8.

น้ำหนัก 0.20

การผลิตฟิล์มเส้นใยเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* โดยใช้น้ำเงาะเป็นแหล่งคาร์บอน

Production of Bacterial Cellulose Film from *Acetobactor xylinum* by Using Rambutan Juice as a Carbon Source

*คณิตสิทธิ์ บัญญวัตวิวัฒน์**
*หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์***
*วริศชนม์ นิลนนท์****

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตฟิล์มเส้นใยเซลลูโลสและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มเซลลูโลสที่ผลิตได้ทำการทดลองโดยใช้แบคทีเรียเซลลูโลสที่ผลิตจากแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* และใช้น้ำเงาะเป็นแหล่งคาร์บอน นำแบคทีเรียเซลลูโลสมาทำแห้งแล้วผสมกับสารก่อฟิล์มร่วม ได้แก่ โซเดียม อัลจิเนต ในสัดส่วน 1:1 และเติมพลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอลและซอร์บิทอล ปริมาณร้อยละ 0.2 0.4 และ 0.6 จากนั้นนำฟิล์มที่ได้มาทดสอบอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และความสามารถในการต้านทานน้ำมัน ผลการทดลอง พบว่าฟิล์มแบคทีเรียเซลลูโลสที่เติมกลีเซอรอลและซอร์บิทอลสามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ แต่ฟิล์มที่เติมกลีเซอรอลสามารถลอกได้ง่ายกว่า สำหรับอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ พบว่าแผ่นฟิล์มที่มีการเติมกลีเซอรอลมีความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าซอร์บิทอล ส่วนความสามารถในการต้านทานน้ำมัน พบว่าแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอลและซอร์บิทอลสามารถต้านทานน้ำมันได้ จึงสรุปได้ว่าแบคทีเรียนเซลลูโลสที่ผลิตจากน้ำเงาะสามารถผลิตเป็นฟิล์มได้ โดยใช้ร่วมกับโซเดียม อัลจิเนตและเติมกลีเซอรอลเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น ซึ่งฟิล์มที่ผลิตได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางอาหารและทางการแพทย์ได้

ABSTRACT

The research aimed to produce the bacterial cellulose film (BCF) and the physical properties of the obtained film were studied. The experiment was carried out by using the bacterial cellulose (BC) produced from *Acetobacter xylinum* and rambutan juice as a carbon source. The BC was dried and mixed with sodium alginate as a co-film former at the ratio of 1:1, glycerol and sorbitol as a plasticizer at the percentage of 0.2 0.4 and 0.6. Then the film was determined the water vapor transmission rate (WVTR) and grease and oil resistance (GOR). The results showed that the BCF adding glycerol and sorbitol could be used to form films but the film from glycerol was easy to peel than using sorbitol. For the WVTR, the results revealed that BCF that adding glycerol had high WVTR than film that adding sorbitol. In case of GOR, both film that adding glycerol and sorbitol had ability to resistance grease and oil. In conclusion, BC produced from rambutan juice can be used to produce film by co-forming with sodium alginate and glycerol as plasticizer. The obtained BCF can apply for food and medical works.

คำสำคัญ: ฟิล์ม, เซลลูโลส, น้ำเงาะ
***Keywords:** Film, Bacterial cellulose, Rambutan juice*

**นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จ.จันทบุรี (kanitsit60@gmail.com)*
***อาจารย์ประจำหลักสูตรหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จ.จันทบุรี*
****อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จ.จันทบุรี*

บทนำ

ผลไม้มีบทบาททางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากสำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน เงาะเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ ปลูกมากในเขตภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกเงาะทั้งสิ้น 283,709 ไร่ ผลผลิตรวม 214,474 ตัน มูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรขายได้รวม 7,319 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) อย่างไรก็ตามบางช่วงการผลิตมีเงาะปริมาณมากออกสู่ตลาดพร้อมกันประกอบกับคุณภาพของผลผลิตที่ไม่ได้ขนาดตามมาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ เช่น ขนาดของผลเล็ก น้ำหนักไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ราคาของผลผลิตตกต่ำ เดือนพฤษภาคม ปี 2555 ราคาผลผลิตเงาะตกต่ำ เหลืออยู่ที่ 6–7 บาทต่อกิโลกรัม เป็นเหตุให้เกษตรกรชาวสวนเงาะ จังหวัดตราดออกมาชุมนุมปิดถนนเรียกร้องให้จังหวัดตราดรับซื้อเงาะในราคาไม่ต่ำกว่า 10 บาทต่อกิโลกรัม (โพสต์ทูเดย์, 2555) เงาะเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาสำหรับการบริโภคได้ไม่นาน ดังนั้น หากสามารถนำผลผลิตเงาะที่นอกเหนือจากการบริโภคมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ น่าจะเป็นผลดีต่อเกษตรกร

