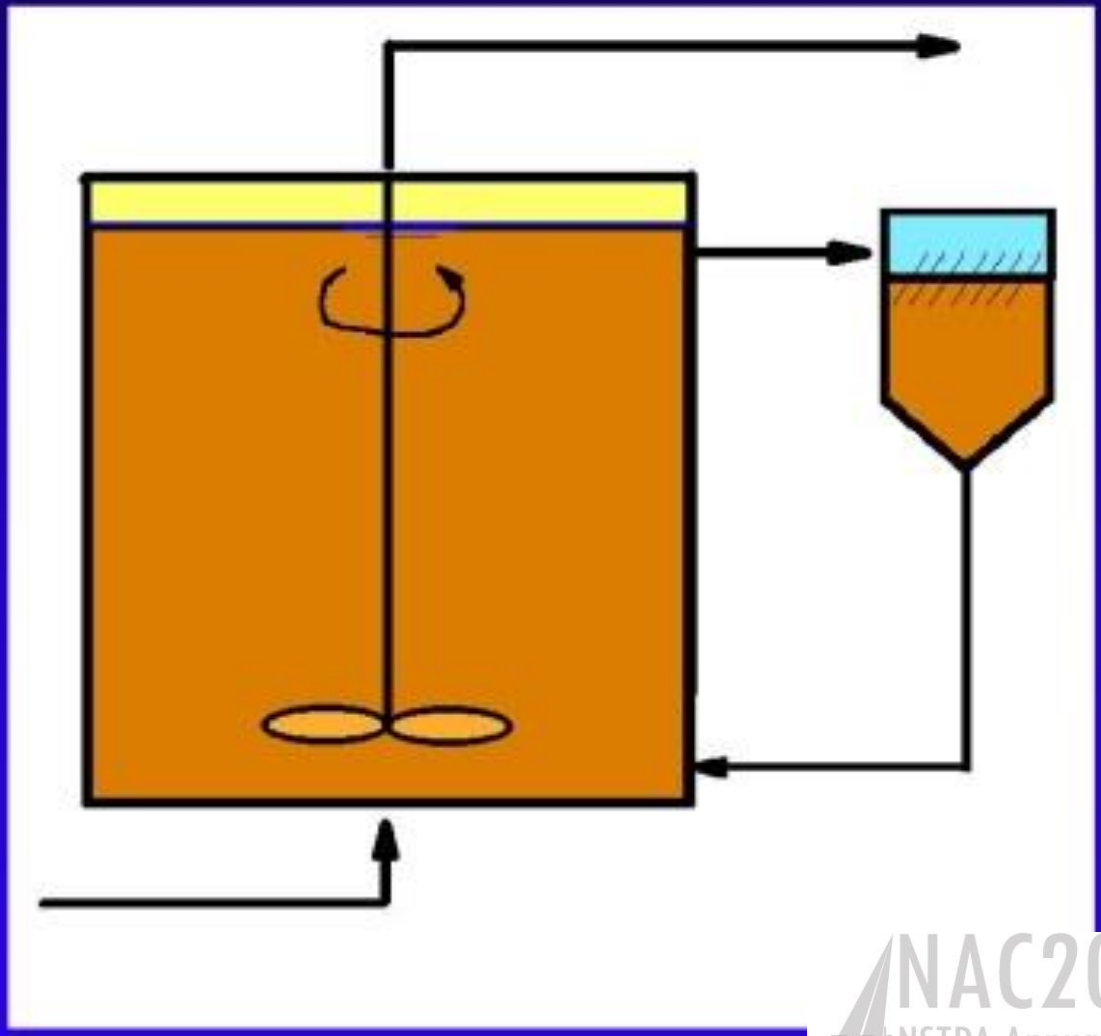
Ref = http://www.uasb.org

Recycle of Active Biomass

Dilution Rate (1/HRT) Time > Growth Rate

sludge retention time uncoupled from hydraulic retention time

Contact Process



Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

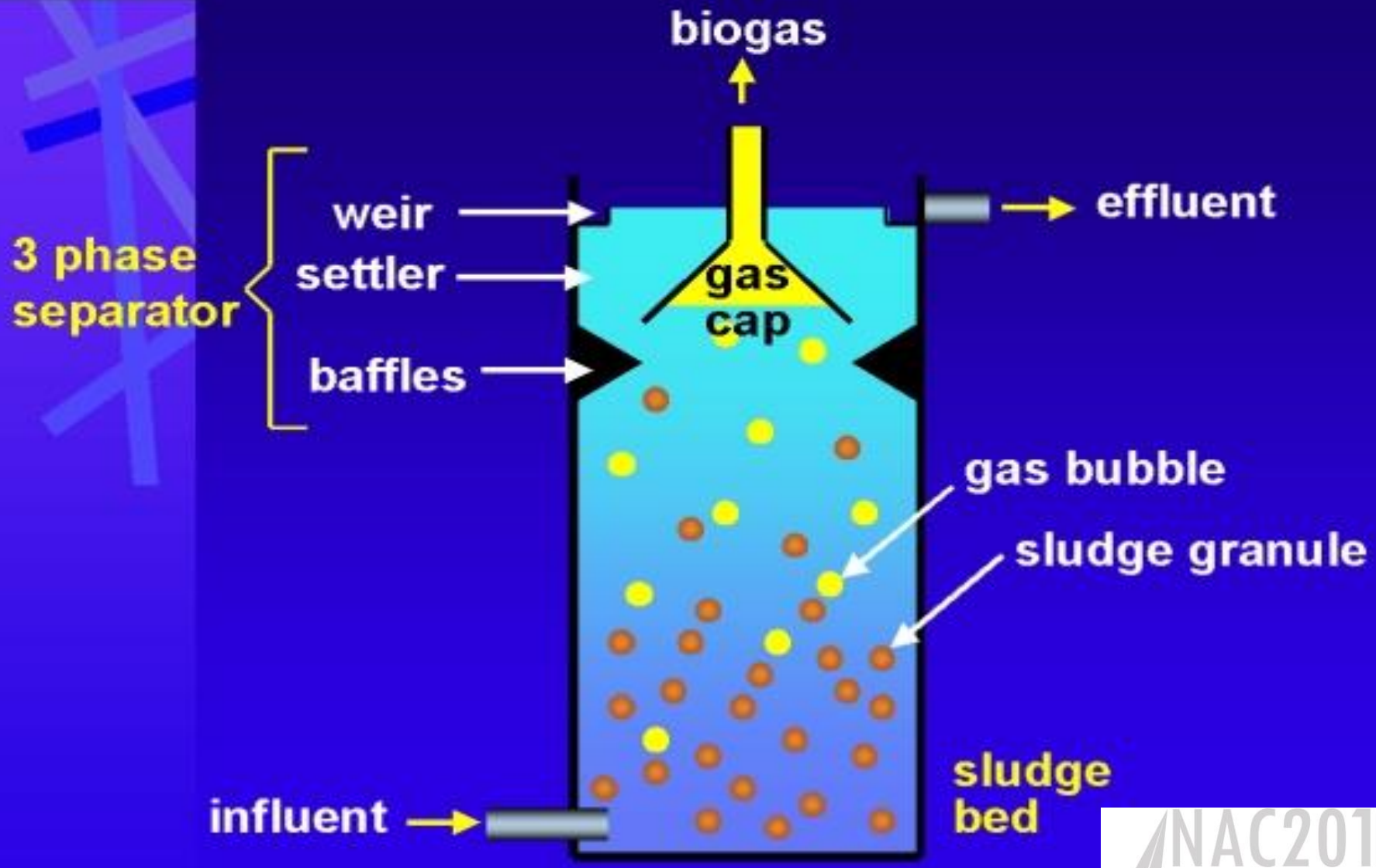
Contact Process

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Food-Processing, Virginia

Ref = http://www.uasb.org

