วารสารวิชชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีที่ 43 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2567

Vol. 43 No. 1 January - June 2024

วารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ISSN 3027-737X (Online)

WICHCHA JOURNAL

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

วารสารวิชชา
WICHCHA JOURNAL
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ปีที่ 43 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2567 Vol. 43 No. 1 January – June 2024

เจ้าของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ที่ปรึกษา ดร.สมปอง รักษาธรรม รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ
ผู้ช่วยบรรณาธิการ ดร.สาวิตรี ฤทธิ์ช่วย

นโยบาย

1. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นวารสารวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524
2. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นเอกสารวิชาการแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเผยแพร่ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแบบออนไลน์ได้แบบเสรีโดยผ่านกระบวนการประเมินจากจากผู้ประเมินอิสระ (peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ในรูปแบบผู้ประเมินอิสระและผู้แต่งไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (double-blind review)

ขอบเขตงาน

ขอบเขตของบทความวิจัย (research article) และบทความวิชาการ (academic article) ที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นบทความในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิศวกรรมศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นสื่อส่งเสริมการสร้างความรู้และองค์ความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อเป็นเวทีนำเสนอผลงานทางวิชาการของบุคลากรในมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป

ประเภทบทความ

วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตีพิมพ์บทความฉบับเต็มในรูปแบบบทความวิจัย (research article) และบทความวิชาการ (academic article) ตามขอบเขตงาน

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้รับการพิจารณาจากผู้ประเมินอิสระ (peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องจากหลากหลายหน่วยงาน อย่างน้อย 3 ท่าน ในรูปแบบผู้ประเมินอิสระและผู้แต่งไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (double-blind review) และบทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารที่เป็นวรรณกรรมของผู้เขียน บรรณาธิการหรือมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์

วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ไม่เก็บค่าธรรมเนียมในการตีพิมพ์

เกี่ยวกับวารสาร

ชื่อวารสาร : วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ISSN ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ : 3027-737X
เว็บไซต์วารสาร : https://www.tci-thaijo.org/index.php/wichcha/index

กำหนดเผยแพร่ : เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม)

จัดพิมพ์โดย : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ ประกอบด้วย

ดร.สมปอง รักษาธรรม	รักษาราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

กองบรรณาธิการภายนอกมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.การุณ ทองประจุแก้ว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธัญรส	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
รองศาสตราจารย์ ดร.พยุงศักดิ์ อินต๊ะวิชา	คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ดร.สรรพสิทธิ์ กล่อมเกล้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงศ์ โอทอง	มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตนครสวรรค์
รองศาสตราจารย์ ดร.สมัคร แก้วสุกแสง	คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิศิโรตม์ เกตุแก้ว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรศักดิ์ สวัสดี	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)

กองบรรณาธิการภายในมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ศุภพันธ์	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งนภา พิมเสน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ สุดสมบูรณ์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.ศณัทชา ธีระชุนห์	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารณ์ (Peer review) ตรวจสอบทางวิชาการประจำฉบับ

ศาสตราจารย์ ดร.การุณ ทองประจุแก้ว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ อัศตรกุล	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ต่อลาภ คำโย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่
รองศาสตราจารย์ ดร.พจมาลย์ สุรนิลพงศ์	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.พัชราวดี ศรีบุญเรือง	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี รามสูตร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา เพ็งหนู	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว	คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาธร จูเจริญ	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงจุฑา สุวรรณประเสริฐ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช่วนยุก	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประดินันท์ เอี่ยมสะอาด	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญ หล่อพิทยากร	คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัทวัฒน์ สีขาว	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ ตั้งสมบัติวิจิตร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนณรงค์ มากพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล	คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ สอนสารี	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนงนาฏ ไพนุพงศ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ วีระพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ดร.กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง	คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ดร.ขวัญเดือน รัตนา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ดร.ธีรพร กทิศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.นรินธร จำวงษ์	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.เนาวรัตน์ กองคำ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ดร.ลลิตา ศิริวัฒนานนท์	คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สมพร แม่ลิ่ม	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.สาวิตรี ฤทธิ์ช่วย	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้ตรวจทานภาษาต่างประเทศประจำฉบับ

นางสาวนฤภร ธิติประเสริฐ	สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน/ศูนย์ภาษาและวัฒนธรรมนานาชาติ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสาวธนสินี ไชยมงคล	สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน/ศูนย์ภาษาและวัฒนธรรมนานาชาติ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ฝ่ายอำนวยการ ประกอบด้วย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุรีภรณ์ นวนมุสิก	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ศุภพันธ์	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ว่าที่ร้อยตรี ดร.จาตุรนต์ ชุติธรพงษ์	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ดร.เบญจวรรณ นิลวงค์ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้จัดการวารสาร
นางสาวกันต์ฤทัย จรจรัส สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปก มูฟ แอดเวอร์ไทส์ (Moof Advertise)
เลขที่ 1/13 หมู่ที่ 6 ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทร. 095-7218863 / 093-6623225 e-mail: moofadvertise@gmail.com