เงาะ (Rambutan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nephelium lappaccum* Linn. อยู่ในลำดับ Spindales และวงศ์ Sapindaceae ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับลำไย (longan) และลิ้นจี่ (lychee) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (Wills และคณะ, 1981) ผลเงาะมีลักษณะค่อนข้างกลมรี มีสีต่าง ๆ เช่น เหลือง แดง เป็นต้น เงาะเป็นผลไม้เขตร้อนประเภท non climacteric มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 3–4 วัน และมีลักษณะการเสื่อมเสีย คือ เปลือกจะแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและดำ เนื้อผลเละและมีน้ำไหลเยิ้ม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12–13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90–95 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 2–3 สัปดาห์ (จริงแท้, 2550) จากการรายงานของระพีพรรณ (2544) เงาะ 100 กรัม มีพลังงานอยู่ 64 แคลอรี่ คุณค่าทางโภชนาการ ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 16.5 กรัม เส้นใย 1.1 กรัม โปรตีน 1.0 กรัม แคลเซียม 20 กรัม ฟอสฟอรัส 15 มิลลิกรัม เหล็ก 1.9 กรัม วิตามินบี 1 0.01 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.06 มิลลิกรัม วิตามินซี 53 มิลลิกรัม

มีงานวิจัยหลายงานที่กล่าวถึงการผลิตฟิล์มจากพอลิเมอร์ธรรมชาติและการใช้พลาสติไซเซอร์ชนิดต่างๆ เช่น ศรัณยู และคณะ (2555) ได้ประยุกต์ใช้สารประกอบเซลลูโลสจากแบคทีเรียกับพอลิเมอร์ธรรมชาติเพื่อผลิตแผ่นฟิล์ม พบว่าการผสมเซลลูโลสจากแบคทีเรียกับอัลจิเนตทำให้แผ่นฟิล์มสามารถลอกได้ง่ายและมีความแข็งเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มเซลลูโลส จุฑาทิพย์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบริโภคได้ซึ่งผลิตจากแป้งมันสำปะหลังโดยผสมสารพอลิแซคคาไรด์ 5 ชนิดคือ คาราจีแนน ไคโตแซน เพคติน อาการ์และเมธิลเซลลูโลส และเติมพลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด คือ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล พบว่า ฟิล์มแป้งมันสำปะหลังที่เติมซอร์บิทอลและกลีเซอรอล มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำต่ำ และฟิล์มแป้งมันสำปะหลังที่ผสมสารพอลิแซคคาไรด์มีค่าอัตราซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่ไม่แตกต่างกัน ปิยะนุช และคณะ (2557) ได้ศึกษาผลของสารก่อฟิล์มร่วมและสารเพิ่มความยืดหยุ่นที่มีต่อคุณสมบัติของฟิล์มที่เตรียมจากเนื้อในเมล็ดมะขาม โดยใช้โซเดียม อัลจิเนต เป็นสารก่อฟิล์มร่วม และใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น ผลการศึกษาพบว่าแผ่นฟิล์มจากเนื้อในเมล็ดมะขามผสมกับโซเดียม อัลจิเนต และกลีเซอรอล มีค่าความสามารถในการต้านทานแรงเจาะ ความสามารถในการยืด และความสามารถในการยืดเกาะได้ดี *Acetobactor xylinum* สามารถใช้แหล่งคาร์บอนได้หลายชนิดในการผลิตเซลลูโลส เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ พอลิแซคคาไรด์ น้ำตาลแอลกอฮอลล์ กรดอินทรีย์ เป็นต้น (นริสรา,2544) การผลิตเซลลูโลสในรูปของวุ้นสามารถเลือกใช้วัตถุดิบได้หลากหลายชนิด เช่น น้ำมะพร้าว น้ำสับปะรด น้ำกะทิ และน้ำหางนม เป็นต้น (จินตนา,2560) เงาะ เป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีน้ำตาลสูง ดังนั้นการนำน้ำเงาะมาผลิตเป็นเซลลูโลสเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตฟิล์ม จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำเงาะซึ่งคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานและราคาตกต่ำมาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการผลิตฟิล์มเซลลูโลสจากน้ำเงาะ และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มเซลลูโลสจากน้ำเงาะ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเซลลูโลส

นำเงาะพันธุ์โรงเรียนมาปอกเปลือก เอาเมล็ดเงาะออก นำเนื้อเงาะมาคั้นน้ำโดยใช้อัตราส่วน เนื้อเงาะ 1 ส่วน ต่อน้ำ 1 ส่วน บีบแยกน้ำเงาะออกจากส่วนเนื้อเงาะ นำน้ำเงาะปริมาณ 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 20 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) ปรับค่าพีเอชให้เป็น 4.0 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมเชื้อ *A. xylinum* (จากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ปริมาณร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อปริมาตร) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส ในสภาวะนิ่ง เป็นเวลา 5–7 วัน นำแผ่นเซลลูโลสที่ได้มาต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที และแช่ในน้ำสะอาดจนเห็นเป็นสีขาว โดยเปลี่ยนน้ำทุก 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำแผ่นเซลลูโลสอบแห้งที่ได้ มาปั่นให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร เก็บในที่แห้งเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพลาสติไซเซอร์ในการผลิตแผ่นฟิล์มเซลลูโลสน้ำเงาะ