Upward-flow Anaerobic Sludge Blanket



Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

UASB - Internal Circulation

Brewery (Switzerland), 20 m height

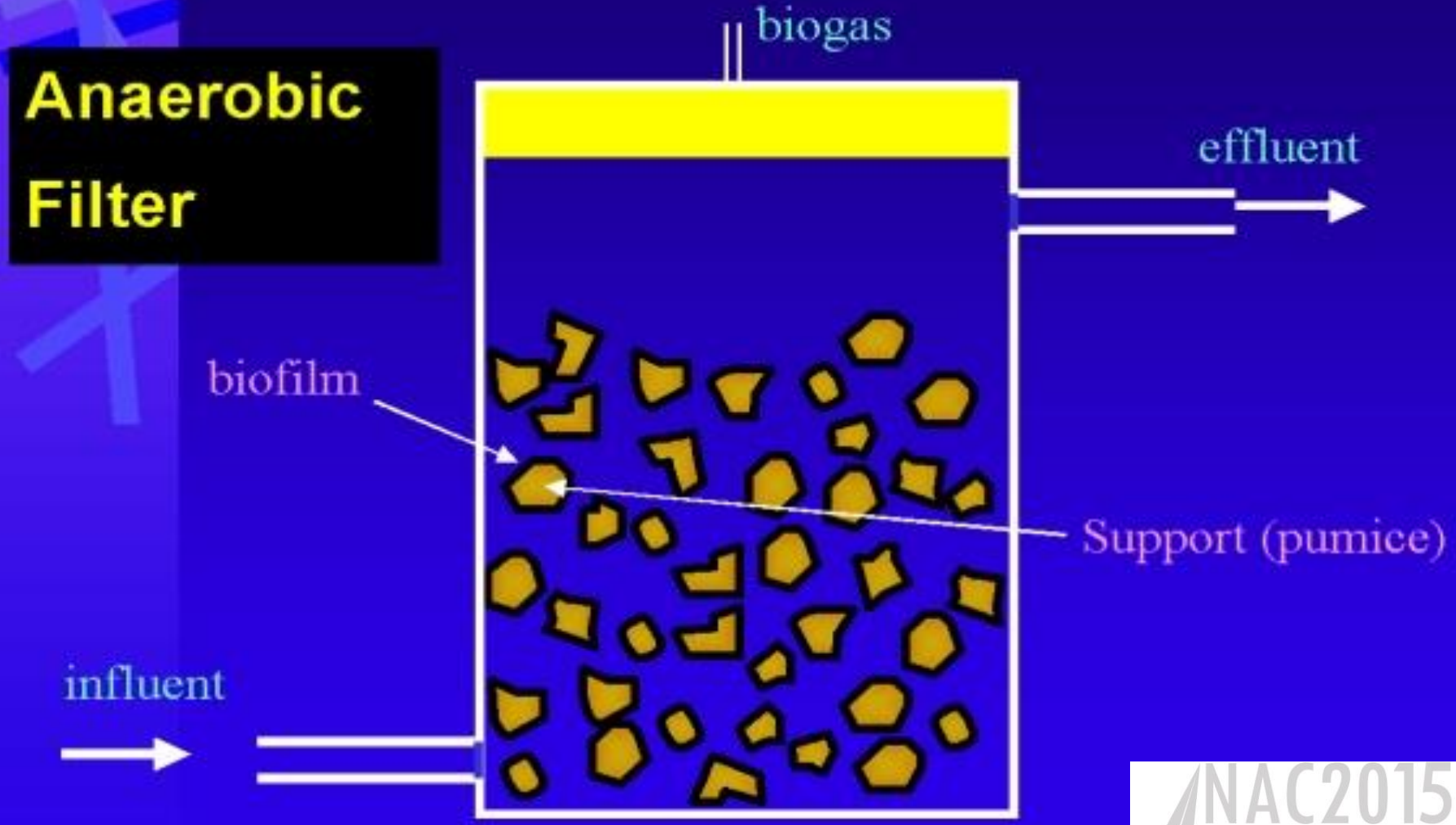
Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Immobilization of Active Biomass

Dilution Rate (1/HRT) Time > Growth Rate

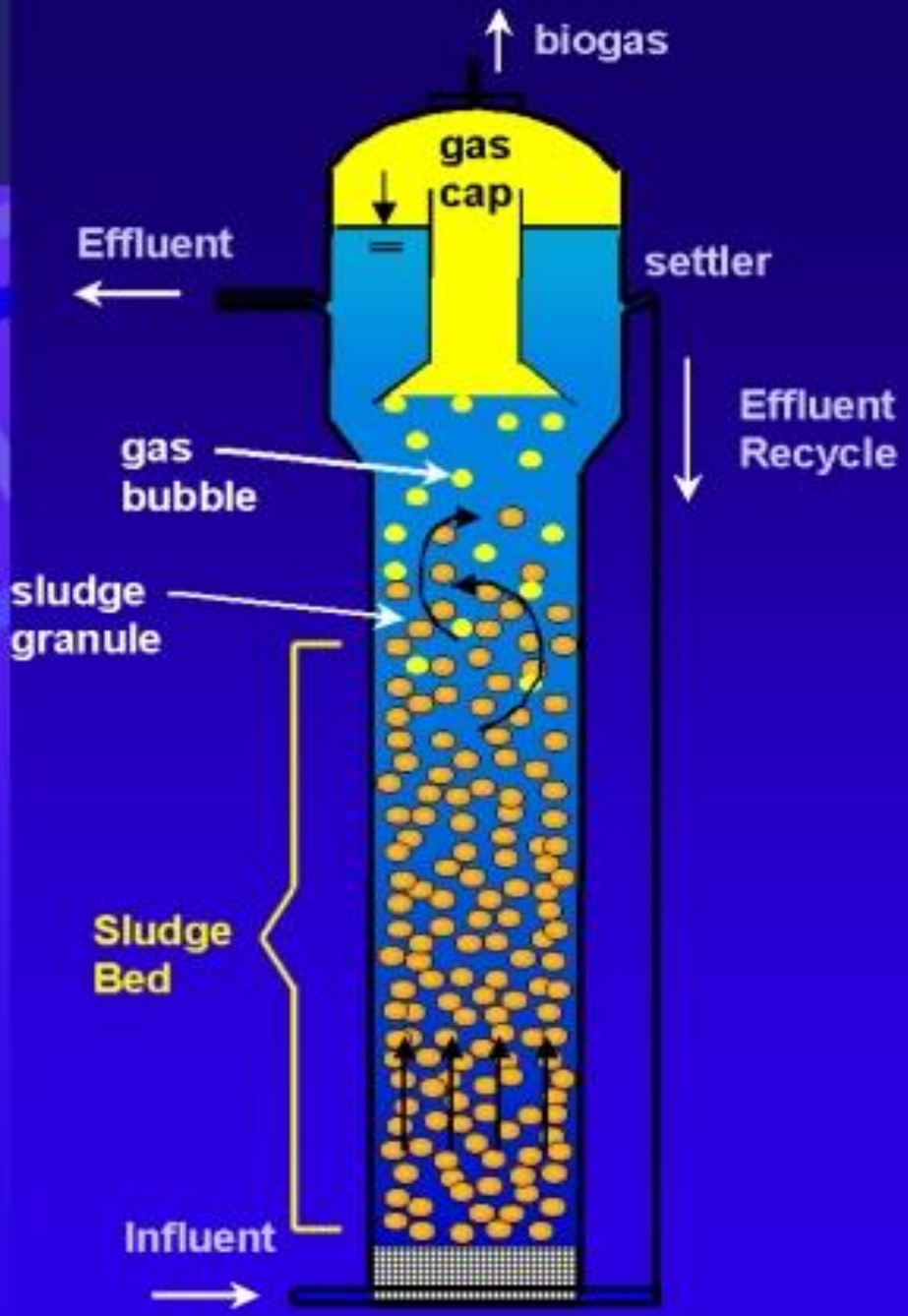
sludge retention time uncoupled from hydraulic retention time



Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

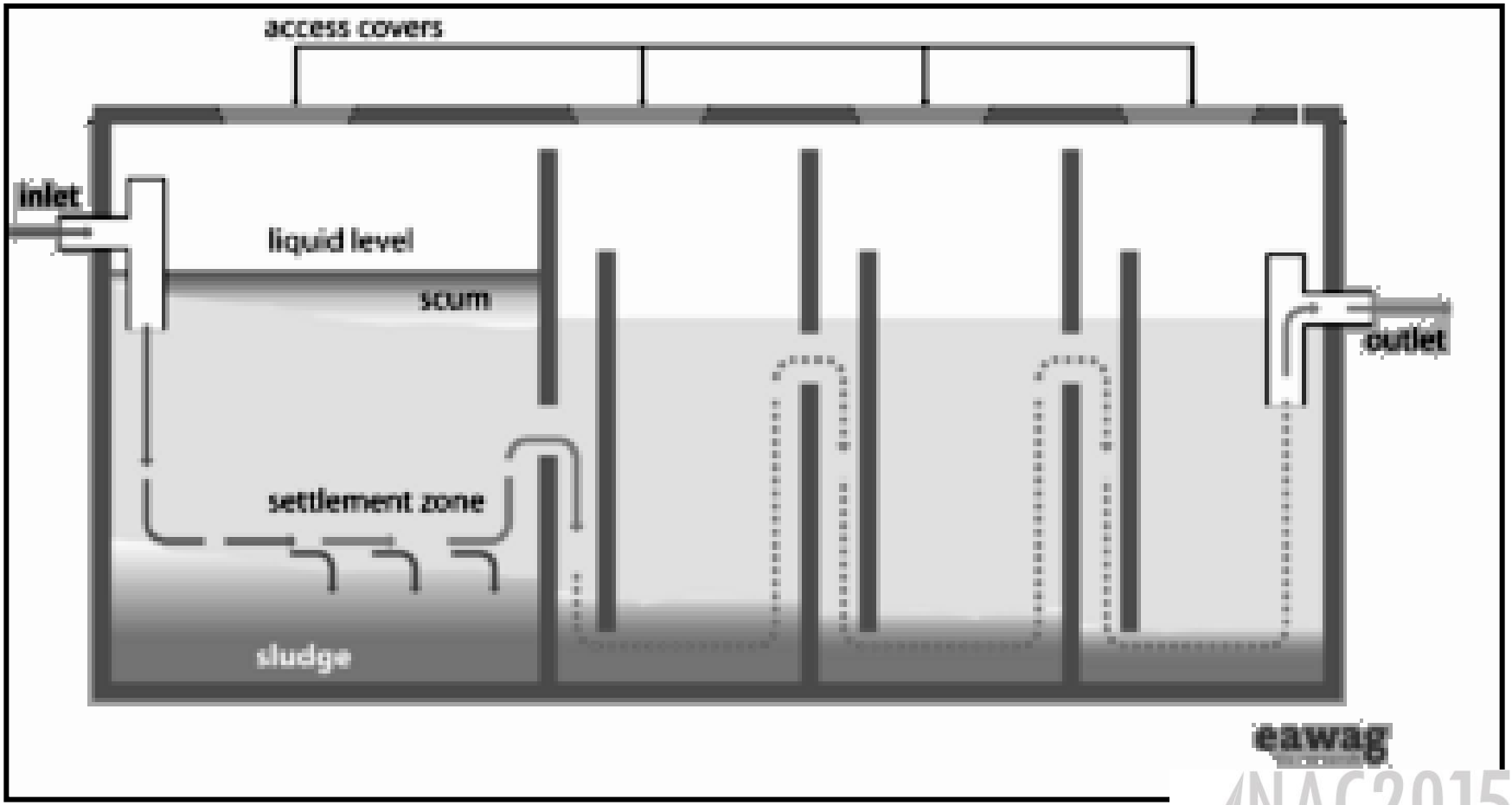
Expanded Granular Sludge Bed



Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

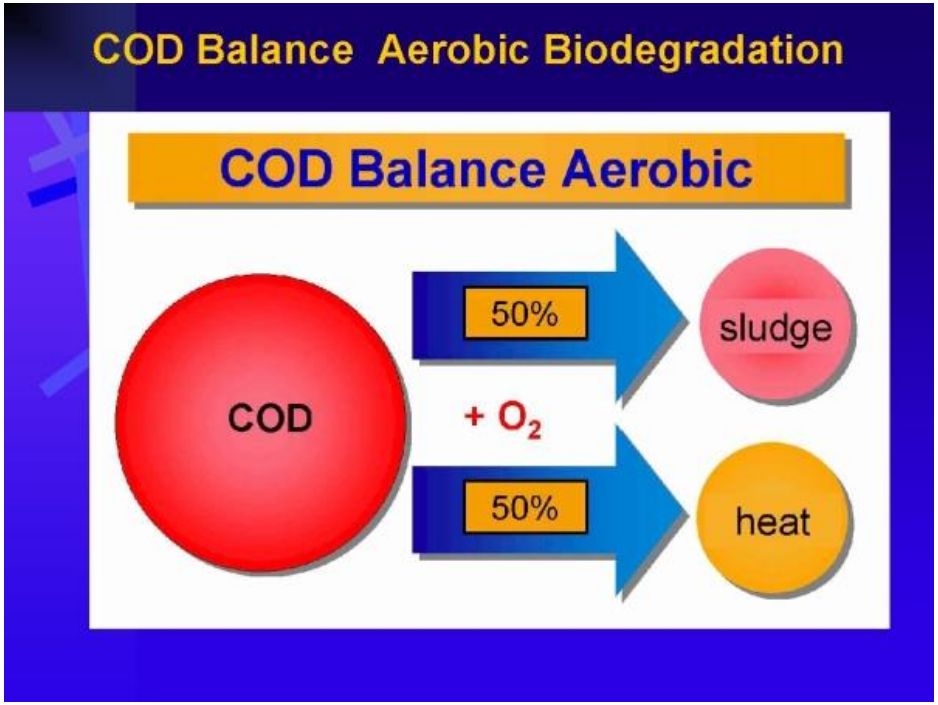


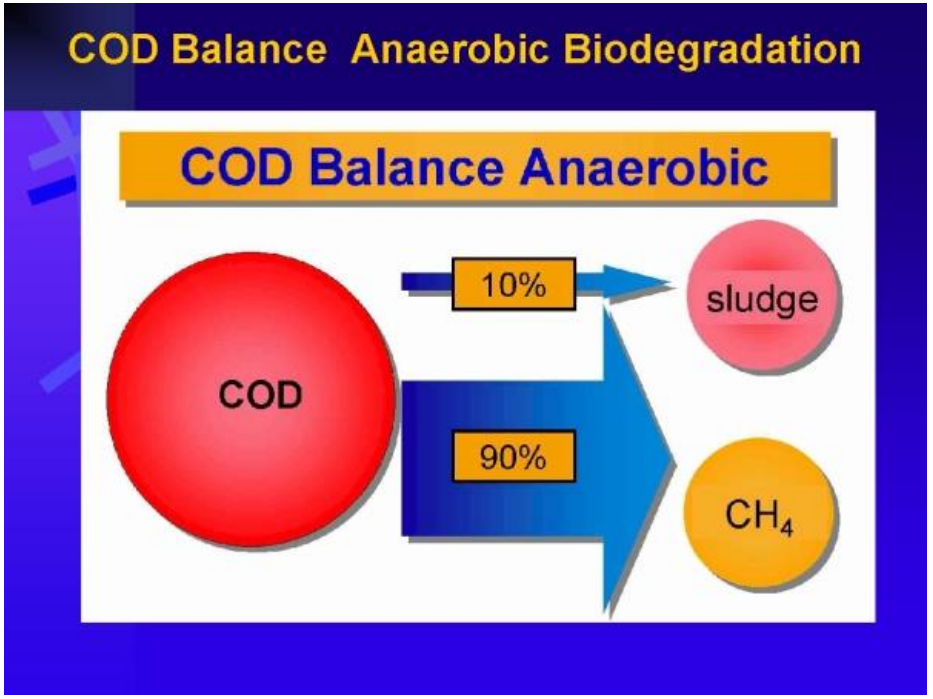
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