สารบัญ

	หน้า
บทความวิจัย	
การเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชรุ่นที่ 2 ในสภาพโรงเรือนพลาสติก ปรมาภรณ์ น้อยมุสิก สมปอง เตชะโต* และสุรีรัตน์ เย็นช้อน	1
ผลของแป้งกล้วยน้ำว้าต่อคุณลักษณะของขนมทองม้วน อดิศรา ตันตสุทธิกุล*	29
การกักเก็บคาร์บอนในป่าดิบชื้น กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านป่าพงศ์ อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง อานุช คีรีรัฐนิคม และสุภฎา คีรีรัฐนิคม*	41
ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ ขวัญตา พิมพ์พันธ์ นิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล และอภิชญา สวัสดี*	54
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความเป็นพิษระดับเซลล์ในไรน้ำเค็มและลูกน้ำยุงลายของสารสกัดหยาบทุเรียนเทศ (*Annona muricata* L.) เฌอลินน์ ฟาน เบม* และอาอีเสาะ สาและ	66
การประยุกต์ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปปลาทะเลในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพงขาว (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) ที่เลี้ยงในน้ำจืด แจ่มจันทร์ เพชรศิริ* และทวีเดช ไชยนาพงษ์	80
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว ภาสุรี ฤทธิเลิศ* อัณนภา สุขลิ้ม และวิศวรรธน์ พัชรวิชญ์	93
การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งโดยเทคนิคอินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมา-ออพติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี พุทธธิดา ด้วงกลัด และมาริสา อินทวงศ์*	108
ผลของปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพจากฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค เยาวมาลย์ เชียวสอาด* ฐิรารัตน์ แก้วจำนง และสมรักษ์ รอดเจริญ	122
บทความวิชาการ	
การผลิตมะพร้าวน้ำหอมราชบุรีตามมาตรฐานสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย ขฎาพร โพคัยสวรรค์* นภธีรา จวอรรถ และรัตติญา งามระบำ	13
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	**133**

ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้
Potential of Methane Gas Production from Food Waste and Green Waste

ขวัญตา พิมพ์พันธ์[1] นิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล[2,3] และอภิชญา สวัสดี[1*]
Khwanta Pimpan[1] Nipon Pisutpaisal[2,3] and Apichaya Sawasdee[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ โดยขยะทั้ง 2 ชนิด ได้จากพื้นที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ในระบบผลิตก๊าซมีเทนนำมาจากระบบหมักแบบ upflow anaerobic sludge blanket (UASB) เดินระบบผลิตก๊าซมีเทนในถังปฏิกรณ์กวนสมบูรณ์ขนาด 10 ลิตร อัตราส่วนวัตถุดิบ 1:1:1 ค่าของแข็งทั้งหมดร้อยละ 2.5 ระยะเวลาในการหมัก 288 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างของเหลวและก๊าซในระบบเพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมด องค์ประกอบก๊าซชีวภาพ และนำไปสู่การคำนวณค่าจลนศาสตร์การผลิตก๊าซมีเทน จากผลการวิจัยพบว่าศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ พบว่าตลอดระยะเวลาการเดินระบบมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.90-7.42 ก๊าซมีเทนมีค่าสูงสุดร้อยละ 70.19 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมดเท่ากับ 1,731.33 มิลลิลิตร และปริมาณก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 404.76 มิลลิลิตร จลนศาสตร์การผลิตก๊าซมีเทน คือ อัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด (R_{max}) เท่ากับ 3.197 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง และปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุด (H_{max}) เท่ากับ 399.596 มิลลิลิตร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการนำขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development goals: SDGs) ที่ 7.2 เพิ่มสัดส่วนของพลังงานทดแทนของโลก ภายในปี พ.ศ. 2573 ได้อีกด้วย

[1] สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร อาหารและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3] ศูนย์เทคโนโลยีไบโอเซ็นเซอร์และไบโออิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* Corresponding author e-mail: Apichaya.s@vru.ac.th

Received: 26 December 2022, Revised: 27 March 2023, Accepted: 29 May 2023

คำสำคัญ: การหมัก ก๊าซมีเทน ขยะเศษอาหาร เศษใบไม้

Abstract

This research objective was to study the potential of methane gas production from food waste and green waste. Both of wastes were obtained from Electricity Generating Authority of Thailand Bangkruai Nonthaburi. Microorganism for methane production system was obtained from upflow anaerobic sludge blanket (UASB) system. The operation of methane production was operated in 10 liters of completely stirred tank reactor. The material ratio was 1:1:1, a total of solid 2.5% and fermentation time was 288 hours. The sample was collected from solution and gas for investigated the related parameters were pH, cumulative total gas, component of biogas. These parameters related to calculation kinetic methane production. From the research results, it was found that pH from operation time from potential of methane gas production from food waste and green waste was 6.90 - 7.42, highest methane gas production was 70.19%, cumulative biogas was 1,731.33 milliliter (ml), and cumulative methane was 404.76 ml, respectively. For Kinetic methane production, maximum methane production rate 3.197 ml hr^{-1}, maximum methane 399.596 ml. Therefore, this research can be used as an information to support the food waste and green waste utilization as a raw material for biogas production for government and private sectors in order to achieve the sustainable development goal. Sustainable development goals (SDGs) 7.2, could increase the proportion of renewable energy in the world in 2030.

