หลักสูตรเทคโนโลยีและนวัตกรรมการควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพ
(monitoring, evaluation and control of biogas plant)

หลักการและเหตุผล

การย่อยในสภาพไร้อากาศ (anaerobic digestion, AnD) เป็นการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ (microorganisms consortium) ที่เจริญในสภาวะไร้อากาศที่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพ ที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน ในรูปความร้อน ไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์อื่น เช่น กรดไขมันที่ระเหยง่าย ซึ่งสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมเคมี เป็นแกนหลักของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดแก๊สเรือนกระจก ลดการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิล ลดต้นทุนพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและในชุมชน เป็นองค์ประกอบสำคัญของแนวคิด “เศรษฐกิจแบบยั่งยืน (sustainable economy)” ในขณะนี้ประเทศไทยได้มีการประยุกต์ใช้ AnD ในอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับใช้พลังงานความร้อนและผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและชุมชน เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และเพิ่มรายได้จากการขายไฟฟ้าแก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น

ในบริบทของภาคใต้ที่อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเป็นอุตสาหกรรมหลัก น้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (palm oil mill effluent หรือที่ย่อว่า POME) ซึ่งมีปริมาณสารอินทรีย์สูง (COD 60-100 gCOD/l) เป็นแหล่งวัตถุดิบหลัก (feedstock) ในการผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อน และผลิตกระแสไฟฟ้า(ร่วมกับเศษเหลือชีวมวลอื่นๆ) เพื่อใช้ในโรงงานเอง บางโรงก็ผลิตได้มากจนเหลือใช้ภายในโรงงานและสามารถใช้ในชุมชนรายรอบ หรือขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฯ นอกจากนี้แล้วภาคใต้ยังมีแหล่งวัตถุดิบอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตแก๊ซชีวภาพในระดับชุมชนและอุตสาหกรรมได้ เช่น ของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ กลีเซอรอลดิบ (crude glycerol) ของเสียอินทรีย์จากชุมชน ซึ่งยังไม่ได้มีการนำมาใช้อย่างจริงจัง เพราะยังขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการผลิตก๊าซชีวภาพที่ยั่งยืน

ปัญหาหลักในปัจจุบันเกี่ยวกับการผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อการใช้ในการอุตสาหกรรมและผลิตกระแสไฟฟ้ามีหลายประการดังพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การย่อยในสภาวะที่ไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (AnD) เป็นระบบที่มีความอ่อนไหวสูงมาก ต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในระบบการผลิต นอกเหนือจากที่ใช้ POME เป็นวัตถุดิบ ซึ่งถือว่าเป็นวัตถุดิบที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งในการผลิตแก๊สชีวภาพแล้ว ความเสถียรภาพของระบบมักจะต่ำ ล่มได้ง่ายหรือผลผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพที่ควรจะได้รับโดยทางทฤษฎี และที่ประเมินโดยการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (biochemical methane potential, BMP)
2. ได้มีงานวิจัยจำนวนมาก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่ได้ให้ความกระจ่างเกี่ยวกับปัจจัยและกลไกต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพ รวมไปทั้งได้มีการพัฒนาแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน สามารถนำมาใช้ในการอธิบายปัจจัยและกลไกต่างๆในเชิงปริมาณได้ทั้งในแนวกว้างและแนวลึก สามารถนำมาใช้เป็นรากฐานในการออกแบบระบบการผลิตแก๊สชีวภาพ ในการติดตามประเมินผลการทำงานของระบบ (monitoring and evaluation) และในการควบคุมการผลิต (control) และการหาผลเลิศในการผลิต (optimization) แต่การนำมาปรับใช้ในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งในภาคใต้นั้นยังแทบจะไม่มี ถึงแม้ว่าในบางโรงงานได้มีการปรับให้เป็น smart biogas plants โดยการติดตั้งเซนเซอร์จำนวนมาก รวมไปถึงระบบซอฟท์แวร์ที่สามารถจัดการกับข้อมูลปริมาณมากแล้วก็ตาม โครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ก็ยังไม่ได้นำมาใช้งานได้อย่างเต็มที่ในเชิงของการควบคุมแบบผลเลิศ (optimal control)