4.ผู้ออกแบบและควบคุมระบบ...
ควรรู้และเข้าใจอะไร

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Aerobic vs Anaerobic





Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

HRT and SRT

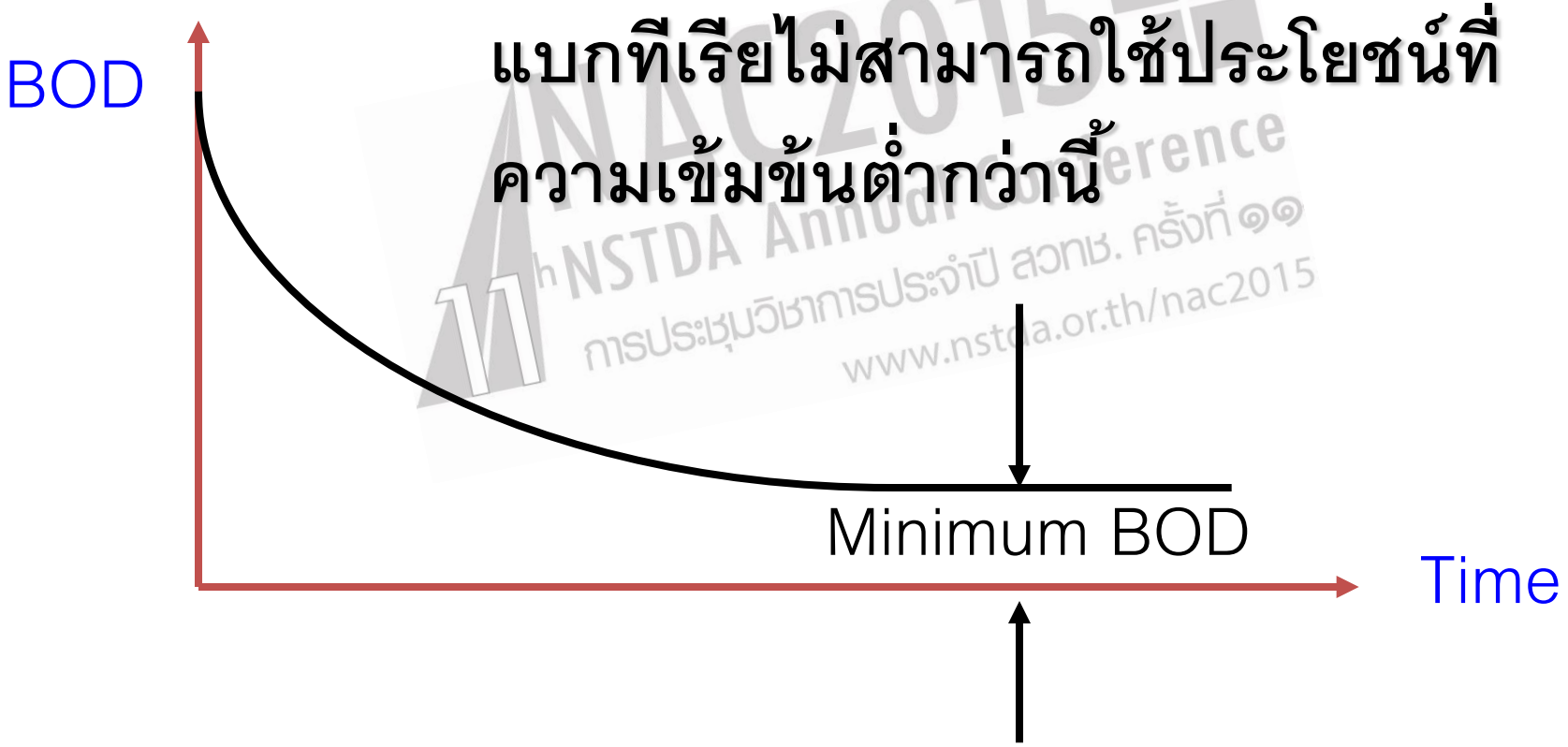
—สารย่อยสลายเร็ว..... SRT

—สารย่อยสลายช้า..... HRT & SRT

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

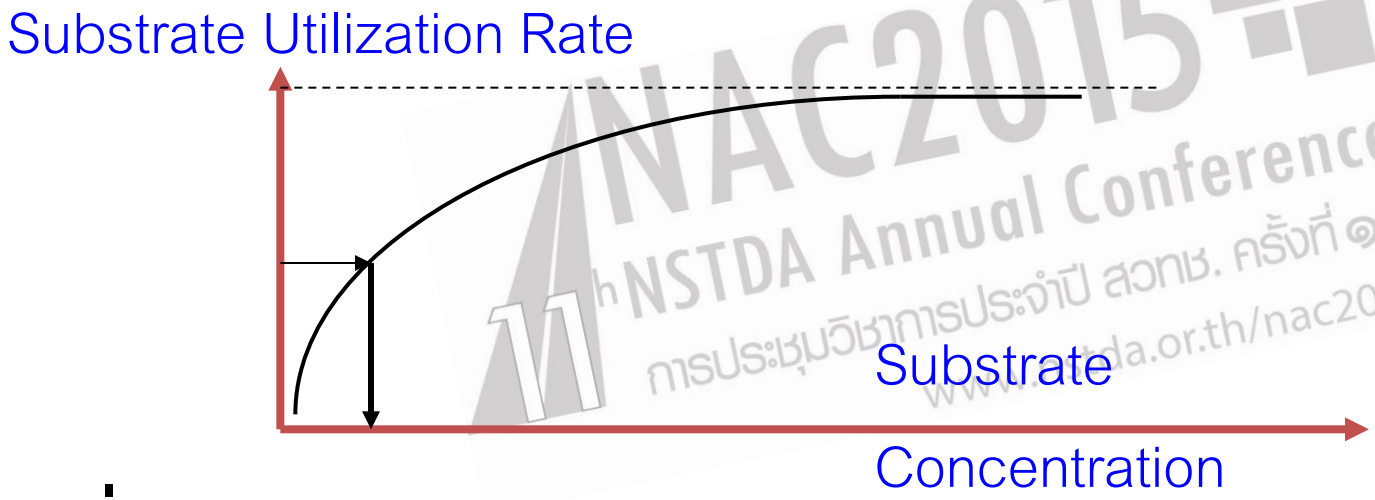
Minimum BOD



NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Reactor Configuration vs Ks Value



NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Ks ต่ำๆ → Completely Mixed or Plug flow

Ks สูงๆ → Plug flow

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Series Metabolism & Limiting Step

Substrate → Intermediate → Products

น้ำตาล → กรดอินทรีย์ → ก๊าซชีวภาพ

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Kinetics สมการอธิบายอัตราเร็วในการกำจัดบีโอดีหลัก

ของสมการ kinetics คือ

เน้นอธิบายคุณภาพและปริมาณของแบกทีเรีย

$$dS/dt = f(MLVSS, S, Ks, kmax, \ldots others)$$

เช่น

$$ds/dt = \frac{kmax * S * X}{Ks + S}$$

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

Kinetic Parameters Anaerobes

	Doubling Time days	Cell Yield g VSS g-1 COD	Cell Activity g COD g-1 VSS d-1	ks mM
Active Sludge (sugar)				
Aerobic Bacteria	0.030	0.40	57.8	0.25
Acidification (sugar)				
Fermentative Bacteria	0.125	0.14	39.6	ND
Acetogenesis (fatty acids)				
Acetogenic Bacteria	3.5	0.03	6.6	0.4
Methanogenesis				
Autotrophic (H2)	0.5	0.07	19.6	0.004
Acetoclastic (acetate)				
Methanosarcina	1.5	0.04	11.6	5.0
Methanosaete	7.0	0.02	5.0	0.3

Ref = http://www.uasb.org

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Substrate Competition

Acetate ⟶ Methane

Acetate + Sulfate ⟶ No Methane

11th NSTDA
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.
www.nstda.or.th/nac2015

Nutrients Competition

Methanogens + Substrate + nutrients → New cells + Products

Acidogens + Substrate + nutrients ⟶ New cells + Products

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Free Energy Release

พลังงานที่แบกทีเรียจะได้รับนั้น

มากน้อยขึ้นอยู่กับ

ชนิดอาหาร ชนิดแบกทีเรีย และ

ตัวรับอิเล็กตรอน

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Bioavailability อาหารเสริมที่มีในน้ำ.....