Keywords: Fermentation, Methane gas, Food waste, Green waste

บทนำ

ขยะเศษอาหาร (food waste: FW) เป็นประเภทหนึ่งของขยะมูลฝอย มีแหล่งที่มาหลากหลาย เช่น ครัวเรือน ตลาด โรงอาหาร ร้านอาหาร และอุตสาหกรรมแปรรูปเศษอาหาร ซึ่งประเทศไทยสร้างขยะมูลฝอยมากถึง 27-28 ล้านตันต่อปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) กว่าครึ่งหนึ่งเป็นขยะที่มาจากอาหารทั้งบริโภคไม่หมดและวัสดุที่ใช้ประกอบอาหาร ดังนั้นเมื่อจัดการขยะเศษอาหารไม่ถูกต้อง สิ่งที่ตามมาคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะการสะสมของเสียประเภทสารอินทรีย์ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ที่เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อน ที่มีศักยภาพทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 25 เท่า (Forster *et al.*, 2007) นอกจากขยะเศษอาหารที่เป็นสารอินทรีย์ยังมีเศษใบไม้ (green waste) ที่เป็นสารอินทรีย์อีกส่วนหนึ่งในพื้นที่สีเขียวของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งในกรณีที่ไม่มีการจัดการอย่างถูกวิธีนั้น จะสามารถสร้างมลพิษอากาศได้เช่นเดียวกัน

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นหน่วยงานที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก จึงมีการหาวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ภายในหน่วยงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะเศษอาหาร เนื่องจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีพนักงานจำนวน 6,800-7,000 คน จึงทำให้ปริมาณขยะเศษอาหารมีจำนวนมาก การจัดการขยะเศษอาหารของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นการเทรวมขยะเศษอาหารภายในโรงอาหารแต่ละพื้นที่ และนำไปส่งต่อเป็นอาหารสัตว์ แต่ยังมีบางส่วนที่ถูกเทกองรวมกับขยะประเภทอื่น จึงทำให้ขยะประเภทอื่นนำไปรีไซเคิลได้ยาก นอกจากนี้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยยังมีนโยบายด้านความปลอดภัย สุขภาพอนามัย และสิ่งแวดล้อม ให้มีการจัดระบบการจัดการคุณภาพ ความปลอดภัย มีสุขอนามัยที่ดี และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงนำไปสู่การหาวิธีจัดการขยะเศษอาหารในพื้นที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามในพื้นที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย นั้นไม่ได้มีเพียงขยะเศษอาหารที่มีปริมาณมาก ยังมีเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นเป็นจำนวนมากในพื้นที่อีกด้วย

ในการนำขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มาเปลี่ยนให้เป็นทรัพยากรที่เป็นประโยชน์นั้น สามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ นำไปเป็นอาหารสัตว์ รวมถึงการเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ (anaerobic digestion) โดยกลุ่มจุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน (อริศรา, 2562) ก๊าซชีวภาพนั้นถือเป็นแหล่งพลังงานทางเลือก โดยสามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานทดแทนก๊าซหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า (Gu *et al.*, 2014) อีกทั้งในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นยังมีผลพลอยได้ (by-product) คือ ปุ๋ย ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการนำวัสดุลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) มาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยงานวิจัยของวนัสพรรัศม์ (2564) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซมีเทนจากการหมักร่วมของหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเสื่อมโทรมกับมูลสุกร พบว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเปรี้ยวสามารถผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด 9,280.80 มิลลิลิตร การวิจัยของวิจิตรพร และคณะ (2559) ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าวร่วมกับมูลสัตว์โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่าสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด 57.17 ลิตรต่อวัน การวิจัยของประภา และคณะ (2566) ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากกาแฟที่ผ่านการปรับสภาพร่วมกับมูลวัวโดยการหมักแบบกะและแบบกึ่งกะ พบว่ากากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลส สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ นอกจากนี้จากงานวิจัยของเอนก และคณะ (2564) ที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษข้าว ยังแสดงให้เห็นว่าเศษข้าวสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากกว่า 20 ลิตรต่อสัปดาห์ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าวัสดุลิกโนเซลลูโลสสามารถเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพโดยนำขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการหมักร่วมเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการจัดการขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ให้กับหน่วยงานที่สนใจต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ขยะเศษอาหาร