เตรียมแผ่นฟิล์มเซลลูโลสจากน้ำเงาะร่วมกับสารก่อฟิล์ม คือ โซเดียม อัลจิเนต (sodium alginate, Alg) โดยผสมเซลลูโลสจากน้ำเงาะกับสารก่อฟิล์มร่วม ในอัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก นำส่วนผสมของเซลลูโลสจากน้ำเงาะกับสารก่อฟิล์มร่วม เติมลงในน้ำกลั่น ปั่นให้เข้ากัน เป็นเวลา 10 นาที เติมพลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอลและซอบิทอล ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.4 และ 0.6 ปั่นต่อไปอีก 20 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส หรือจนกว่าส่วนผสมเข้ากัน เทส่วนผสมที่ได้ 20 กรัม ลงในจานเพาะเชื้อ นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ลอกแผ่นฟิล์มออกจากจานเพาะเชื้อ สังเกตลักษณะการลอกและเก็บแผ่นฟิล์มในโถควบคุมความชื้นเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3. วิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ

วัดค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ ตามวิธีของ AOAC (1990) และ ASTM (2000) โดยนำถาชนะอลูมิเนียมมาชั่งน้ำหนักและบรรจุซิลิกาเจล 25 กรัม แล้วชั่งน้ำหนัก นำแผ่นฟิล์มมาปิดปากถ้วย ผนึกรอบปากถ้วยด้วยพาราฟิล์ม เพื่อไม่ให้มีรอยรั่วแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เก็บภาชนะอลูมิเนียมที่ปิดผนึกแล้วไว้ในโถดูดความชื้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 27.5 เซนติเมตร ใส่น้ำไว้ด้านล่างของโถปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร เพื่อรักษาความชื้นสัมพันธ์ให้มีค่าเท่ากับ 100 เก็บโถดูดความชื้นไว้ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมที่ปิดผนึกแล้วในโถดูดความชื้นทุกๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน นำน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของซิลิกาเจลที่ชั่งได้มาคำนวณค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapor Transmission Rate : WVTR)

$$\text{การซึมผ่านของไอน้ำ } (g/m^2/day) = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (g)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (g)}}{\text{พื้นที่ของฟิล์ม } (m^2) \times \text{ระยะเวลา (day)}}$$

4. วิเคราะห์ความต้านทานไขมันและน้ำมัน

วัดค่าความต้านทานไขมันและน้ำมัน ตามวิธี TAPPI T 454 – OS – 77 (1989) โดยชั่งทรายชุดละ 2 กรัม วางกองบนแผ่นฟิล์ม ซึ่งอยู่บนกระดาษขาวจัดกองทรายให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว หยอดน้ำมัน 0.5 มิลลิลิตร ลงบนกองทราย สังเกตหยดน้ำมันว่าเกือบจะอิ่มตัว แต่ไม่ให้เลอะออกนอกกองทราย เริ่มจับเวลา สังเกตทุกๆ 1 ชั่วโมง และบันทึกเวลาเมื่อมันทะลุผ่านแผ่นฟิล์ม คิดเวลาทั้งหมดเป็นค่าความต้านทานน้ำมันของแผ่นฟิล์ม

5. วิเคราะห์ทางสถิติ

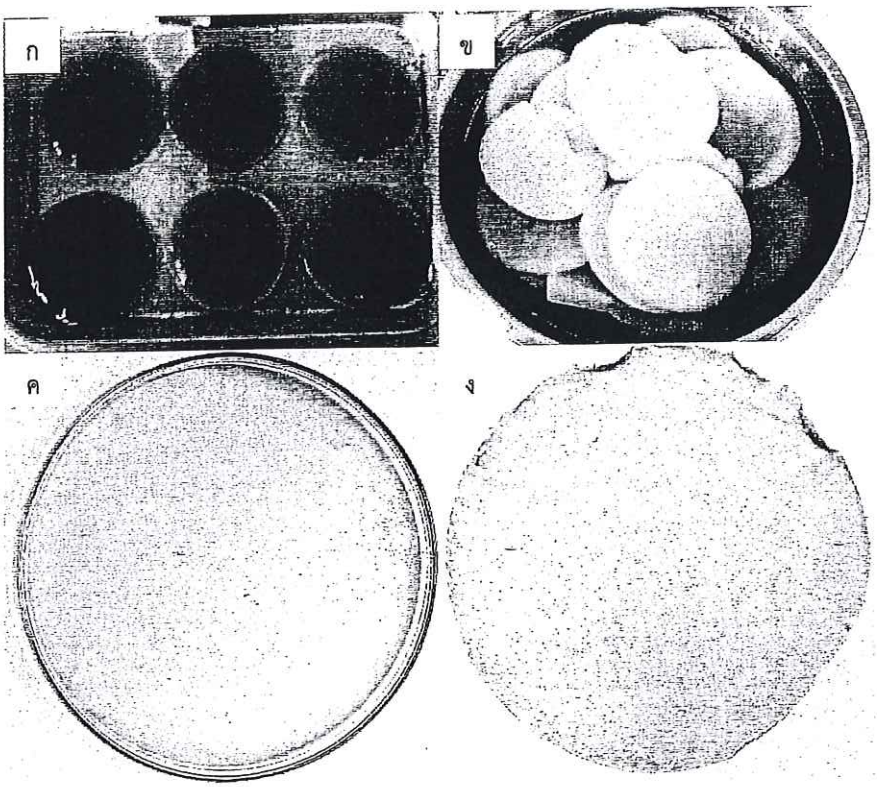
วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