แบกทีเรียอาจใช้ประโยชน์ไม่ได้หรือได้น้อยมาก

เช่น Fe^{+2} + S^{-2} → FeS

ละลาย ละลาย ของแข็ง

NAC2015 11th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

COD/BOD/BMP/VFA

COD = สารอินทรีย์ทั้งหมด

BOD = ย่อยสลายได้แบบใช้อากาศ

BMP = ย่อยสลายได้แบบไร้อากาศ

VFA = สารอินทรีย์ย่อยสลายง่าย แต่ตกค้าง

NAC2015 11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Factors Controlling OLR

Organic Loading Rate = kg/m3/day

OLR = f(pH, VSS, Nutrient, Substrate type, Mixing,….)

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม

Monitoring and Control

Higher OLR

Closer Monitoring & Control

สร้างสมดุล อาหาร → กรด → มีเทน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า หลักสำคัญที่ต้องคำนึงในการนำเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

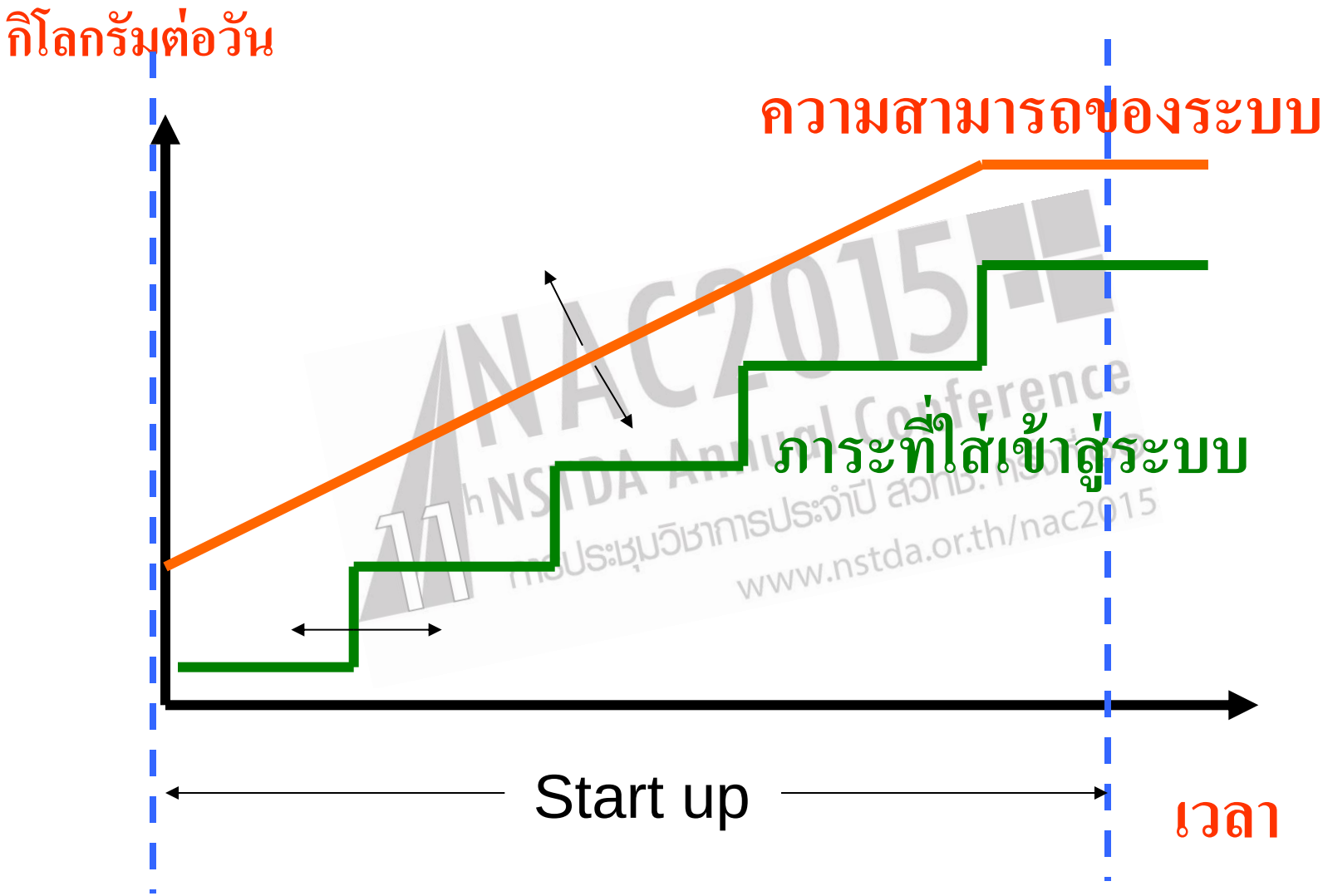
1) รู้จักลักษณะสมบัติของน้ำเสีย/ของเสียของโรงงาน
2) พิจารณาเลือกเทคโนโลยี/รูปแบบ และองค์ประกอบของระบบ ให้เหมาะสมกับสภาพน้ำเสียของโรงงาน โดยคำนึงถึงสภาพการดำเนินงานจริงตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ของโรงงานด้วย
3) เลือกผู้ออกแบบระบบที่มีประสบการณ์และมีความรู้จริงเรื่องของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ ที่พร้อมถ่ายทอดความรู้/อบรมเจ้าหน้าที่ของโรงงานให้ดำเนินงานเองได้ และสามารถเป็นที่ปรึกษาได้อย่างต่อเนื่อง กรณีเกิดปัญหาขึ้นภายหลัง
4) ลงทุนบุคลากร รับถ่ายทอดความรู้การดูแลการเดินระบบ การบำรุงรักษา และดำเนินการอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ
5) พัฒนาการทำงาน ถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ ภายในโรงงานอย่างต่อเนื่อง
6) ระลึกเสมอว่า ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ไม่ใช่ระบบอัตโนมัติ
7) คำนึงถึงกฎความปลอดภัย การทำงานในพื้นที่เสี่ยงอยู่เสมอ

NAC2015 NSTDA Annual Conference

5. การควบคุมระบบ

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

การเริ่มเดินระบบแบบทั่วไป



NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. nstda
www.nstda.or.th/nac2015

การเดินระบบที่ถูกต้อง (SF > 1)