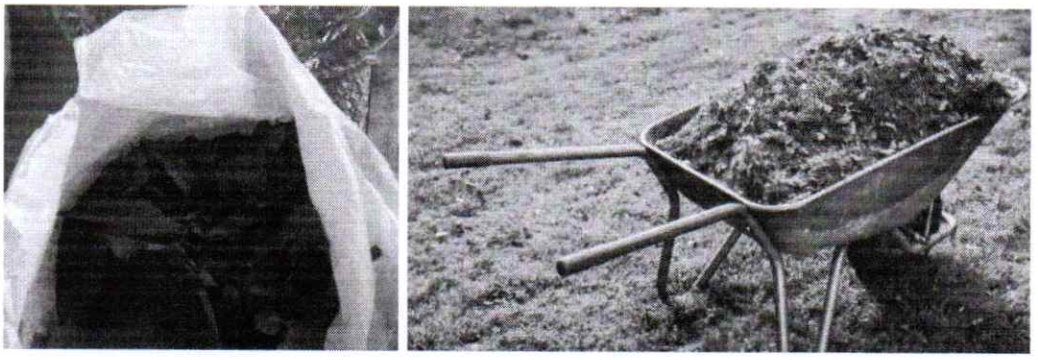
ขยะเศษอาหารได้จากโรงอาหารของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ประกอบด้วย ขยะเศษอาหารที่เหลือจากการบริโภคของพนักงาน และเศษผัก เศษอาหาร เศษเนื้อสัตว์ ที่เหลือจากการประกอบอาหารของร้านค้าในโรงอาหาร (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ขยะเศษอาหารที่ใช้ในงานวิจัยที่ได้จากโรงอาหารของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.2 เศษใบไม้

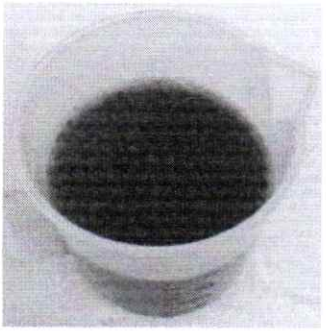
เศษใบไม้ที่ได้จากพื้นที่ภายในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งมีทั้งต้นไม้ใหญ่ ประกอบไปด้วยใบหูกวาง ทองกวาว ฯลฯ (ภาพที่ 2) โดยในการนำเศษใบไม้มาใช้เป็นวัตถุดิบ จะใช้ใบไม้แห้งและมีการทำให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้ง่ายต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในระบบ



ภาพที่ 2 เศษใบไม้

1.3 เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (anaerobic wastewater treatment)

เป็นจุลินทรีย์ที่นำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศแบบ upflow anaerobic sludge blanket (UASB) จากบริษัท เอี่ยมบูรพา จำกัด สถานที่ตั้ง เลขที่ 98 หมู่ 2 ตำบลหนองน้ำใส อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว มีลักษณะเป็นแกรนูล (ภาพที่ 3) โดยในระหว่างก่อนการนำมาเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีการเติมสารละลายกลูโคส เพื่อเลี้ยงให้จุลินทรีย์ยังสามารถทำงานได้ และเมื่อถึงเวลาการนำจุลินทรีย์มาใช้งานจะมีการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิต (active) โดยดูจากสีของแกรนูล ในกรณีที่มีสีน้ำตาลอ่อนลงจะมีการคัดแกรนูลเหล่านั้นออกไป



ภาพที่ 3 จุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

2. การผลิตก๊าซชีวภาพ

การผลิตก๊าซชีวภาพ ดำเนินการในถังปฏิกรณ์กวนสมบูรณ์ขนาด 10 ลิตร working volume 8 ลิตร อัตราการกวน 95 รอบต่อนาที มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส เพื่อให้เหมาะสมกับจุลินทรีย์กลุ่มที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic bacteria) และมีอัตราส่วนในการเติมวัตถุดิบและเชื้อจุลินทรีย์ คือ ขยะเศษอาหาร เศษใบไม้ และเชื้อจุลินทรีย์ เท่ากับ 1:1:1 และมีปริมาณค่าของแข็งทั้งหมดร้อยละ 2.5 (ภาพที่ 4) จากนั้นดำเนินการเก็บตัวอย่างของเหลวเพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบก๊าซชีวภาพ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนี้



ภาพที่ 4 การผลิตก๊าซชีวภาพในถังปฏิกรณ์กวนสมบูรณ์ขนาด 10 ลิตร

2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Mettler Toledo ตามวิธีมาตรฐานของ APHA (2017)

2.2 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ (biogas component)

องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพวิเคราะห์โดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทรกราฟฟี (Shimadzu GC-2010 Gas Chromatograph, Japan) โดยฉีดก๊าซตัวอย่างที่อยู่ใน gastight syringe ขนาด 500 ไมโครลิตร ผ่าน injector อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส โดยมีก๊าซฮีเลียม (total flow 50 มิลลิลิตรต่อนาที) เป็นตัวพาสารเข้าสู่แพคคอลัมน์ (Shincarbon ST 50/80 mesh 2.0 m x 3.0 mm I.D., stainless steel) ที่มีอุณหภูมิคอลัมน์ 150 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการแยกชนิดของสารตัวอย่างตาม retention time ภายในคอลัมน์ (Housagul *et al.*, 2014)

