



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ พินุลสงครามวิจัย ครั้งที่ 5 ประจำปี พ.ศ. 2562 (Proceedings)

“ศาสตร์พระราชาสู่การวิจัยและนวัตกรรม”
วันที่ 15 มีนาคม 2562

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำเนาถูกต้อง

คำนำ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 5 ประจำปี พ.ศ. 2562 หัวข้อ “ศาสตร์พระราชาสู่การวิจัยและนวัตกรรม” ในวันศุกร์ที่ 15 มีนาคม 2562 ณ หอประชุมศรีวชิรโชติ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ทะเลแก้ว) เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยที่นำเสนอทั้งในรูปแบบบรรยายและการนำเสนอแบบโปสเตอร์ จำนวนทั้งหมด 191 ผลงาน โดยแบ่งออกเป็นผลงานวิจัยที่นำเสนอในรูปแบบบรรยาย จำนวน 87 ผลงาน และรูปแบบโปสเตอร์ จำนวน 104 ผลงาน มีผลงานที่ได้รับการคัดเลือกให้จัดทำรวมบทความฉบับสมบูรณ์ มีการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาตินี้เป็นบทความฉบับสมบูรณ์ในกลุ่มด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ้น 110 ผลงาน โดยแบ่งออกเป็นผลงานวิจัยในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	จำนวน 65 ผลงาน
ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ	จำนวน 45 ผลงาน

คณะกรรมการดำเนินงานฝ่ายประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร กองบรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงขอขอบคุณผู้นำเสนอผลงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนส่งเสริมและสนับสนุนให้การจัดทำรายงานสืบเนื่องจากการประชุมครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

คณะผู้จัดทำ


สำเนาถูกต้อง

สารบัญ

	หน้า
การพัฒนาเครื่องให้อาหารไก่ไข่อินทรีย์อัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์	
กนกวรรณ คำมี บุญตาล ทองแห้ว รักศักดิ์ กันอินทร์ บุญญฤทธิ์ วังจอน ญัฐมา เฉลิมแสน.....	1-5
การคัดแยกเครื่องแบบนักศึกษาด้วยการประมวลผลภาพ	
กาญจนา เทียนจันทร์, อนุชิต นาคย์ม, ปรีทัศน์ วิชาพร, จิรารัตน์ เอี่ยมสะอาด.....	6-12
การศึกษาการหมักเอทานอลจากทะเลสาบเล้าป่าลุ่มน้ำมันด้วย <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5339 และ <i>Pichia stipitis</i> 10	
ปาริชาติ หวลอาลัย สิริภัสสร ปันดี กานต์ แยมพงษ์.....	13-19
การประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล	
บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า – ภูพานคำ	
เชวงชัย วังพทรง สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ กาญจน์เขจร ชูชีพ.....	20-28
วิธีแก้ปัญหา linear fractional programming โดยใช้แนวคิด duality	
ชนะ ปรีชา.....	29-41
การศึกษาความเข้มข้นของเสียท้ายบ่อหมักแก๊สชีวภาพฟาร์มไก่ไข่ ต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตข้าว	
ชวลิต รักษาภิรมย์ กมลสร ลิ้มสมมุติธิตพร กล้าบุตร สิริรัตนา เป้นปาน ธนภรณ์ แก้วหล้า.....	42-49
การพัฒนากระบวนการห่อหุ้มและอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์แบบออนไลน์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	
ชิตพงศ์ คล้อยอรุณ.....	50-60
ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นและความเข้มแสงภายในโรงเรือน	
ณัฐพงศ์ ศรีบรรเทา บุญนุช เทียนพลชัย สิทธิศักดิ์ วาจารักษา สุเทพ สีนปาน เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด.....	61-68
การประยุกต์ใช้ใบนารีโลจิสติกในการศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาหลักสถิติสำหรับนักศึกษา	
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	
ดวงชนก เบญจมาศ ศรีัญญา ทองสุข.....	69-78
เครื่องป้องกันการปล่อยมลพิษอัตโนมัติ	
อัญญา ศิริมาศเกษม ธนศ ตั้งจิตเจริญเลิศ วุฒิพงษ์วงศ์สุทา อรรถพล เสี่ยงสมาน	
วรรณวิสา หอมสุคนธ์.....	79-86
ผลของสารสกัดจากใบพลูและชะพลูต่อการออกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวและถั่วเขียว	
ธิดารัตน์ นิลทกาล ชนิกาญจน์ จันทร์มาทอง.....	87-92
การตรวจจับการล้มด้วยระยะห่างระหว่างข้อต่อโดยใช้ไคเน็กซ์และแลปวิว	
นันทวัช เทียมมาก ปวรติ นิยมวงษ์ ศิริพงศ์ ปันปี วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์.....	93-99
การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบวนการหมักด้วย <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5015 โดยใช้ฟางข้าวและขาน้อยที่ผ่านการย่อยสลาย	
นุชธิดา พวงพันธ์ ธนาธิป มานั่ง กานต์ แยมพงษ์ ปอแก้ว พรหมเพชร.....	100-107
การพัฒนาชุดเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา	
บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม อริยา เฝ้าเครื่อง ศิตวุฒิ นั้บแสง เทพนิมิตร พุ่มไพจิตร วีรพงษ์ วรรณสมพร.....	108-118

การศึกษาการหมักเอทานอลจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน

ด้วย *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 และ *Pichia stipitis* 10

THE STUDY ON ETHANOL FERMENTATION FROM OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH BY *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TISTR 5339 AND *PICHIA STIPITIS* 10

ปาริชาติ ทวลาลัย สิริภัสสร ปันดี และ กานต์ แยมพงษ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์
*corresponding author e-mail : yaempongsa_karn@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตเอทานอลจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิคการระเบิดด้วยไอน้ำเพื่อแยกองค์ประกอบทางเคมีของลิกโนเซลลูโลส ในทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน พบว่ามีปริมาณของเฮมิเซลลูโลสลดลง 9.10% แอลฟาเซลลูโลสเพิ่มขึ้น 14.85% และลิกนินลดลง 49.40% จากนั้นทำการปรับสภาพในสารละลายซิเตรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.05 M pH 4.8 และใช้เอนไซม์ Cellic[®] CTec2 เพื่อช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลสให้กลายเป็นน้ำตาลเพื่อใช้ในกระบวนการหมัก จากนั้นนำไปหมักเพื่อผลิตเอทานอลโดยการเปรียบเทียบปริมาณเอทานอลการหมักด้วย *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 และ *Pichia stipitis* 10 ระหว่างกระบวนการหมัก 2 กระบวนการ คือ คือกระบวนการหมักแบบแยกปฏิกิริยา (separate hydrolysis and fermentation; SHF) และการหมักแบบรวมปฏิกิริยา (simultaneous saccharification and fermentation; SSF) เป็นเวลา 120 ชั่วโมง พบว่าการหมักเอทานอลด้วย *S. cerevisiae* TISTR 5339 โดยใช้กระบวนการ SHF มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากกระบวนการอื่นๆ โดยพบปริมาณเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 2.475% ในชั่วโมงที่ 72

คำสำคัญ : เอทานอล การระเบิดด้วยไอน้ำ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน

Abstract

The study on ethanol production from oil palm empty fruit bunch (OPEFB) by using steam explosion technique to separate the chemical composition of lignocellulose in OPEFB. After steam explosion found the content of hemicellulose decreased by 9.10%, alpha-cellulose increased by 14.85% and lignin decreased by 49.40%. 0.05 M citrate buffer pH 4.8 and cellic[®] CTec2 enzyme used in pretreatment process to decompose cellulose in OPEFB to fermentable sugars. The pulp after pretreatment were used as substrate for ethanol fermentation by separate hydrolysis and fermentation (SHF) compared with simultaneous saccharification and fermentation (SSF) with *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 and *Pichia stipitis* 10 for 120 h. The result showed the maximum ethanol content was 2.475% in SHF process ($p < 0.05$) at 72 hrs with *S. cerevisiae* TISTR 5339

Keywords : Ethanol, Steam explosion, Oil palm empty fruit bunch

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยได้หันมาใช้พลังงานทดแทนจากพืชเพื่อช่วยลดการใช้น้ำมันปิโตรเลียม โดยพลังงานทดแทนที่นิยมใช้คือไบโอดีเซล ซึ่งไบโอดีเซลนั้นส่วนใหญ่จะใช้ปาล์มน้ำมันมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ทำให้ไบโอดีเซลนั้นเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มีความสำคัญในอันดับต้นๆ (ปิยะนุช เปียคง, 2557) โดยพลังงานจะมีศักยภาพสูงที่ไม่แตกต่างจากน้ำมันปิโตรเลียมมากนักและที่สำคัญก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยกว่ามากในกระบวนการสกัดปาล์มน้ำมันนั้นจะได้น้ำมันดิบอยู่ที่ประมาณ 18-22% ซึ่งจะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันสำหรับบริโภคหรือใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ส่วนของเหลือประมาณ 78-82% ได้แก่ ทะลายเปล่า เส้นใยปาล์ม เปลือกของผลปาล์ม กากสลัดจ์ ซึ่งการที่นำของเหลือเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของทะลายปาล์มให้มีมูลค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นเช่นยางพาราและการทำนาข้าว จึงเป็นแรงจูงใจ ให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก ประกอบกับมีโครงการเปลี่ยนพื้นที่ปลูกปาล์มทั่วประเทศ คาดว่าปริมาณความต้องการน้ำมันปาล์มภายในเพิ่มขึ้นมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

การผลิตเอทานอลจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันเพื่อมุ่งเน้นศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ของทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันในกระบวนการหมักและการเปรียบเทียบโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ในการช่วยย่อยสลายวัสดุจำพวกเฮมิเซลลูโลส (Sun and Cheng, 2002) โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลไซโลสและเอทานอลในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบเหลือทิ้งอย่างคุ้มค่าให้ได้มากที่สุด

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วัตถุดิบและเชื้อจุลินทรีย์

ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันและจุลินทรีย์ (*Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 และ *Pichia stipitis* 10) ที่ใช้ในการวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน

ทำการบดชิ้นส่วนของทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นทำการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 และ 60 mesh ตามลำดับ เก็บผงที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh และที่ตกค้างบนตะแกรงขนาด 60 mesh เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ดังนี้ คือ ปริมาณเฮมิเซลลูโลส (Browning, 1967) แอลฟาเซลลูโลสด้วยวิธี TAPPI T203 om-88 และลิกนินด้วยวิธี TAPPI T222 om-88 (Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 2008)

การระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ

ทำการฉีกทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันที่ได้มาเป็นเส้นเล็กๆ นำวัตถุดิบใส่ในช่องทำปฏิกิริยา ทำการระเบิดด้วยไอน้ำภายใต้สภาวะความดัน 17 MPa อุณหภูมิ 210°C เป็นเวลา 4 หลังจากนั้นนำออกมาล้างด้วยน้ำประปา ฉีกเยื่อออกให้มีขนาดเล็ก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

การเตรียม *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 และ *Pichia stipitis* 10

ทำการเลี้ยง *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 และ *Pichia stipitis* 10 บนอาหารแข็ง 2% YPD บ่มที่อุณหภูมิ 30°C 48 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงใน 2% YPD broth ปริมาตร 100 ml เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 rpm

การย่อยสลายเยื่อหุ้มเซลล์และเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์

นำเยื่อหุ้มเซลล์และแป้งมาเติม สารละลายซีเตรทบัฟเฟอร์ pH 4.8 ความเข้มข้น 0.05 M หลังจากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อแล้วเติมเอนไซม์ Cellic[®] CTec2 ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและไซโลสด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

การหมักเอทานอล

วิธีการหมักแบบ Separate hydrolysis and fermentation (SHF)

นำเยื่อที่ผ่านการอบปริมาณ 5 g ลงในฟลาสก์ จากนั้นเติม สารละลายซีเตรทบัฟเฟอร์ pH 4.8 ปริมาณ 50 ml แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ หลังจากนั้นเติมเอนไซม์ Cellic[®] CTec2 ปริมาณ 680 μ l นำไปเขย่าด้วยความเร็ว 150 rpm เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นเติมเชื้อจุลินทรีย์ [*S. cerevisiae* TISTR 5339 ใช้ 6% และ *P. stipitis*10 ใช้ 4% (v/v)] เติม สารละลายซีเตรทบัฟเฟอร์ เพิ่ม 50 ml ทำการหมักเป็นเวลา 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30°C อัตราการเขย่า 150 rpm เก็บตัวอย่างแต่ละช่วงเวลานำไปรักษาที่อุณหภูมิ 0°C เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ จากนั้นนำสารละลายมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนต์ริฟว 1,000 rpm 10 นาที เพื่อแยกตะกอนออกจากสารละลายแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) และวัดปริมาณน้ำตาลด้วยเครื่อง HPLC เป็นช่วง เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเกิดเอทานอลมากที่สุด กำหนดชุดควบคุมเป็นกระบวนการเดียวกันที่ไม่เติมเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์

วิธีการหมักแบบ Simultaneous saccharification and fermentation (SSF)

นำเยื่อที่ผ่านการอบปริมาณ 5 g ลงในฟลาสก์ จากนั้นเติม สารละลายซีเตรทบัฟเฟอร์ pH 4.8 ปริมาณ 100 ml แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ หลังจากนั้นเติมเอนไซม์ Cellic[®] CTec2 ปริมาณ 680 μ l แล้วเติมเชื้อจุลินทรีย์ [*S. cerevisiae* TISTR 5339 ใช้ 6% และ *P. stipitis*10 ใช้ 4% (v/v)] ทำการหมักเป็นเวลา 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30°C อัตราการเขย่า 150 rpm เก็บตัวอย่างแต่ละช่วงเวลานำไปรักษาที่อุณหภูมิ 0°C เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ จากนั้นนำสารละลายมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนต์ริฟว 1,000 rpm 10 นาที เพื่อแยกตะกอนออกจากสารละลายแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง GC และวัดปริมาณน้ำตาลด้วยเครื่อง HPLC เป็นช่วง เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเกิดเอทานอลมากที่สุด กำหนดชุดควบคุมเป็นกระบวนการเดียวกันที่ไม่เติมเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์

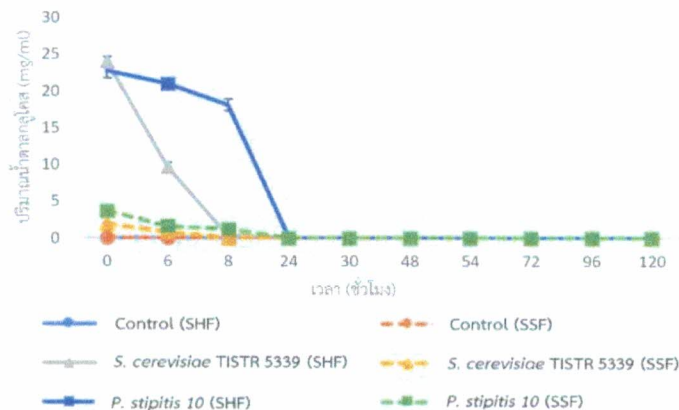
ผลการวิจัย

จากข้อมูลองค์ประกอบลิกโนเซลลูโลสของวัตถุดิบหะลายแป้งปาล์มน้ำมันพบว่าก่อนทำการพรีทรีตเมนต์ประกอบด้วย เฮมิเซลลูโลส 22.19% แอลฟาเซลลูโลส 65.48% ลิกนิน 15.18% และสารแทรกที่ละลายในเอทานอล-เบนซิน 3.21% (น้ำหนักแห้ง) หลังจากการพรีทรีตเมนต์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือ เฮมิเซลลูโลส 2.02% แอลฟาเซลลูโลส 75.25% ลิกนิน 7.50% และสารแทรกที่ละลายในเอทานอล-เบนซิน 2.11% เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพบว่าปริมาณเฮมิเซลลูโลสลดลง 9.10% แอลฟาเซลลูโลสเพิ่มขึ้น 14.85% และลิกนินลดลง 49.40% ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานของ ปณิดา อุไทย (2559) ที่ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักกรดอินทรีย์จากหะลายแป้งปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิคการระเบิดด้วยไอน้ำ ดังนั้นหะลายแป้งปาล์มน้ำมันจึงมีความน่าสนใจต่อการศึกษาเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตเอทานอล การพรีทรีตจะกระตุ้นให้วัตถุดิบเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางด้านกายภาพ ทำให้ชั้นเมทริกซ์ของลิกโนเซลลูโลสถูกทำลายซึ่งมีผลทำให้เอนไซม์สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น (รัชพล พะวงศรีรัตน์, 2558) สำหรับเอนไซม์ Cellic[®] CTec2 จะทำหน้าที่ย่อยเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ให้กลายเป็นน้ำตาลที่ใช้ในการหมัก เช่น กลูโคส ไซโลส

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของทะเลลายเปล่าปาล์มน้ำมัน

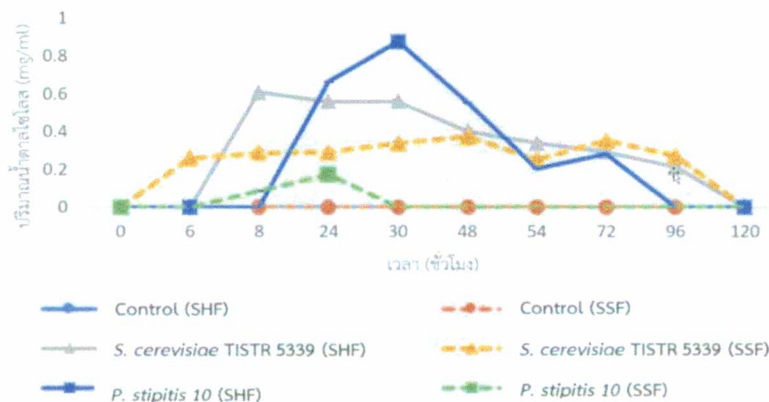
องค์ประกอบทางเคมีของ ลิกโนเซลลูโลส	% dry weight		
	ก่อนการพรีทรีตเมนต์	หลังการพรีทรีตเมนต์	เปลี่ยนแปลง
เฮมิเซลลูโลส	22.19 ± 0.37	2.02 ± 0.05	- 9.10%
แอลฟาเซลลูโลส	65.48 ± 0.53	75.25 ± 0.21	+ 14.85%
ลิกนิน	15.18 ± 0.70	7.50 ± 0.42	- 49.40%
สารแทรกที่ละลายในเอทานอล-เบนซีน	3.21 ± 0.04	2.11 ± 0.48	- 65.73%

จากการศึกษาการหมักเอทานอลจากทะเลลายเปล่าปาล์มน้ำมันด้วย *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *P. stipitis* 10 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการหมักเอทานอล 2 แบบ คือ กระบวนการหมักแบบแยกปฏิกิริยา (separate hydrolysis and fermentation; SHF) และการหมักแบบรวมปฏิกิริยา (simultaneous saccharification and fermentation; SSF) พบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5335 มีความสามารถในการใช้น้ำตาลได้ดีโดยเฉพาะกลูโคส จะเห็นได้ว่าปริมาณกลูโคสลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 1) ซึ่งเชื้อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลักและให้เป็นเอทานอล โดยพบว่ากระบวนการหมักแบบ SHF จะมีปริมาณกลูโคสตั้งต้นสูงกว่ากระบวนการหมักแบบ SSF เนื่องจากมีการนำเยื่อไปย่อยด้วยเอนไซม์ก่อนที่จะเข้าทำปฏิกิริยา



ภาพที่ 1 ปริมาณกลูโคสระหว่างการหมักทะเลลายเปล่าปาล์มน้ำมันโดย *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *P. stipitis* 10 จากการหมักด้วยกระบวนการ SHF และ SSF

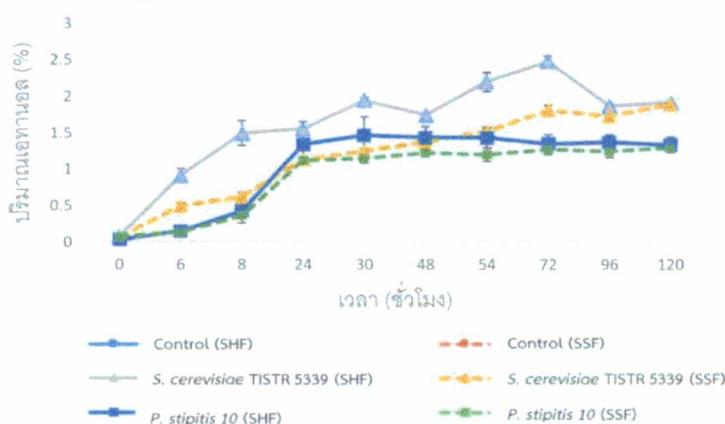
เมื่อพิจารณาปริมาณไซโลสในตัวอย่าง พบว่าปริมาณไซโลสจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่างระยะเวลาในการหมักและจะค่อยๆ ลดลง (ภาพที่ 2) โดยปริมาณไซโลสสูงสุดที่พบเท่ากับ 0.876 mg/ml โดยพบในกระบวนการหมักแบบ SHF ด้วย *P. stipitis* 10 ที่เวลา 30 ชั่วโมง ซึ่งวรวิณี จุฬาลักษณ์นกุล และคณะ (2555) ได้กล่าวว่ายีสต์มีความสามารถในการนำน้ำตาลไซโลสเข้าสู่กระบวนการหมักและผลิตเอทานอลออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ได้เช่นเดียวกับกลูโคส



ภาพที่ 2 ปริมาณเอทานอลระหว่างการหมักทะลายปล้ำปาล์มน้ำมันโดย *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *P. stipitis* 10 จากการหมักด้วยกระบวนการ SHF และ SSF

ผลการติดตามปริมาณเอทานอลที่ได้รับระหว่างการหมักทั้ง 2 วิธี พบว่าปริมาณเอทานอลจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก โดยการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ในกระบวนการหมักแบบ SHF ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 2.475% ที่ 72 ชั่วโมง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการหมักที่ชั่วโมงอื่นๆ ($p < 0.05$) รองลงคือ 2.197% ในชั่วโมงที่ 54 เมื่อพิจารณาเฉพาะกระบวนการหมักแบบ SSF พบว่าปริมาณเอทานอลสูงสุดที่พบเท่ากับ 1.896% ที่ 120 ชั่วโมง เมื่อทำการหมักด้วย *S. cerevisiae* TISTR 5339 (ภาพที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศยามล จันบาง และคณะ (2557) ที่ได้ทำการศึกษาการเตรียมไบโอเอทานอลจากกระเจบโดยกระบวนการหมักแบบ SSF น้ำหมักที่มีการปรับค่าพีเอชเท่ากับ 6.0 ความเข้มข้นของยีสต์เริ่มต้น 10% โดยปริมาตร ระยะเวลาในการหมัก 4 วัน บ่มแบบเขย่า 150 rpm ที่อุณหภูมิห้อง ได้ปริมาณเอทานอลสูงสุดเท่ากับ $1.59 \pm 0.04\%$ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทยา ปันสุวรรณ และคณะ (2553) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลระหว่างการหมักแบบ SHF กับ SSF ผลการทดลองพบว่า SHF ให้ค่าผลได้เอทานอลสูงสุด 74.43% และการหมักแบบ SSF ให้ค่าผลได้เอทานอลสูงสุด 64.30% จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการหมักแบบ SSF ให้ปริมาณเอทานอลที่ค่อนข้างต่ำกว่ากระบวนการหมักแบบ SHF

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการใช้จุลินทรีย์ที่แตกต่างกันในกระบวนการหมักเดียวกันพบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีประสิทธิภาพในการหมักเอทานอลสูงกว่า *P. stipitis* 10 ในแต่ละกระบวนการหมัก



ภาพที่ 3 ปริมาณเอทานอลที่ได้จากการหมักทะลายปล้ำปาล์มน้ำมันโดย *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *P. stipitis* 10 จากการหมักแบบ SHF และ SSF

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยสรุปได้ว่าการระเบิดด้วยไอน้ำสามารถลดปริมาณของเฮมิเซลลูโลสและลิกนินได้โดยพบว่าทะเลลายเปลาปาเลมน้ำมันมีสัดส่วนของเซลลูโลสมากขึ้น เมื่อนำไปหมักด้วยกระบวนการหมักแบบ SHF และ SSF พบว่าการหมักแบบ SHF มีประสิทธิภาพมากกว่าโดยให้ปริมาณเอทานอลมากกว่าและใช้เวลาน้อยกว่ากระบวนการหมักแบบ SSF ซึ่งการหมักแบบ SHF ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 2.475% ที่เวลา 72 ชั่วโมง ส่วนกระบวนการหมักแบบ SSF ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 1.896% ที่เวลา 120 ชั่วโมง โดยปริมาณเอทานอลสูงสุดที่ได้เกิดจากการหมักด้วย *S. cerevisiae* TISTR 5339 ทั้ง 2 วิธี สามารถสรุปว่า *S. cerevisiae* TISTR 5339 เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมากกว่า *P. stipitis* 10 และกระบวนการหมักแบบ SHF มีประสิทธิภาพสูงกว่ากระบวนการหมักแบบ SSF ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการหมักแบบ SHF จะเริ่มจากการปรับสภาพวัตถุดิบก่อนการแยกเซลลูโลสออกจากลิกนินกับเฮมิเซลลูโลสก่อนกระบวนการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ ขณะที่กระบวนการหมักแบบ SSF จะทำเริ่มกระบวนการหมักพร้อมกับการย่อยสลายวัตถุดิบไปพร้อมๆ กัน ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้นจากการใช้เอนไซม์จะเกิดควบคู่กับกระบวนการหมัก ซึ่งต่างจากกระบวนการหมักแบบ SHF ซึ่งจะได้กลูโคสเริ่มต้นมากกว่าและจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญของเชื้อและปริมาณของเอทานอลที่เกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร. พิลานี ไฉนอมสัจด์ย์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและอุปกรณ์เครื่องมือให้ใช้ในการดำเนินการวิจัยซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย และขอบคุณ คุณจุรีพร เกือบพินาย และคุณปณิดา อุทัย ที่คอยอยู่เคียงข้างและสนับสนุน คอยให้คำปรึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัย ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- ปณิดา อุทัย. (2559). การหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักกรดอินทรีย์จากทะเลลายเปลาปาเลมน้ำมันโดยวิธีพื้นที่ผิว
ตอบสนอง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- ปิยะนุช เปี้ยคง. (2557). การศึกษาการผลิตไฮโดรเจนจากทะเลลายเปลาปาเลมน้ำมัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- รัชพล พวงศรีรัตน์. (2558). กระบวนการปรับสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ประเภทลิกโนเซลลูโลส. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*. 2(1),
143-157.
- วิทยา ปันสุวรรณ พรพรรณ สิริมนต์ พิลานี ไฉนอมสัจด์ย์ และ ภาณุ สัมเกลี้ยง. (2553). การผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจาก
การระเบิดด้วยไอน้ำของทะเลลายเปลาปาเลมน้ำมัน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรวิทย์ จุฬาลักษณ์นกุล และ ชมพูนุช วิธนานนท์. (2555). จุลินทรีย์เซลลูโลสีกเพื่อการย่อยสลายเซลลูโลส: การนำไปใช้
ประโยชน์ทางการเกษตร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภามล จันบาง, นาดาศา คาร และอุษารัตน์ คำทับทิม. (2557). การเตรียมไบโอเอทานอลจากกระเจียบโดยกระบวนการหมัก
แบบแยกกระบวนการผลิต. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*. 1, 45-51.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2552). *เศรษฐกิจปาล์มน้ำมัน*. สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2561, จาก
http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/ewt_news.php?nid=2192&filename=index.
- Browning, B. L. (1963). *Method in Wood Chemistry*. New York: Interscience Publishers.

- Lertwattanasakul, N, Suprayogi, Murata M and Rodrussamee, N. (2013). Essentiality of respiratory activity for pentose utilization in thermotolerant yeast *Kluyveromyces marxianus* DMKU 3-1042. **Antonie van Leeuwenhoek**. 103, 933-945.
- Sun, Y. and Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. **Bioresource Technology**. 83, 1-11.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry. (2008). **TAPPI test methods**. Atlanta: TAPPI Press.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ศ.ดร.กิจการ พรหมมา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สัมฤทธิ์ ไม้พวง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ธีรพร กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สำราญ มีแจ้ง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ประทีป นักปี	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ชมนาด วรรณพรศิริ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.พัชรินทร์ อนันต์ศิริวัฒน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สุภาพร คงศิริรัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ทพญ.ดร.วีรญา ตันทนาภรณ์กุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ฟ้ารุ่ง มีบุตร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนิดา จงสุขสมสกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.จุไรรัตน์ โสภา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.โสภา มิตสีนารี	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ประทุมมา ฤทธิ์โพธิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.นิทรา กิจธีระวุฒิวงษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อรัญญา จิระวิริยะกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สราวุธ คำปวน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ธনীช กนกเทศ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ฐิตีอาภา ตั้งคำวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ทพญ.ดร.กรชนก วยัคฆานนท์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ชวนพิศ เทียมทัน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สุวิทย์ กิระวิทยา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.รัตนพร วังศิริ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ธวัช สุวิงษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ศรีสัจจา วิทยศักดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร


สำเนาถูกต้อง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ผศ.ดร.ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.(พิเศษ)ดร.นพ.ศักดิ์ชัย ไชยมหาพฤกษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อรสา เตติวัฒน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภคพร วัฒนดำรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.คำพร รัตนสุต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.กฤตยาภาณุจัน โดพิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. พลดา เดชพลมัตย์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. นันทวัน เหลี่ยมปรีชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.วัชรินทร์ เทียนสันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. นพดล จำรูญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.จิรภาส จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. วิทยาพร สิทธิศาสตร์	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช
ดร. เบญญาภา พรหมพุก	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช
ดร. ศุภณัฏฐา สุวรรณกิจ	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช
ดร. อัศนี วันชัย	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช
ดร.โรชนี อุปรา	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี เชียงใหม่
ดร.ไพรัตน์ อ้นอินทร์	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 พิษณุโลก
รศ.ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.สุดจิต ครุจิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ไพลิน ภู่อ้นพันธ์ุ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.สมเกียรติ อินทสิงห์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.กนกวรรณ มะโนรมย์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.เกศินี ประทุมสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร. กมลทิพย์ คำใจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผศ.ดร.กมลทิพย์ พลบุตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ผศ.ดร.นงเยาว์ อุทุมพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ผศ.กรรณิการ์ กาญจันดา	มหาวิทยาลัยแม่โจ้


สำเนาถูกต้อง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ดร.ดนุชดา จามจุรี

รศ.พัชรา ก้อยชูสกุล

รศ.ดร.เพชรสุดา ภูมิพันธ์

ผศ.ดร.จันทนา กาญจน์กมล

ดร.พัชรี ครูขยัน

ดร.รดี ธนารักษ์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์


สำเนาถูกต้อง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

รศ.ดร.สุขแก้ว คำสอน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.ยุพร ริมชลการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.ธัชคณิต จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ไพโรจน์ เยียรระยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.วิโรจน์ ดีกิจ๊ะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ศิริสุภา เอมหยวก	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จิตศิริน ก้อนคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นงลักษณ์ ใจฉลาด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นิคม นาคอ้าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ปิยมณัส วรวิทย์รัตนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.กั้งแก้ว สำรายรื่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ภาวิดา มหาวงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.โชติ บดีรัฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ทศนีย์ ปัทมสนธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สุขสมาน สังโยคะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ขวัญชนก นัยเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.วิภาดา ศรีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กิตติพงษ์ สุวรรณราช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สุภาวดี น้อยน้ำใส	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ดร. เกตุการ ดาจันทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.วิจิตรา จำลองราชกูร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธันวดี ศรีธาวรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อรชร นิมจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อนุ เจริญวงศ์ระยับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ปัญญา ศรีสมบัติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ณัฐจิรา ทับทิม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.กัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธัมมะธินา ศรีสุพรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จักรกฤษ ศรีละออ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม


สำเนาถูกต้อง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ผศ.ดร.รัตน์ดิพร ลำอาจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นพวรรณ ทองมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ปิยะดา วชิระวงศกร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.วิชณุ ธงไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จิตติพร ตั้งควิเวชกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ปิยะพงษ์ โอฬารทิศาชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.กาญจนา ชนนพคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สุภาวดี แหยมคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อลงกรณ์ เมืองไหว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สนธิ ปิ่นสกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อัญชนา ปรีชาพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.รพีพรรณ จันทรมะณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ยุวดี ตรงต่อกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.นฤมล เกื่อนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.วิสูตร จันทร์อิฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อุทัยวรรณ ฉัตรธง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. เอกภพ จันทรสุคนธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ประรณนา ศิริสานต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ศุภลักษณ์ วิริยะสุน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.พัฒน์พันธ์ เขตต์กัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ทนต์พร บัณฑิตย์ นาคสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.อุทาน บุญเมือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สุดารัตน์ สุดพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม


สำเนาถูกต้อง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ดร.ประสิทธิ์ชัย นรากรณ์

ดร.ฐิติพร เจาะจง

ดร. เสกสรรค์ ศิริวิสัย

ดร.ณภัทร วุฒธะพันธ์

ดร. สุกัญญาโสภี ใจกล่ำ

ดร.พงพันธ์ พุทธิวิศิษฐ์

ดร.ชัชวินทร์ นวลศรี

ดร.วศิน สุขสมบูรณ์วงศ์

อาจารย์รยรรยวรรกร ทองแย้ม

อาจารย์พันธุ์ธิดา ลิ้มศรีประพันธ์

อาจารย์เกชา ดาตุเคล

อาจารย์อัครพร แสงอรุณเลิศ

อาจารย์ฉัตรแก้ว บุศย์น้ำเพชร

อาจารย์อรรณพ รอดแก้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม


สำเนาถูกต้อง