กิโลกรัมต่อวัน

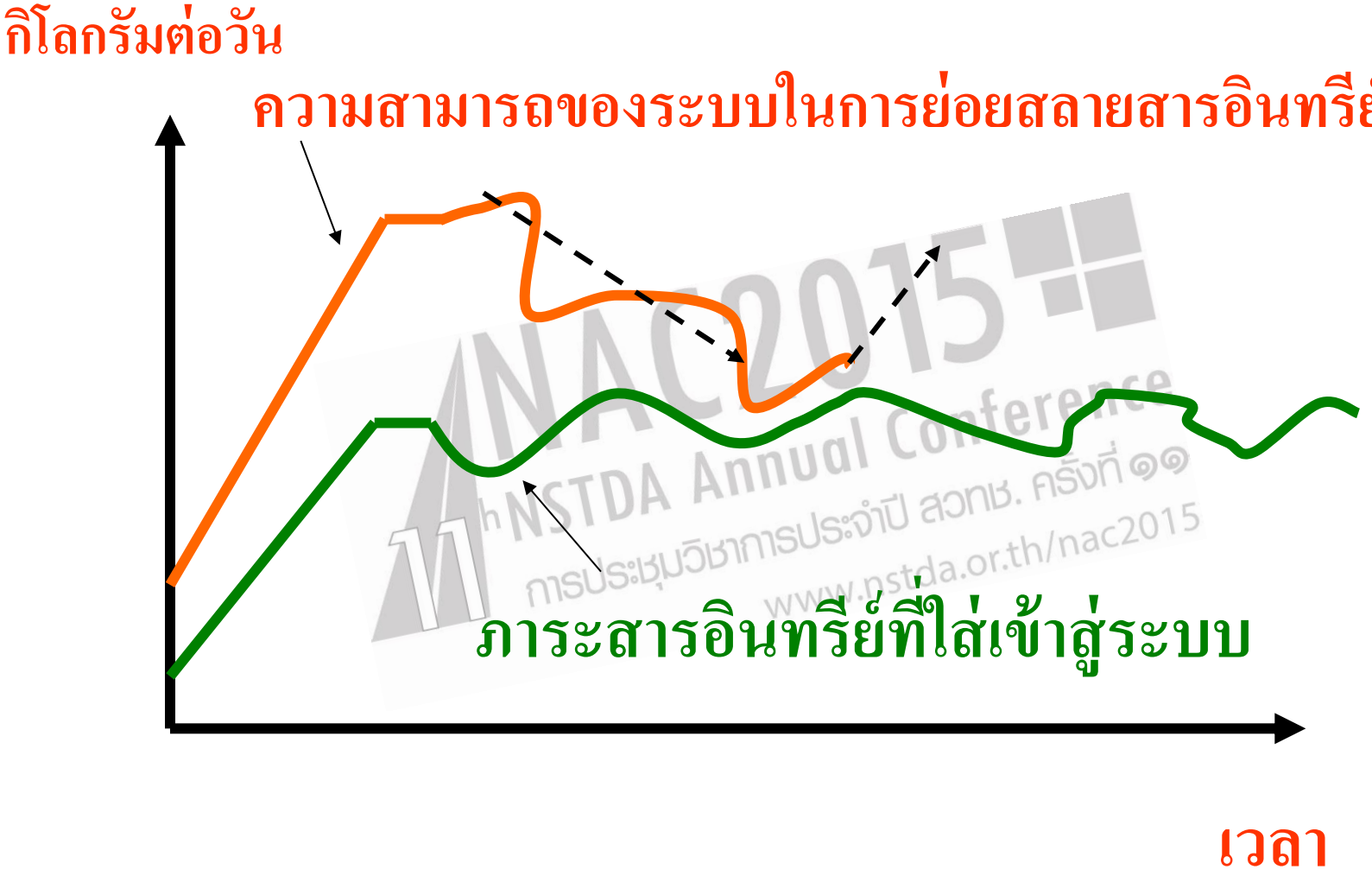
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

การตรวจสอบและควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพที่ดี

ทำอย่างไร ?

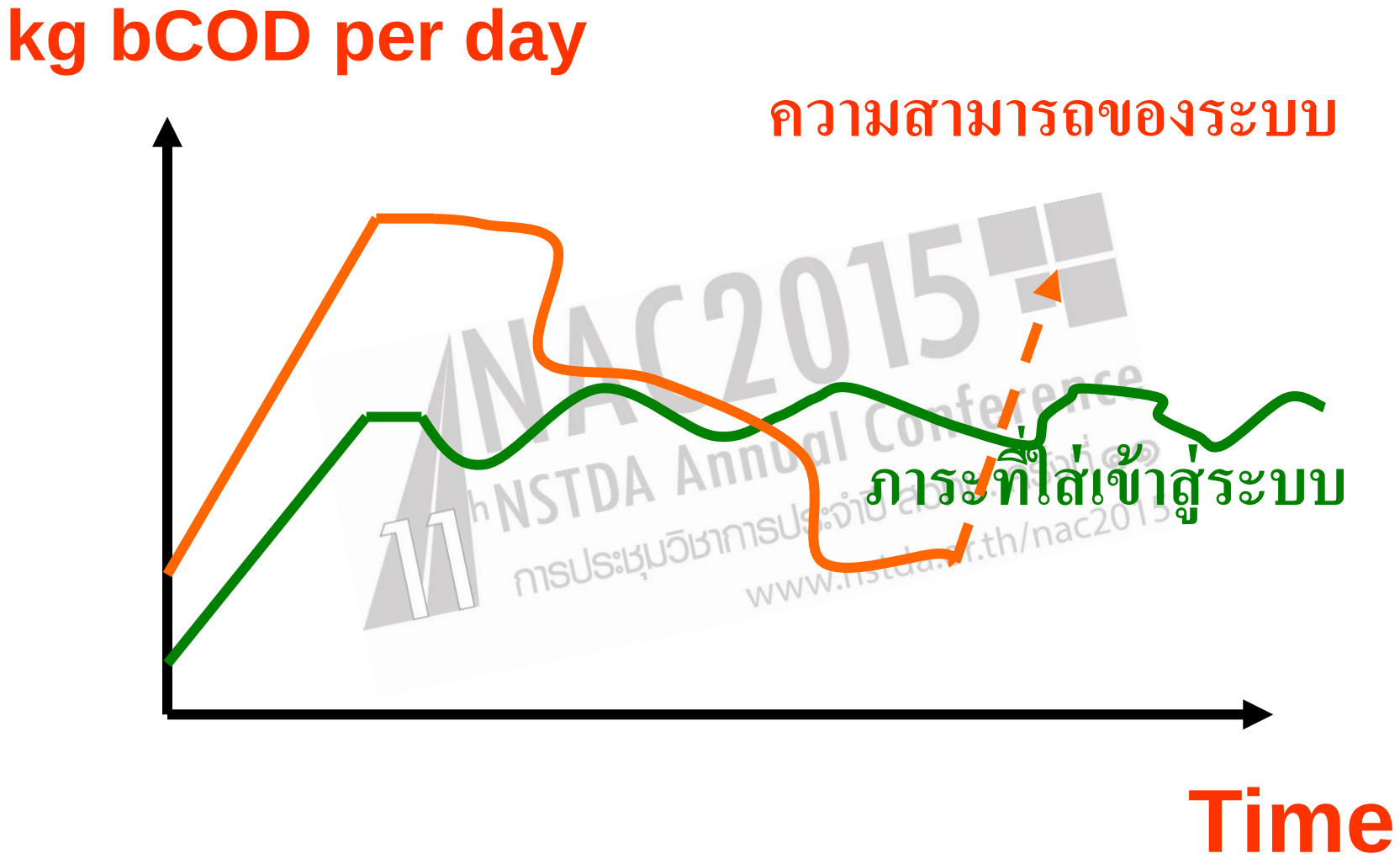
NAC2015
NSTDA Annual Conference
www.nstda.or.th/nac2015

การตรวจสอบและการป้องกันระบบล้มเหลว



NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

การแก้ไขระบบล้มเหลว



การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบเน้นที่ ...?

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

หลักการปรับปรุงประสิทธิภาพ

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ตัวอย่าง

การปรับปรุงประสิทธิภาพ

การปรับพีเอช

พีเอช

เป็นกรดมากไป

เป็นด่างมากไป

คุณภาพแบกทีเรีย ลดลง

ปริมาณแบกทีเรีย ลดลง

ความสามารถของระบบลดลง

NAC2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

ตัวอย่าง
การปรับปรุงประสิทธิภาพ

- การเติมอาหารเสริม

การขาดอาหารเสริม → คุณภาพ แบกทีเรีย ลดลง

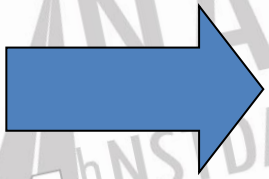
ปริมาณแบกทีเรีย ลดลง

→ ความสามารถของระบบลดลง

ตัวอย่าง
การปรับปรุงประสิทธิภาพ

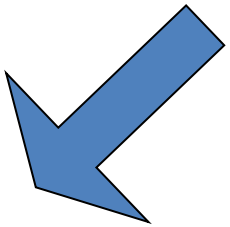
- การหมุนเวียนตะกอนที่หลุดไปกับน้ำทิ้ง

ตะกอนหลุดไปกับน้ำทิ้งมาก



คุณภาพ แบกทีเรีย ไม่ลด

ปริมาณแบกทีเรีย ลดลง



ความสามารถของระบบลดลง

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th

ตัวอย่าง
การปรับปรุงประสิทธิภาพ

- การติดตั้งตัวกลางเพิ่ม

แบกทีเรียในระบบน้อยเกินไป

คุณภาพ แบกทีเรีย ไม่ลด

ปริมาณ แบกทีเรีย ลดลง

ความสามารถของระบบลดลง

NAC 2
NSTDA
www.nstda.or.th

ตัวอย่างการปรับปรุงประสิทธิภาพ

- การเพิ่มสัมผัสระหว่างน้ำเสียกับแบกทีเรีย

Contact ไม่ดี

→ คุณภาพ แบกทีเรีย ลดลง

→ ปริมาณ แบกทีเรีย ลดลง

→ ความสามารถของระบบลดลง

NAC 2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สอวช.
www.nstda.or.th/nac2015