3. แนวคิดที่จะนำการหมักร่วม (anaerobic co-digestion หรือ AnCoD) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ เสถียรภาพ และความยืดหยุ่นในการจัดการกับของเสียอินทรีย์ ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในผลงานวิจัยต่างๆเป็นจำนวนมาก แต่การนำ AnCoD มาใช้ ทำให้ระบบมีความซับซ้อนมากขึ้นในเชิงกลไกการทำงานของจุลินทรีย์ และในเชิงคณิตศาสตร์ ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้งานจริงน้อย เพราะยังขาดการพัฒนาระบบควบคุมการผลิตแบบ AnCoD ซึ่งจะต้องใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เป็นรากฐานในการออกแบบระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะมีงานวิจัยในเรื่องนี้พอสมควร แต่ยังไม่มีการนำมาใช้ในทางปฏิบัติในบริบทประเทศไทย

4. ในการผลิตแก๊สชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมมีการนำระบบ SCADA หรือระบบอื่น ๆ มาใช้ในการติดตามกระบวนการผลิต ระบบติดตามผลเหล่านี้มีราคาแพงมาก ทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และลิขสิทธิ์ซอฟท์แวร์ ทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้นำมาใช้งานในแง่การควบคุมเพื่อผลเลิศในการผลิตแต่อย่างใด ในขณะที่ราคาของเซนเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์สำหรับวัดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์มีราคาถูกลงมาก แต่การนำมาใช้งานจะต้องมีการออกแบบ พัฒนาระบบ ทดสอบการใช้งานระบบ ซึ่งต้องมีการวิจัยและพัฒนาขึ้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของซอฟท์แวร์ควบคุม ที่ยังต้องมีพัฒนาอีกมาก จึงจะสามารถนำระบบควบคุมเพื่อผลเลิศได้อย่างแท้จริง ซึ่ง ณ ตอนนั้นระบบควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพจะมีต้นทุนที่ต่ำลงอย่างมาก และการนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมและชุมชน จะแพร่หลายมากขึ้น

จากความตระหนักถึงปัญหา แนวทางในการแก้ไข และการพัฒนาต่อยอดจากความก้าวหน้าทางวิชาการทางด้านระบบควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพ ในประเทศไทยได้มีการวิจัยพัฒนาทางด้านนี้มากขึ้นในระยะที่ผ่านมา ทางอุทยานวิทยาศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และคณะผู้วิจัยทางด้านพลังงานจากแก๊สชีวภาพ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และบริษัทบริษัท เวทส์แอนด์ เอ็นเนอร์ยี่แมเนจเม้นท์ จึงได้ร่วมกันจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบติดตามและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพแบบผลเลิศโดยใช้ต้นทุนต่ำเพื่อการประยุกต์ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม (A low-cost monitoring and optimal control system for industrial biogas production) เพื่อนำองค์ความรู้ที่ผ่านการค้นคว้า วิจัยและพัฒนา มาเผยแพร่ ให้ความรู้โดยวิธีการอบรมเชิงปฏิบัติการ ที่จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มเสถียรภาพ เพิ่มผลผลิต และได้ผลเลิศในการผลิตแก๊สชีวภาพในอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์

- พัฒนาศักยภาพของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมในภาคใต้ให้มีความสามารถในการพัฒนาต่อยอดระบบติดตามผลและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพ ที่มีความยืดหยุ่นสูง มีต้นทุนต่ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตพลังงานหมุนเวียน สามารถปรับกำลังผลิตตาม

ความต้องการพลังงาน (on-demand control) และความยืดหยุ่นในการจัดการของเสียอินทรีย์ในอุตสาหกรรมเกษตร

- เพื่อขยายผลการวิจัยพัฒนาระบบติดตามผลและควบคุมกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้อุตสาหกรรมการผลิตแก๊สชีวภาพมีต้นทุนที่ต่ำลง ประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีความยั่งยืนระยะยาว

วิทยากร

1) รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ม.วลัยลักษณ์
2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรัติศัย รักมาก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ม.วลัยลักษณ์
3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิศรุฬห์ วงบุญ สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ม.วลัยลักษณ์
4) นางสาวพรวิมล เวชสิทธิ์ บริษัท เวทส์แอนด์ เอ็นเนอร์ยี่แมเนจเม้นท์
5) นายณรงศักดิ์ สีขาว สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ม.วลัยลักษณ์
6) นายสันติ ทวีรักษากุล บริษัท เวทส์แอนด์ เอ็นเนอร์ยี่แมเนจเม้นท์