2.3 ปริมาณก๊าซทั้งหมดสะสม (cumulative total gas) และปริมาณก๊าซมีเทนสะสม (cumulative methane production)

ปริมาณก๊าซทั้งหมด ใช้ gas counter นับจำนวนรอบ และนำไปคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมดที่เกิดขึ้น และในการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนสะสม ทำได้โดยสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณก๊าซมีเทนสะสม} = \frac{\text{ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมด} \times \text{เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน}}{100} \quad (1)$$

2.4 ค่าทางจลนศาสตร์ที่ได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

การคำนวณหาค่าทางจลนศาสตร์ของการผลิตก๊าซมีเทน คือ ระยะเวลาแล็กเฟส (λ) อัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด (R_{max}) และปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุด (H_{max}) นำข้อมูลดิบจากการทดลองก๊าซมีเทนสะสม และเวลาที่ได้จากการหมัก เข้าสมการ Modify Gompertz แสดงดังสมการที่ 2 ของโปรแกรม Sigma plot version 14.5 คำนวณพารามิเตอร์ทางจลนศาสตร์โดยการลากเส้นสมการแบบถดถอย (Regression) การคำนวณแต่ละครั้งจะได้ค่า R^2

$$H = H_{max} \times \exp\left\{-\exp\left[\frac{R_{max} e}{H_{max}}(\lambda - t) + 1\right]\right\} \quad (2)$$

โดยที่ H คือ ปริมาณก๊าซมีเทนสะสม (มิลลิลิตร)

T คือ ระยะเวลาในการหมัก (ชั่วโมง)

R_{max} คือ อัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อชั่วโมง)

H_{max} คือ ปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุด (มิลลิลิตร)

λ คือ ระยะเวลาแลกเฟส (ชั่วโมง)

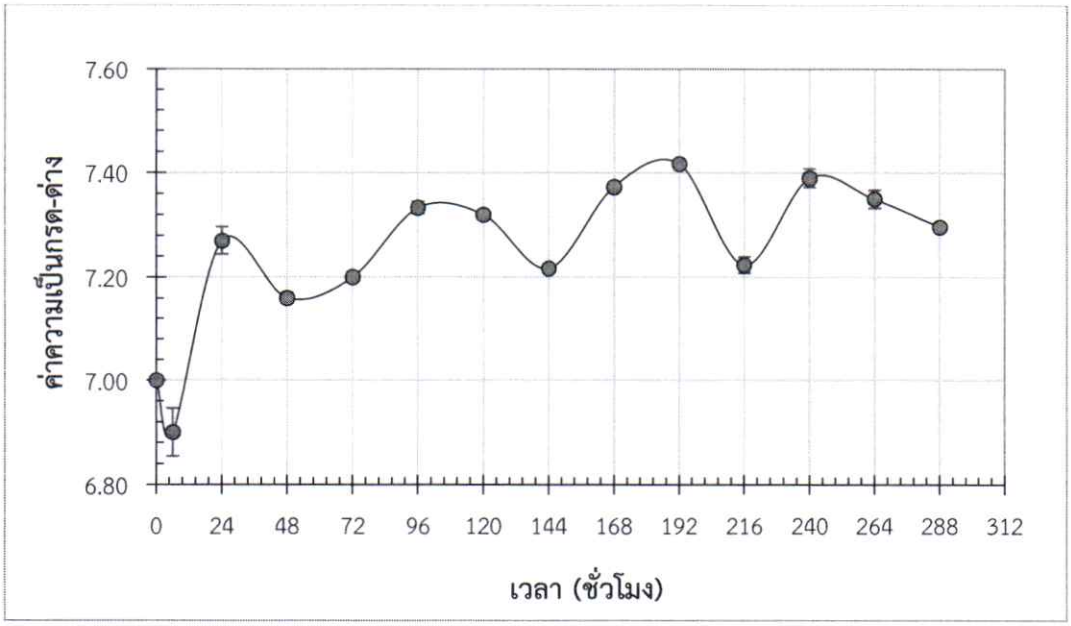
e คือ ค่าคงที่ 2.7182818

ผลการวิจัย

ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ในถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร โดยผลการวิจัยแสดงดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่างในวันเริ่มต้นของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มีค่า 7.00 และเมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเหลือ 6.90 ในชั่วโมงที่ 6 และเพิ่มขึ้นเป็น 7.27 ในชั่วโมงที่ 24 ซึ่งเมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพมาก โดยช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำเกินไปจะมีผลต่อกิจกรรมของแบคทีเรียที่อยู่ในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ แสดงให้เห็นว่าในการดำเนินการวิจัย ระบบสามารถรักษาสมดุลของค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ให้ต่ำกว่า 7.00 กระทั่งเสร็จสิ้นการทดลอง คือ ระบบเข้าสู่สภาวะ steady state คือ อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพมีปริมาณคงที่ (ภาพที่ 5)

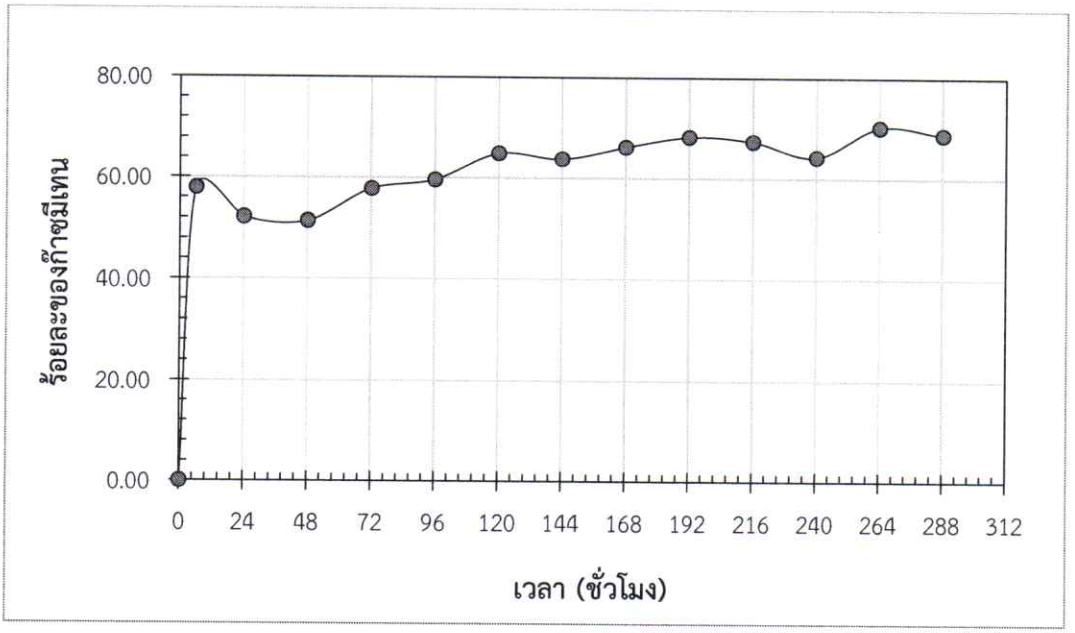


ภาพที่ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่างการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้

2. ก๊าซชีวภาพ

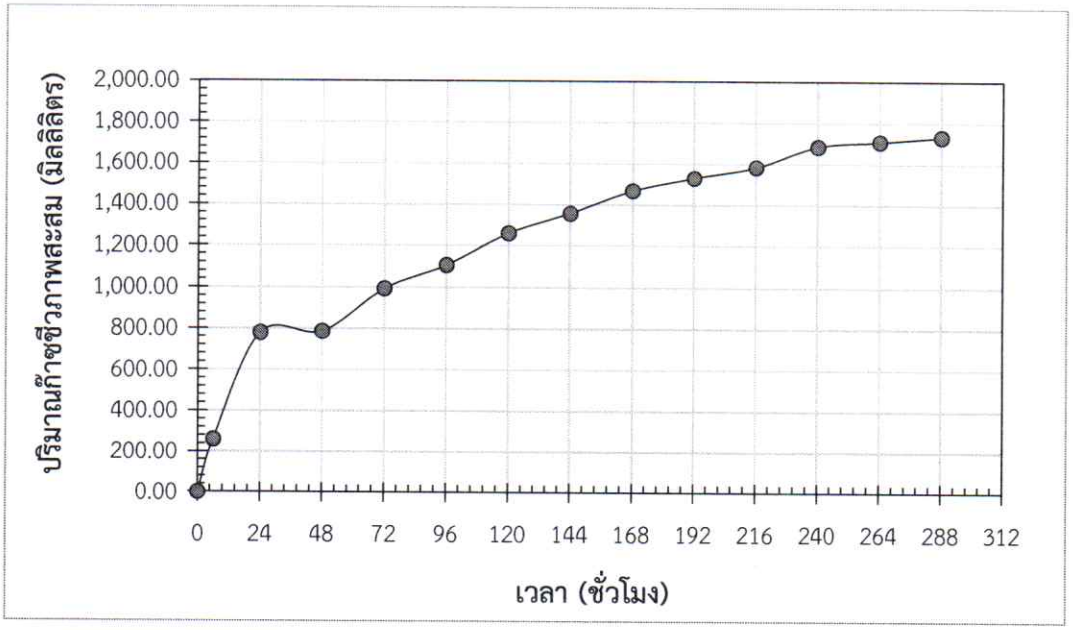
การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ พบว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 57.85 ในชั่วโมงที่ 6 ของการเดินระบบ และมีค่าสูงสุดร้อยละ 70.19 ในชั่วโมงที่ 264 ดังภาพที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการเดินระบบ เนื่องจากระบบสามารถรักษาสมดุลไม่ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำเกินไป จึงไม่เกิดความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ภายในระบบ และค่าความเป็นกรด-ด่างในระบบยังเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรด เช่น *Bacterioides Butyribacterium* และ *Propionobacterium*

เป็นต้น และจุลินทรีย์กลุ่มผลิตก๊าซมีเทน เช่น *Metanosaeta Metanosarcins Metanobacterium* และ *Metanospirillum* เป็นต้น (อริศรา, 2562)



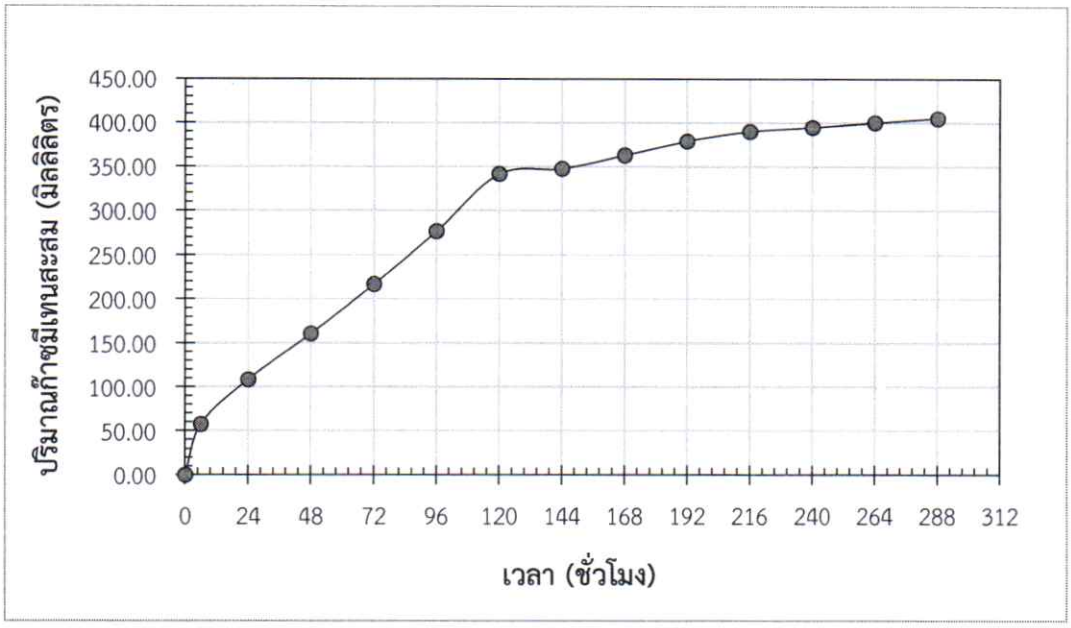
ภาพที่ 6 ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้

ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่เกิดขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 มีค่า 260.33 มิลลิลิตร และเมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมตลอดระยะเวลาการเดินระบบ มีค่า 1,731.33 มิลลิลิตร ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่เกิดขึ้นจากการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้

นอกจากนี้เมื่อนำค่าก๊าซมีเทนและปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าในชั่วโมงที่ 6 มีปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 57.59 มิลลิลิตร และปริมาณก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 404.76 มิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และร้อยละของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถเกิดได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ปริมาณก๊าซมีเทนสะสมที่เกิดขึ้นจากการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้

3. ค่าทางจลนศาสตร์ที่ได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

พารามิเตอร์ทางจลนศาสตร์สามารถคำนวณได้จากสมการ modified Gompertz ซึ่งจากค่าที่ได้ ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาแล็กเฟส (lag phase) นั้นสั้นมาก แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ในระบบสามารถเริ่มทำงานได้อย่างเต็มที่ เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบ และทำให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ในทันที หลังจากเกิดกระบวนการย่อยสลายในระบบ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์ในระบบไม่จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศแบบ UASB

ตารางที่ 1 แสดงค่าจลนศาสตร์การผลิตก๊าซมีเทน

ปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุด (H_{max}) (มิลลิลิตร)	อัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด (R_{max}) (มิลลิลิตรต่อชั่วโมง)	ระยะเวลาแล็กเฟส (λ)	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)
399.596	3.197	4.944×10^{-8}	0.9897

นอกจากนี้ในส่วนอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด มีค่า 3.197 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง และปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุด 399.596 มิลลิลิตร ซึ่งจากพารามิเตอร์ค่าจลนศาสตร์แสดงให้เห็นว่าเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์และสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวัตถุดิบต่าง ๆ และแหล่งที่มาของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพได้

การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ดี โดยสามารถเริ่มผลิตก๊าซชีวภาพได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ซึ่งมีปริมาณก๊าซมีเทนร้อยละ 57.85 และมีค่าสูงสุดร้อยละ 70.19 ในชั่วโมงที่ 264 เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Hussaro *et al.* (2017) ซึ่งผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหาร ได้ก๊าซมีเทนร้อยละ 72.00 เมื่อนำขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มาหมักร่วมกัน ทำให้ระบบสามารถรักษาสมดุล ไม่ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงมากเกินไป นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการนำวัสดุลิกโนเซลลูโลส ทำการศึกษาโดยวิจิตรพร และคณะ (2559) โดยนำฟางข้าวมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าสามารถให้ผลผลิตก๊าซชีวภาพที่มีสัดส่วนของก๊าซมีเทนสูงถึงร้อยละ 84.87 ซึ่งสูงกว่างานวิจัยนี้ อาจเกิดจากการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นกระบวนการผลิตแบบสองขั้นตอน ทำให้ลดการสะสมของกรดในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ส่งผลให้ก๊าซมีเทนที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสูงกว่างานวิจัยนี้ ซึ่งสอดคล้องกับค่าจลนศาสตร์การผลิตก๊าซมีเทนซึ่งมีค่าของระยะเวลาแล็กเฟสสั้นมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจน (methanogen) เจริญเติบโตได้รวดเร็วกว่าที่คาดการณ์ไว้ในสมการ modified Gompertz (สมการที่ 2) (Jijai and Siripatana, 2017) และแสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของจุลินทรีย์ภายในระบบทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิตกรดและกลุ่มเมทาโนเจนสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้รวดเร็ว

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะเศษอาหารและเศษใบไม้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ พบว่าตลอดระยะเวลาการเดินระบบมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.90-7.42 ปริมาณก๊าซมีเทนมีค่าสูงสุดร้อยละ 70.19 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมตลอดระยะเวลาการเดินระบบเท่ากับ 1,731.33 มิลลิลิตร และปริมาณก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 404.76 มิลลิลิตร ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการนำขยะเศษอาหารและเศษใบไม้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับหน่วยงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รวมถึงในหน่วยงานของรัฐอื่น ๆ เช่น มหาวิทยาลัย โรงเรียน เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development goals: SDGs) ที่ 7.2 เพิ่มสัดส่วนของพลังงานทดแทนในการผสมผสานการใช้พลังงานของโลก ภายในปี พ.ศ. 2573 ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ที่สนับสนุนทุนวิจัย และทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยผ่านสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) เลขที่สัญญา ววน.09/2565

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ประภา โซ๊ะสลาม ธัญญ์ธิดี เจริญธนภัสร์ และรัชพล พะวงศ์รัตน์. (2566). การผลิตแก๊สชีวภาพจากกากกาแฟที่ผ่านการปรับสภาพร่วมกับมูลวัวโดยการผมักแบบกะและแบบกึ่งกะ. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 42(2), 1-15.

วนัสพรรัศม์ สวัสดี. (2564). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซมีเทนจากการหมักร่วมระหว่างหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในดินเสื่อมโทรมและมูลสุกร. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, 20(1), 1-8.

วิจิตรพร เจริญรัตน์ ปรีดา จันทวงษ์ จงจิตร์ หิรัญลาภ และโจเซฟ เคดารี. (2559). การผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าวร่วมกับมูลสัตว์โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน. *Journal of Energy and Environment Technology*, 3(1), 1-10.

อริศรา เรืองแสง. (2562). *เชื้อเพลิงชีวภาพและชีวเคมีภัณฑ์โดยจุลินทรีย์*. ขอนแก่น: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอนก สาวะอินทร์ ฌานิกา แซ่แง่ ชูกลิ่น และกัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์. (2564). การพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษข้าวโดยถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบแผ่นกั้นประยุกต์ (MABR). *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 40(1), 121-134.

APHA. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater.* (23rd ed). Washington DC: American Public Health Association.

Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schultz, M., and Van Dorland, R. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.). *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change,* pp. 129-234. Cambridge: Cambridge University Press.

Gu, Y., Chen, X., Liu, Z.Y., Zhou, X. and Zhang, Y. (2014). Effect of inoculum sources on the anaerobic digestion of rice straw. *Bioresource Technology*, 158, 149-155, doi: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.02.011.

Housagul, S., Sirisukpoka, U., Boonyawanich, S. and Pisutpaisal, N. (2014). Biomethane production from co-digestion of banana peel and waste glycerol. *Energy Procedia*, 61, 2219-2223, doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.113.

Hussaro, K., Intanin, J. and Teekasap, S. (2017) Biogas production from food waste and vegetable waste for the Sakaew temple community Angthong province Thailand. *GMSARN International Journal*, 11(2), 82-89.

Jijai, S. and Siripatana, C. (2017). Kinetic model of biogas production from co-digestion of Thai rice noodle wastewater (Khanomjeen) with chicken manure. *Energy Procedia*, 138, 386-392, doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.177.

Macapodi, A.M.M., Bandera, A.D., Ozarraga, L.M., Macapanton, B.R., Abdullah-Pandapatan, A.A., Al-Rashid, A.R., Gubat, G.M.M. and Dimapundug, J.D. (2022). Food wastes: A review. *European Modern Studies Journal*, 6(5), 89-99.