สรุปผล

จากการทดลองผลิตฟิล์มเซลลูโลสโดยทำฟิล์มร่วมกับโซเดียม อัลจิเนต และพลาสติไซเซอร์หรือสารเพิ่มความยืดหยุ่น 2 ชนิด คือ กลีเซอรอลและซอร์บิทอล แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ได้ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพลาสติไซเซอร์ในการผลิตแผ่นฟิล์มเส้นใยเซลลูโลสน้ำเงาะ

จากการเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากน้ำเงาะโดยใช้เชื้อ *A. xylinum* ลักษณะของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้ ดังภาพที่ 1 โดยเส้นใยเซลลูโลสที่ผลิตขึ้นมีความหนาประมาณ 1.0±0.5 เซนติเมตร หลังการหมักเป็นเวลา 7 วัน ลักษณะของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้เป็นสีน้ำตาลเข้ม และเมื่อผ่านการต้มและแช่ในน้ำสะอาดจนค่าความเป็นกรด–ด่าง ของน้ำสุดท้าย เป็น 7.0 ได้ลักษณะเส้นใยเซลลูโลสเป็นสีขาว หลังจากนั้นจึงนำไปทำแห้งและผสมกับโซเดียม อัลจิเนต และสารเพิ่มความยืดหยุ่น ลักษณะของฟิล์มที่ได้ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะของเซลลูโลสที่ผลิตได้จากน้ำเงาะ
(ก) เซลลูโลสหลังการหมัก (ข) เซลลูโลสหลังการต้มและแช่น้ำสะอาด
(ค) การขึ้นรูปฟิล์มในจานเพาะเชื้อ (ง) ฟิล์มเซลลูโลสที่ผลิตได้

ฟิล์มเซลลูโลสที่ได้จากการใช้กลีเซอรอลจะสามารถลอกออกจากจานเพาะเชื้อได้ดีกว่าซอร์บิทอล ส่วนฟิล์มที่ไม่ได้เติมสารเพิ่มความยืดหยุ่นทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถลอกออกได้ มีลักษณะแตกหักเป็นชิ้นเล็กๆ ลักษณะปรากฏของฟิล์มที่เติมกลีเซอรอลและซอร์บิทอล มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียวแต่บาง เป็นมันสีเหลือง

2. ผลการวิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ

เมื่อนำฟิล์มเซลลูโลสมาวิเคราะห์การซึมผ่านไอน้ำ ได้ผลดังตารางที่ 1 จากตารางพบว่า ในวันที่ 5 ของการทดสอบ ฟิล์มเซลลูโลสที่มีกลีเซอรอลเป็นพลาสติไซเซอร์ในปริมาณร้อยละ 0.2 มีค่าการซึมผ่านไอน้ำสูงที่สุด คือ 0.28975×10^{-4} g/m2/day และฟิล์มเซลลูโลสที่มีซอร์บิทอลเป็นพลาสติไซเซอร์ในปริมาณร้อยละ 0.2 มีค่าการซึมผ่านไอน้ำต่ำที่สุด คือ 0.24055×10^{-4} g/m2/day อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการซึมผ่านไอน้ำจากสัดส่วนพลาสติไซเซอร์ที่ต่างกัน ของสารทั้งสองชนิด พบว่ามีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงสรุปได้ว่า แผ่นฟิล์มเซลลูโลสที่มีโซเดียมแอลจิเนตเป็นสารก่อฟิล์มร่วม และใช้กลีเซอรอลเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นมีความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ปริมาณของสารเพิ่มความยืดหยุ่นมีความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ค่าการซึมผ่านไอน้ำของแผ่นฟิล์มเซลลูโลสที่ใช้สารเพิ่มความยืดหยุ่นที่ระดับต่างๆ

ชนิดของพลาสติไซเซอร์	ปริมาณ (ร้อยละ)	ค่าการซึมผ่านไอน้ำ (10^{-4} g/m^2/day)				
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
กลีเซอรอล	0.2	0.09695^{b}	0.16405^{b}	0.21310^{b}	0.25465^{b}	0.28975^{b}
	0.4	0.08465^{b}	0.16020^{b}	0.21185^{b}	0.25190^{b}	0.28805^{b}
	0.6	0.09190^{b}	0.15755^{b}	0.20885^{b}	0.25580^{b}	0.28805^{b}
ซอร์บิทอล	0.2	0.06745^{a}	0.12260^{a}	0.16750^{a}	0.20760^{a}	0.24055^{a}
	0.4	0.06565^{a}	0.12400^{a}	0.17675^{a}	0.21305^{a}	0.24920^{a}
	0.6	0.06485^{a}	0.12350^{a}	0.17070^{a}	0.21135^{a}	0.24380^{a}