กลุ่มเป้าหมาย

บุคลากรหรือผู้บริหารเชิงเทคนิคของภาคเอกชน วิสาหกิจชุมชน ภาคการศึกษา หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ประกอบการทางด้านพลังงานชีวภาพ โดยเน้นผู้ที่รับผิดชอบการผลิตในโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพื่อใช้ในโรงงาน หรือขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฯ มีวุฒิการศึกษาระดับ ผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือระดับ ปวช. ปวส. หรือมีประสบการณ์การทำงานโรงงานที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มอุตสาหกรรมข้างต้นไม่น้อยกว่า 1 ปี

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ผู้อำนวยการ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ระยะเวลาดำเนินการ

จำนวนวันดำเนินการ ภาคบรรยาย และภาคปฏิบัติ/กรณีศึกษา/การให้คำปรึกษาเชิงเทคนิค
ตั้งแต่วันที่ 16-19 สิงหาคม พ.ศ. 2564

<u>เปิดรับสมัคร</u>

ถึง 10 สิงหาคม พ.ศ. 2564

<u>สถานที่ดำเนินการ</u>

ภาคบรรยาย: อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ภาคปฏิบัติ : สาธิตการเดินระบบ กรณีศึกษา และให้คำปรึกษาแบบออนไลน์ ณ
อาคารเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ค่าใช้จ่ายในการสมัคร

ไม่มีค่าใช้จ่าย (ค่าลงทะเบียน ค่าซอฟท์แวร์ในการอบรม เอกสาร สื่อการสอน และการให้คำปรึกษาในระหว่างช่วงการอบรม ฟรีทั้งหมด)

จำนวนผู้เข้าอบรม

รับจำนวนจำกัดเพียง 30 คน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- บุคลากรจากภาคเอกชนได้รับความรู้ทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติ โดยนำไปใช้ปฏิบัติจริงกับโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพที่ดูแลรับผิดชอบอยู่ได้อย่างเป็นรูปธรรม และบุคลากรจากภาครัฐและภาคประชาชนที่เกี่ยวข้องกับผู้ประกอบผลิตแก๊สชีวภาพ สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบาย หรือนำไปขยายผลใช้งานในระดับชุมชน
- สามารถเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถให้กับบุคลากรและผู้ประกอบการโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพ
- มีการนำนวัตกรรมระบบติดตามและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพมาใช้เพื่อช่วยลดการสูญเสียในระหว่างการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม

กำหนดการ วิธีการ และเนื้อหาการอบรมหลักสูตร “ระบบติดตามและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพแบบผลเลิศโดยใช้ต้นทุนต่ำเพื่อการประยุกต์ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม”

กิจกรรมก่อนวันอบรม

15 พฤษภาคม 2564 ถึง 10 สิงหาคม 2564: ลงทะเบียนออนไลน์ ขอเข้าร่วมอบรม

10 สิงหาคม 2564 – 15 สิงหาคม 2564: ผู้เข้าร่วมอบรมกรอกข้อมูลสมรรถนะของระบบผลิตแก๊สชีวภาพและพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้ตรวจวัด หรือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น COD, VFA, pH, alkalinity, เป็นต้น ย้อนหลังอย่างน้อย 1 เดือน ของโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพที่ดูแลอยู่ (หากผู้เข้าอบรมไม่มีข้อมูลส่วนนี้หรือไม่ต้องการให้ข้อมูล ทางวิทยากรผู้จัดอบรมจะจัดชุดข้อมูลจริงจากอุตสาหกรรมให้ สำหรับใช้ในการฝึกอบรม ทางอุทยานฯไม่ได้มีเงื่อนไขใดๆที่ผู้เข้าร่วมอบรมจะต้องทำให้เสร็จ หรือให้ข้อมูล แต่หากทางโรงงานที่ส่งผู้อบรมต้องการให้ใช้ข้อมูลโรงงานจริง ก็จะเกิดประโยชน์กับทางโรงงานโดยตรง)

1 – 10 สิงหาคม 2564: ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถเข้าถึงแหล่ง ซอฟท์แวร์พร้อมคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย เอกสารประกอบการอบรม สื่อวิดีโอ