ตัวอย่างการปรับปรุงประสิทธิภาพ

- การสร้างตะกอนเม็ดแบกทีเรีย

ไม่เกิด ตะกอน เม็ดแบกทีเรีย

คุณภาพ แบกทีเรีย ไม่ลด

ปริมาณแบกทีเรีย ลดลง

ความสามารถ ของระบบลดลง

NAC 2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

ตัวอย่างการปรับปรุงประสิทธิภาพ

การกำจัดสารพิษ

น้ำเสีย มีสารพิษ

คุณภาพ แบกทีเรีย **ลดลง**

ปริมาณแบกทีเรีย **ลดลง**

ความสามารถของระบบลดลง

NAC2015 11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

ตัวอย่าง
การปรับปรุงประสิทธิภาพ

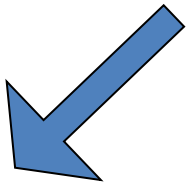
การสร้างระบบเพิ่มเติม

น้ำเสีย
เพิ่มขึ้นมาก

คุณภาพ แบกทีเรีย ดี

ปริมาณ แบกทีเรีย ไม่พอ

ความสามารถของ
ระบบไม่มากพอ



สรุป

เป้าหมายของระบบ

การออกแบบเชิงหลักการ

การออกแบบรายละเอียด

มาตรการการตรวจสอบและการควบคุม

ประสิทธิภาพของระบบ

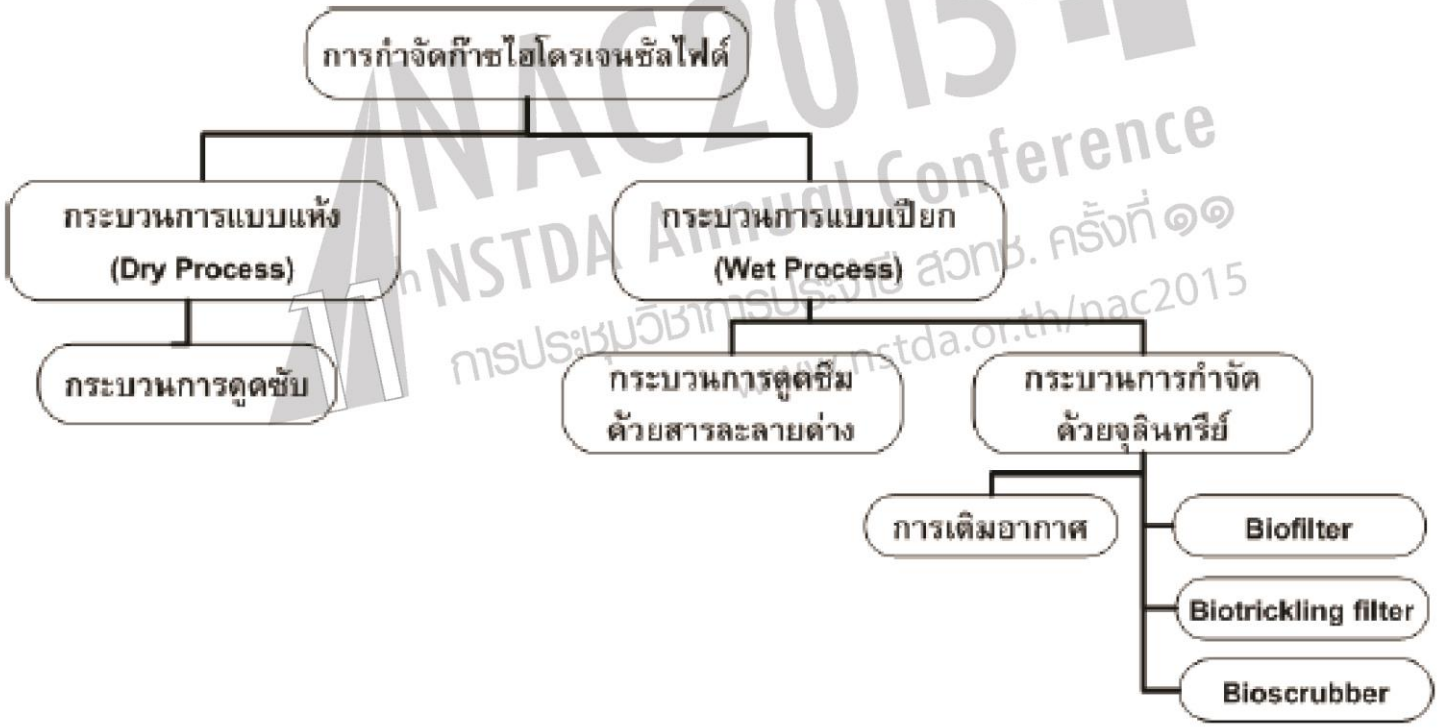
NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

การฟอกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยระบบชีวภาพ

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

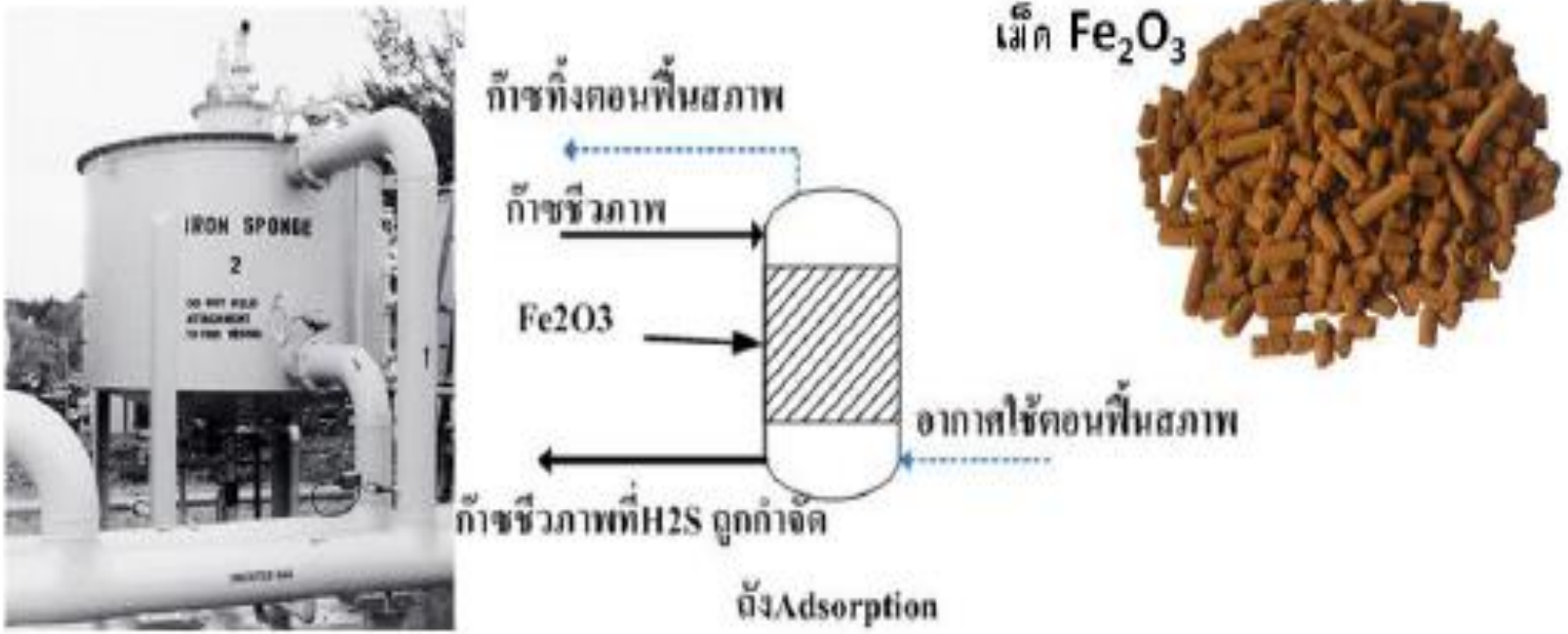
7.3 การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

กระบวนการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) นั้น มีหลายกระบวนการ โดยจำแนกเทคโนโลยี ได้ดังรูปที่ 7.4



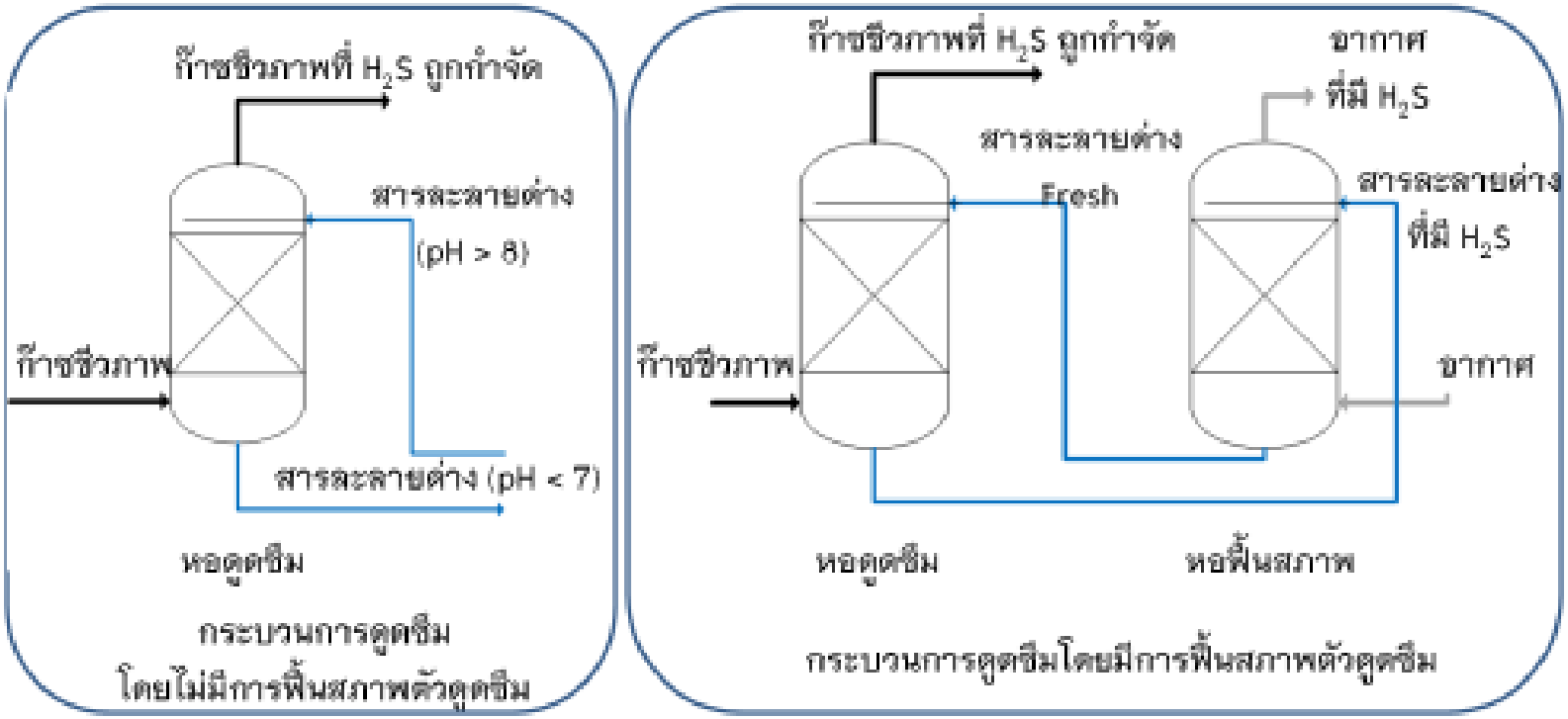
NAC2015 11th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

รูปที่ 7.4 ผังแสดงการจำแนกเทคโนโลยีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์



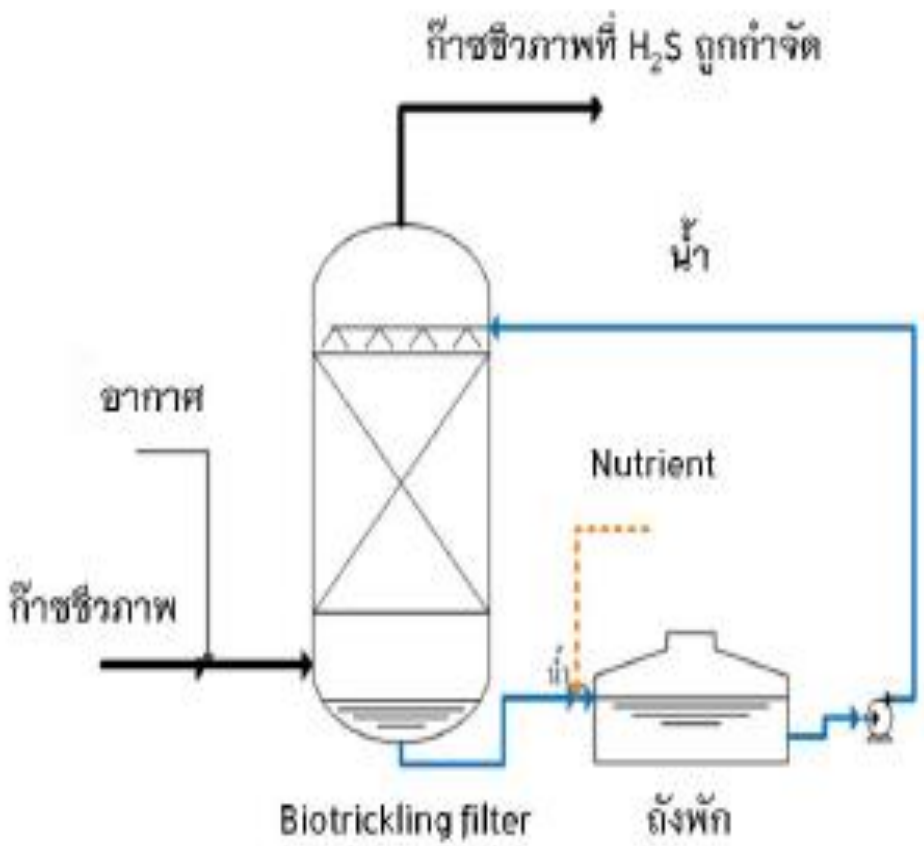
รูปที่ 7.5 แสดงลักษณะของถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์แบบแห้ง

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



รูปที่ 7.6 แสดงแผนผังการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ใช้สารละลายด่าง ทั้งแบบมีการฟื้นสภาพตัวดูดซึมและ ไม่มีการฟื้นสภาพตัวดูดซึม

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



รูปที่ 7.8 แสดงลักษณะของถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์แบบ Biotrickling filter

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Together We Guarantee Your Biogas.

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Thank you

NAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

Q & A Session

- ดร. สาโรช บุญยกิจสมบัติ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- saroch.boo@kmutt.ac.th
- Tel 089-8288207, 02-4709163

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ nstda.or.th/nac2015