หมายเหตุ อักษร ab ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ผลการวิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของน้ำมัน

จากการทดลองการต้านทานน้ำมันของแผ่นฟิล์มเซลลูโลสที่ผลิตได้ แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่าการใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลเป็นสารให้ความยืดหยุ่นสำหรับแผ่นฟิล์มเซลลูโลสสามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้มากกว่า 120 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า แผ่นฟิล์มเซลลูโลสที่มีโซเดียมแอลจิเนตเป็นสารก่อฟิล์มร่วมและใช้พลาสติไซเซอร์ทั้ง 2 ชนิด สามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ค่าการต้านทานน้ำมันของแผ่นฟิล์มเซลลูโลสที่ใช้สารเพิ่มความยืดหยุ่นที่ระดับต่างๆ

ชนิดของพลาสติไซเซอร์	ปริมาณ (ร้อยละ)	การซึมผ่านของน้ำมัน
กลีเซอรอล	0.2	> 120 ชั่วโมง
	0.4	> 120 ชั่วโมง
	0.6	> 120 ชั่วโมง
ซอร์บิทอล	0.2	> 120 ชั่วโมง
	0.4	> 120 ชั่วโมง
	0.6	> 120 ชั่วโมง

อภิปรายผล

จากผลการทดลองฟิล์มที่เตรียมโดยใช้กลีเซอรอลมีความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำได้มากกว่าฟิล์มที่เตรียมจากซอร์บิทอล อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของสารทั้ง 2 ชนิด มีความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากกลีเซอรอลมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นจากอากาศ (hygroscopic) สูง (Mathew and Dufresne, 2002) เมื่อนำไปผสมกับสารก่อฟิล์มทำให้ฟิล์มดูดซับไอน้ำเข้าไปในแผ่นฟิล์มมากขึ้น จึงส่งผลให้ความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำของแผ่นฟิล์มเพิ่มขึ้นด้วย (Pongjanyakul and Puttipipatkhachorn, 2007; ปิยะนุช และคณะ, 2557) สำหรับแผ่นฟิล์มที่ใช้ซอร์บิทอลมีค่าการซึมผ่านไอน้ำน้อยกว่าแผ่นฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอล เนื่องจากซอร์บิทอลมีขนาดโมเลกุลใหญ่และมีคุณสมบัติในการดูดน้ำน้อยกว่ากลีเซอรอล จึงทำให้การกักเก็บน้ำในแผ่นฟิล์มน้อยลง ค่าการซึมผ่านไอน้ำจึงมีค่าน้อยกว่าแผ่นฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอล (Cerqueira et al., 2012) การทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของปิยะนุช และคณะ (2557) Olivas and Barbosa-Ca´novas (2008) และ Bourtoom (2008) รายงานการใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลในการเตรียมแผ่นฟิล์มเนื้อในเมล็ดมะขาม แผ่นฟิล์มแคลเซียมอัลจิเนตและแผ่นฟิล์มแป้งข้าวเจ้าร่วมกับไคโตซาน ซึ่งพบว่าการใช้กลีเซอรอลมีความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าการใช้ซอร์บิทอล

ฟิล์มที่ผลิตจากการใช้พลาสติไซเซอร์ทั้ง 2 ชนิด สามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้ สอดคล้องกับรายงานของรัตนา และคณะ (2549) ซึ่งรายงานผลของพลาสติไซเซอร์ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล ซอร์บิทอลและโพลีเอทธิลีนไกลคอล ซึ่งพบว่าการใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลสามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้มากกว่า 90 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการใช้ในระดับเดียวกัน พบว่าการใช้กลีเซอรอลสามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้สูงกว่าซอร์บิทอล การผลิตฟิล์มโดยใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติไซเซอร์สามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำมันได้เนื่องจากโมเลกุลของกลีเซอรอลมีส่วนที่ชอบน้ำปริมาณมาก เมื่อนำมาทดสอบการต้านทานน้ำมันซึ่งมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (ปิยนุสร์ และคณะ, 2558) จึงทำให้น้ำมันไม่สามารถซึมผ่านฟิล์มได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำฟิล์มเซลลูโลสมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหารที่มีไขมันสูง ซึ่งตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.654-2529) ระบุความสามารถในการต้านทานน้ำมันของฟิล์มที่สามารถใช้บรรจุน้ำมันและไขมันบริโภคต้องต้านทานได้อย่างน้อย 120 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้
   1.1 นำไปประยุกต์ใช้เป็นฟิล์มสำหรับห่อหุ้มอาหาร
   1.2 นำไปประยุกต์ในทางการแพทย์ เช่น ฟิล์มปิดแผล
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป
   2.1 พัฒนาคุณภาพของฟิล์มและศึกษาคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์
   2.2 ศึกษาสารร่วมก่อฟิล์มชนิดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. (2550). ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จุฑาทิพย์ สินสวัสดิ์, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. (2555). การศึกษาคุณสมบัติทางกล และ กายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสาปะหลังผสมสารพอลิแซคคาไรด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ปีที่ 43 ฉบับที่ 2 (พิเศษ), 501-504

จินตนา พรมวงษ์ป้อ, วนิดา โยคนิตย์ และจุฬาลักษณ์ เขมาชีวะกุล. (2560). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการหมักเพื่อผลิตวุ้นด้วย *Acetobacter xylinum* TISTR 975 จากน้ำมะม่วง. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีที่ 40 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2560, 271-282.

นริสรา กิตติวณิชชานนท์. (2544). ภาวะที่มีผลต่อการแปรผันด้วยตัวเองของเชื้อ *Acetobactor xylinum*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะนุช สุวรรณรัตน์, แสงระวี สุทธิปริญญานนท์ และผดุงขวัญ จิตโรภาส. (2557). ผลของสารก่อฟิล์มร่วมและสารเพิ่มความยืดหยุ่นต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของแผ่นฟิล์มเนื้อเมล็ดมะขาม. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15, 1522–1532.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง, ลลิดา ท้าวลา และอรพรรณ ปะอ้าย. (2558). ศึกษาการผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากสตาร์ชแห้วจีน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ปีที่ 46 ฉบับที่ 3 (พิเศษ), 665-668.

โพสต์ทูเดย์. (2555). ม็อบเงาะปิดถนนสุขุมวิทร้องแก้ราคาวูบ. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2560, จาก https://www.posttoday.com/social/local/154767

รัตนา จินดาพรรณ และวิไลลักษณ์ ไฝเพชร. (2549). อิทธิพลของพลาสติไซเซอร์ต่อการต้านแรงดึง การซึมผ่านของน้ำมันและความสามารถในการละลายของฟิล์มโปรตีนถั่วเขียว. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2548 – พฤษภาคม 2549.

ระพีพรรณ ใจภักดี. (2544). ผลไม้ชุดที่ 1. สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อนเด็ก. กรุงเทพฯ

ศรัณยู อุ่นทวี และ ชนัญ ผลประไพ. (2555). การประยุกต์ใช้สารประกอบเซลลูโลสจากแบคทีเรียกับพอลิเมอร์ธรรมชาติเพื่อผลิตแผ่นฟิล์ม.การประชุมเครือข่ายวิชาบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 1. 18 ธันวาคม 2555 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

Bourtoom, T. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch–chitosan. Songklanakarin J. Sci. Technol, 30, 149-165.

Cerqueira, M.A., Souza, B.W. S., Teixeira J.A. and Vicente, A.A., 2012. Effects of Interactions between the Constituents of Chitosan-Edible Films on Their Physical Properties. Food Bioprocess Technol, 5, 3181–3192.

Mathew, Aji P. and Dufresne, Alain. 2002. Plasticized waxy maize starch: Effect of polyols and relative humidity on material properties. Biomacromolecules, 3, 1101-1108.

Olivas, GI. and Barbosa-Ca´novas, GV. 2008. Alginate-calcium films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity. LWT Food Science and Technology, 41(2), 359–366

Pongjanyakul, T. and Puttipipatkhachorn, S. 2007. Alginate-magnesium aluminum silicate films: Effect of plasticizers on film properties, drug permeation and drug release from coated tablets. International Journal of Pharmaceutics, 333, 34–44

Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H., and Hall, E.G., 1981, Posthavest: An Introduction to the Phyiology and Handling of Fruit and Vegetables, New South Wales University Press, New South Wales, 161 p.

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ
และนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2562

The 3rd Roi Et Rajabhat University National and International Conference on Education and Technology Research 2019 (RERU ICET III): Innovative Local Development

วันศุกร์ที่ 12 กรกฎาคม 2562
ณ หอประชุม 60 พรรษา มหาวิชราลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

15 กรกฎาคม 2562

บทความ	หน้า
การปรับปรุงกระบวนการการปฏิบัติงานด้วยเทคนิคการลดความสูญเปล่าแบบ ECRS กรณีศึกษา: แผนกจัดส่งสินค้า บริษัท เอบีซี จำกัด *วันพิชิต เบ็งจีน*	1
การประมาณค่าแบบช่วงสำหรับประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ภายใต้การสุ่มตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็นในการเลือกไม่เท่ากัน กรณีที่สัดส่วนตัวอย่างมีขนาดเล็ก *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูเกียรติ โพนแก้ว*	10
การศึกษาคุณลักษณะของพอลิเมอร์ผสม อัลจิเนต – พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เพื่อประยุกต์ใช้ทางชีวการแพทย์ *ดร.เกษร เมรัตน์*	19
ปริมาณการสั่งซื้อเปลือกชุดอะไหล่แท้ที่เหมาะสม กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วนจำกัด พัฒนยนต์ออโต้เซลล์ *สรธร ศิริสวัสดิ์*	29
การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาจากโพแทสเซียมคาร์บอเนตบนไฮดรอกซี่อะพาไทต์สำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม *อัญชนา พาลสิงห์*	37
การลดความสูญเปล่ากระบวนการผลิตอิฐบล็อก กรณีศึกษา: ร้านคำพุวัสดุก่อสร้าง *ทานตะวัน เพียมูล*	44
การประมาณค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของดินจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา *ผู้ช่วยสาสตราจารย์ สุวิทย์ เพชรห้วยลึก*	54
การอบแห้งผลหมากสดด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล *ธีรเดช ใหญ่บก*	65
การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมซิลิเกตจากเถ้าชานอ้อยสำหรับการผลิตไบโอดีเซล *อรรคพล แสนพิพิธ*	70

บทความ	หน้า
การจำลองระบบแถวคอย ณ จุดให้บริการฝาก-ถอน กรณีศึกษาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาขอนแก่น *ธนพงศ์ สิเนหะวัฒนะ*	76
การเตรียมสีทาอาคารภายนอกด้วยการเติมอะลูมินา เพื่อเปรียบเทียบการสะท้อนความร้อนกับสีทาอาคารภายนอกในท้องตลาด *โยธิน กัลยาเลิศ*	84
การทดสอบแยกกระดาษรีไซเคิลด้วยอินฟาเรดเซ็นเซอร์ตรวจสอบสำหรับเครื่องแลกเปลี่ยนกระดาษ *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรศาสตร์ คณาศรี*	91
การออกแบบลานจอดรถยนต์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น *สุภาพร จิตจักร*	96
การเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตโดยเสริมน้ำมันตับปลาในระดับต่างกันสำหรับเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ *วรพรภัฏ ปัดภัย*	104
การพัฒนาแอปพลิเคชั่นแชทบอท“CPRU Library bot” สำหรับห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ *พรทิพย์ เกิดถาวร*	111
การผลิตฟิล์มเส้นใยเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* โดยใช้น้ำเงาะเป็นแหล่งคาร์บอน *คณิตสิทธิ์ บัญญวัตวิวัฒน์*	120
เครื่องกำจัดจุลินทรีย์ในอากาศ โดยใช้โคโรนาความเข้มสูงแบบต่อเนื่อง *คิศิโรตม์ เกตุแก้ว*	127
การพัฒนาระบบจัดการงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา องค์การบริหารส่วนตำบลตาวัง อำเภอบัวเชด จังหวัดสุรินทร์ *ญาณกร เขตศิริสุข*	133

กำหนดการ

การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
The 3rd Roi Et Rajabhat University National and International Conference on Education and Technology Research 2019 (RERU ICET III): Innovative Local Development

ในวันศุกร์ที่ 12 กรกฎาคม 2562
ณ หอประชุม 60 พรรษา มหาวิชราลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
****

วันศุกร์ที่ 12 กรกฎาคม 2562	
เวลา	กิจกรรม
07.30 – 08.45 น.	ลงทะเบียนและรับเอกสารประกอบการประชุมวิชาการฯ ณ หอประชุม 60 พรรษามหาวชิราลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
09.00 – 09.10 น.	ชมวิดิทัศน์ แนะนำมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
09.10 – 09.40 น.	พิธีเปิด กล่าวต้อนรับ โดย นายดำรงค์ สิริวิชย อิ่มวิเศษ (รองผู้ว่าราชการจังหวัดร้อยเอ็ด) กล่าวต้อนรับ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลย ภูมิพันธุ์ (อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด) กล่าวรายงาน โดย อาจารย์ ดร.การุณ พงศ์ศาสตร์ (รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์) กล่าวเปิด โดย ศาสตราจารย์(พิเศษ) นายแพทย์ สมพร โพธินาม (นายกสภามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด)
09.40 – 10.10 น.	– พิธีมอบโล่ "เจ้าภาพร่วมและผู้สนับสนุน" – พิธีมอบโล่ "นักวิจัยดีเด่น" ถ่ายภาพร่วมกันเป็นที่ระลึก
10.10 – 12.00 น.	บรรยายพิเศษ หัวข้อ "OGOP: Local Development" *by Dasho Tashi,* *Deputy Lord Chamberlain Queen's Project Office, His Majesty's Secretariat, Bhutan*
	บรรยายพิเศษ หัวข้อ "Enhancing Local Development with Big Data and Smart Management" *by Assoc.Prof. CHANG Di, Guiyang University, China*
	บรรยายพิเศษ หัวข้อ "Education and Community Development" *by* Professor *Dr.William R. Barratt,* *Fulbright Scholar at University of Malaya, Malaysia*
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน พร้อมชมการแสดงจากนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ณ หอประชุม 60 พรรษา มหาวชิราลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
13.00 – 17.00 น.	การนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation) ณ หอประชุม 60 พรรษา มหาวชิราลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
	การนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย (Oral Presentation) ณ ชั้น 7-8 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด (5 ธันวาคม 2550)
	กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ "OGOP ภูฏาน สืบสานศาสตร์พระราชา" ณ ชั้น 9 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด (5 ธันวาคม 2550)

<u>หมายเหตุ</u> 1. กำหนดการนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม
2. รับประทานอาหารว่าง (เช้า) เวลา 10.30 - 11.00 น. และ (บ่าย) เวลา 14.30 – 15.00 น

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สถาบันเจ้าภาพร่วม

1.	รองศาสตราจารย์ ดร.จำลอง วงษ์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.ภักดี โพธิ์สิงห์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.สัญญา เคณาภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
4.	รองศาสตราจารย์ ดร.สุธินี อัตถากร	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ โกศลกิตติอัมพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
6	รองศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ พรมที	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
7..	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ ภู่เงิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ภูโสภา	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาใจ หมื่นไธสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
10.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยนต์ เพาพาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
11.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิศพล บุปผาชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
12.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดวิทย์ ศิริพจน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
13.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครชัย ชาญอุไร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิศานาจ โสภาพล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
15.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
16.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจวรรณ บุญโทแสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียา แก้วนารี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รพีพรรณ พงษ์อินทร์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
20.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ละออง ภู่เงิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
21.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ผาระนัด	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
22.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันทนีย์ นามสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภาวีร์ มากดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
24.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญาศรณ์ สวัสดิ์ไธสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
26.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย วัชรเวคะวิชญ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุทิศ ทาหอม	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
28.	ดร.จุรีวัลย์ ภักดีวุฒิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
29.	ดร.เชาวลิต สิมสวย	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
30.	ดร.ทิพย์สุดา ปรีดาพันธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สถาบันเจ้าภาพร่วม

31.	ดร.ธนพล ตีรชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
32.	ดร.ธิติพร ชาญศิริวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
33.	ดร.ประยงค์ หัตถพรหม	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
34.	ดร.ปริญา ปริพุฒ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
35	ดร.ไพศาล แน่นอุดร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
36	ดร.วัชรากร วงศ์คำจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
37	ดร.อรัทยา ถนอมเมมฆ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก

1.	รองศาสตราจารย์ ดร.กตัญญู แก้วหานาม	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.นายอนุกร ภู่เรืองรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4.	รองศาสตราจารย์ ดร.นิราศ จันทรจิตร	มหาวิทยาลัยนครพนม
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐม หงษ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
6.	รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
7.	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ศรีสันติสุข	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8.	รองศาสตราจารย์ ดร.สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
9.	รองศาสตราจารย์ ดร.สุวกิจ ศรีปัดถา	นักวิชาการอิสระ
10	รองศาสตราจารย์ วิรัตน์ พงษ์ศิริ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
11.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกศินี สราญฤทธิชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
12.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหทัย ใจเปี่ยม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
13.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงรักษ์ เลี้ยงพานิช	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระพร ชะโน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
15.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉายรุ่ง ไชยกำบัง	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
16.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ศิริสุทธิ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิกร ยาสมร	สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชู ภูศรี	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
20.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูริศร์ พงษ์เพียจันทร์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก

21.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลักจิต นิลผาย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
22.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขุม วสุนธาโศภิต	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ศรีพุทธรินทร์	มหาวิทยาลัยนครพนม
24.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนรรฆ จรัณยานนท์	มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ฉัตรชัยพลรัตน์	วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย
26.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำภาศรี พ่อค้า	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
28.	ดร.เกรียงไกร ผาสุตะ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
29.	ดร.แคทลียา ชาปะวัง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
30.	ดร.จตุรงค์ ธนะสีลังกูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
31.	ดร.จิตต์โสภิณ พิเชษฐ์ลดารมณ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
32.	ดร.ชินวัตร เชื้อสระคู	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
33.	ดร.ชีวัน ทองสาดแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
34.	ดร.ดาวรุวรรณ ถวิลการ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
35.	ดร.ธนาวัฒน์ จูมแพง	สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตอุดรธานี
36.	ดร.นวลใจ โคตรแสง	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
37.	ดร.ปัณณทัต บนขุนทด	มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น วิทยาเขตบุรีรัมย์
38.	ดร.ภัทรพร วีระนาคินทร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
39.	ดร.มัลลิกา จำปาแพง	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
40.	ดร.วณิชชา ณรงค์ชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
41.	ดร.วลีพรรณ รกิติกุล	มหาวิทยาลัยเชียงราย
42.	ดร.วศิน สุขสมบูรณ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
43.	ดร.สุขมิตร กอมณี	มหาวิทยาลัยบูรพา
44.	ดร.อรรณพ นับถือตรง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
45.	ดร.อาจารี แสงเสถียร	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์