กิจกรรมในวันอบรม

ว/ด/ป	ช่วงที่ 1 ภาคบรรยาย 08:00-12:00 น.	ช่วงที่ 2 ภาคปฏิบัติ 13:00-17:00 น.
16/8/64	08: 00 – 08:05 น. พิธีเปิดโครงการฝึกอบรม สอบพรีเทสต์ (Pretest exam) <u>ภาคบรรยาย 1</u> หลักการพื้นฐานในการหมักแบบไร้อากาศ เพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพในระดับอุตสาหกรรม วิทยากร: ผศ.วิศรุพห์ วงบุญ นางสาวพรวิมล เวชสิทธิ์ ผศ.ดร.นิรัติศัย รักมาก รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ	<u>ภาคปฏิบัติ 1</u> รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโรงงานผลิตก๊าซชีวภาพ ปัญหา และแนวปฏิบัติ จากตัวแทนของโรงงานที่ส่งผู้เข้าร่วมอบรม กรณีศึกษา แชร์ปัญหาเชิงเทคนิคของโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพ พร้อม และจากงานวิจัยของทีมงานมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิทยากร: นางสาวพรวิมล เวชสิทธิ์ นายสันติ ทวีรักษากุล ผศ.วิศรุพห์ วงบุญ
17/8/64	<u>ภาคบรรยาย 2</u> - แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์พื้นฐาน อย่างง่ายของระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบ Batch และ CSTR - แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบไฮบริดแชนนัล (Hybrid-Channel) และแบบยูเอเอสบี (UASB) - ระบบการติดตามประเมินผลและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพที่ใช้โมเดลเป็นเป็นฐาน (Model-based monitoring, evaluation and control systems) วิทยากร: รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ นายสันติ ทวีรักษากุล นายณรงศักดิ์ สีขาว	<u>ภาคปฏิบัติ 2</u> สาธิตการใช้ซอฟท์แวร์ในการติดตาม ประมวลผลสมรรถนะของโรงงานผลิตแก๊สชีวภาพจากข้อมูลจริงในระดับอุตสาหกรรมนำผลการทดลองที่ได้จากการดำเนินการผลิตแก๊สชีวภาพของระบบไฮบริดแชนนัลย่อส่วน มาสาธิตวิธีการวิเคราะห์ติดตามสมรรถนะของระบบ พร้อมสาธิตการทำนายสถานการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดจากการควบคุมระบบให้เคลื่อนไปในทิศทางต่าง การหมักร่วมเพื่อเพิ่มกำลังผลิต วิทยากร: รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ นายสันติ ทวีรักษากุล ผศ.ดร.นิรัติศัย รักมาก
18/8/64	<u>ภาคบรรยาย 3</u> - กรณีศึกษา การหมักร่วมระหว่าง POME กับกากตะกอนปาล์ม ของเสียจากโรงงานไบโอดีเซล ขี้แป้งโรงงานน้ำยางข้น ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ และแบบ on-demand	<u>ภาคปฏิบัติ 3</u> (แยกเป็น 2-3 ห้องย่อย เพื่อให้คำปรึกษาอย่างทั่วถึงและตรงตามความต้องการของผู้ประกอบการ) นำข้อมูลอุตสาหกรรม ที่ได้รับจากโรงงานของผู้เข้าร่วมการอบรม หรือจากกรณีตัวอย่าง มาวิเคราะห์โดยการใช้ซอฟท์แวร์ และคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

	วิทยากร: ผศ.วิศรุฬห์ วงบุญ นายสันติ ทวีรักษากุล นางสาวพรวิมล เวชสิทธิ์ รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ	ทางด้านการผลิต การติดตาม ประเมินสมรรถนะ และการควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพ วิทยากร: รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ นายสันติ ทวีรักษากุล ผศ.วิศรุฬห์ วงบุญ
19/8/64	<u>ภาคบรรยาย 4</u> - นโยบายพลังงานจากก๊าซชีวภาพ ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ การนำเซนเซอร์ ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ควบคุมสำหรับระบบการผลิตแก๊สชีวภาพ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม บทสรุปสำหรับผู้บริหาร และการเตรียมตัวของบุคลากร เพื่อเตรียมรับการเปลี่ยนในอนาคต วิทยากร: นายณรงศักดิ์ สีขาว นายสันติ ทวีรักษากุล รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ ผศ.วิศรุฬห์ วงบุญ และวิทยากรรับเชิญที่เหมาะสม	<u>ภาคปฏิบัติ 4</u> - สรุปผลการวิเคราะห์กรณีศึกษาต่างๆ ที่ได้รับข้อมูลจากโรงงานที่เข้าร่วม พร้อมข้อเสนอแนะ - Post-test exam - ปิดการฝึกอบรม วิทยากร: ผศ.ดร.นิรัติศัย รักมาก นายสันติ ทวีรักษากุล รศ.ดร.ชัยรัตน์ ศิริพัธนะ

หมายเหตุ: กำหนดการอบรม ฯ อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม