

**สมบัติทางกายภาพและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ  
ของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน**  
**Physical Properties and Radical Scavenging Capacity  
of Dietary Fiber from Durian Shell**

หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์<sup>1,\*</sup> จิรพร สวัสดิการ<sup>2</sup> ปารณีย์ สร้อยศรี<sup>2</sup> และคมสัน มุ้ยสี<sup>3</sup>  
Yardrung Suwannarat<sup>1,\*</sup>, Jiraporn Sawasdikarn<sup>2</sup>, Paranee Soisri<sup>2</sup> and Komsan Muisee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>3</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

\*Corresponding author. E-mail: yardrung@yahoo.com, yardrung17@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของใยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน ทำการทดลองโดยสกัดเปลือกทุเรียนด้วยน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 ที่อุณหภูมิ 60 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที นำใยอาหารที่ได้มาทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง วิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ และคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าใยอาหารที่เตรียมได้ด้วยการใช้น้ำที่อัตราส่วน 1:1 ผ่านความร้อนและกวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตใยอาหารจากเปลือกทุเรียน ที่สภาวะนี้มีปริมาณใยอาหารทั้งหมด ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ และใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ เท่ากับ  $68.89 \pm 1.87$ ,  $13.17 \pm 0.35$  และ  $55.73 \pm 2.21$  กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มีค่าการอุ้มน้ำและการอุ้มน้ำมัน เท่ากับ  $9.48 \pm 0.31$  และ  $6.61 \pm 0.76$  กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง ค่าสีของใยอาหารมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เท่ากับ  $75.80 \pm 2.41$  ค่าสีแดง ( $a^*$ ) เท่ากับ  $3.73 \pm 0.56$  และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) เท่ากับ  $19.38 \pm 0.82$  สำหรับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) พบว่ามีค่าร้อยละของการยับยั้ง เท่ากับ  $82.43 \pm 1.52$  และด้วยวิธี ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) มีค่าเท่ากับ  $24,308.96 \mu\text{moles TE}$  ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

**คำสำคัญ:** เปลือกทุเรียน ใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ

**Abstract**

This research aimed to study the physical properties and radical scavenging capacity of dietary fiber from durian shell. The experiments were conducted by extracting the durian shell by distilled water at the ratio of 1:1, 1:2 and 1:3 with temperature at 60 and 90 °C and time at 5, 10 and 15 min. The extracted dietary fiber was freeze dried and analyzed the physical properties and radical scavenging capacity. The results indicated that the dietary fiber prepared using the ratio of 1:1 at 60 °C for 5 min and freeze dried was the optimal condition to produce dietary fiber from durian shell. At this condition, the total dietary fiber, soluble dietary fiber and insoluble dietary fiber were equal to  $68.89 \pm 1.87$ ,  $13.17 \pm 0.35$  and  $55.73 \pm 2.21$  g/100 g, respectively. The water holding capacity and oil holding capacity were equal to  $9.48 \pm 0.31$  and  $6.61 \pm 0.76$  g/g dry weight. The color of dietary fiber as indicated by  $L^* a^* b^*$  color system



was  $75.80 \pm 2.41$ ,  $3.73 \pm 0.56$  and  $19.38 \pm 0.82$ , respectively. For the radical scavenging capacity using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay found that the percentage inhibition was  $82.43 \pm 1.52$  and the ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) assay was  $24,308.96 \mu\text{moles TE}/100 \text{ g dry weight}$ .

**Keywords:** Durian shell, Dietary fiber, Radical scavenging capacity

## บทนำ

ทุเรียนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus* murr. ชื่อสามัญ คือ Durian เป็นผลไม้ที่ปลูกกันมากในจังหวัดจันทบุรี รวมทั้งจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออก เช่น ระยอง ตราด พันธุ์ทุเรียนที่เป็นที่นิยมรับประทานกันทั้งในและต่างประเทศ คือ ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งจะให้ผลแก่จนสามารถเก็บได้ประมาณต้นเดือนมิถุนายน ปัจจุบันปัญหาการซื้อขายหรือส่งออกทุเรียนไปต่างประเทศลดน้อยลง เนื่องจากผู้รับซื้อสามารถเก็บรักษาทุเรียนไว้ในห้องเย็น ทำให้สามารถเก็บทุเรียนไว้และทยอยส่งออกได้ อย่างไรก็ตามการบริโภคหรือส่งออกไปต่างประเทศนั้นใช้เฉพาะส่วนเนื้อ ซึ่งยังคงเหลือส่วนเปลือกและเมล็ดที่มีปริมาณสูงคิดเป็นร้อยละ 45-55 ของน้ำหนักผลทั้งหมด (Manshor et al., 2014) การกำจัดเปลือกทุเรียนส่วนใหญ่นำไปเป็นปุ๋ย เชื้อเพลิง หรือปล่อยให้ย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเรายังสามารถใช้ประโยชน์จากเปลือกของทุเรียนได้มากกว่าการนำเปลือกทุเรียนไปใช้ในลักษณะดังกล่าว เพราะในเปลือกทุเรียนยังอุดมไปด้วยใยอาหารซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น ช่วยในเรื่องระบบการขับถ่าย ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง นอกจากนี้ใยอาหารยังเป็นผู้ช่วยที่ดีในการทำอาหาร เช่น ช่วยอุ้มน้ำ อุดมไขมัน เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีและช่วยในการเกิดเจล มีการรายงานไว้ในเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองนั้นมีใยอาหารอยู่ถึงประมาณร้อยละ 79 (โคโรดา วัลภา และคณะ, 2553) ใยอาหารประกอบด้วยส่วนที่เหลือน้ำของเซลล์พืชที่มีความต้านทานต่อการย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ (Rodriguez et al., 2006) ซึ่งส่วนประกอบของใยอาหารประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses), เซลลูโลส (cellulose), ลิกนิน (lignin), โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides), เพคติน (pectins), กัม (gums) และแว็กซ์ (wax) ใยอาหารแบ่งตามการละลายในน้ำได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) ใยอาหารได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่ามีผลดีต่อสุขภาพของมนุษย์ สามารถป้องกันโรคได้หลายโรค รวมทั้งการป้องกันโรคมะเร็ง (Rodriguez et al., 2006) อัตราส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำต่อใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีความสำคัญต่อคุณสมบัติด้านสุขภาพ อัตราส่วนที่เหมาะสมควรเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 30-50 และเป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 70-50 (Grigelmo-Miguel และ Martin-Belloso, 1999) การเสริมใยอาหารลงในอาหารจะทำให้ได้อาหารที่มีแคลอรี คอเลสเตอรอลและไขมันต่ำ เช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในขนมปัง (โคโรดา วัลภา และคณะ, 2553) นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าการสกัดจากใยอาหารของเปลือกผลไม้ยังมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันสูง มีการรายงานว่ายางจากเปลือกมะม่วงมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านออกซิเดชันสูงกว่าสาร DL- $\alpha$ -tocopherol ที่ใช้ในทางการค้า (Larrauri et al., 1997) สกัดจากใยอาหารของเปลือกผลไม้ยังมีคุณสมบัติในการต้านจุลินทรีย์ ซึ่งมีรายงานการวิจัยของพงศธร ล้อสุวรรณ และคณะ (2551) พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดและเปลือกมะม่วงมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านจุลินทรีย์ได้ จากเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีแนวทางที่จะนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นใยอาหารและทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย โดยอาจนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เสริมในอาหารขบเคี้ยว อาหารว่าง หรือ อาจทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในรูปแบบอื่นได้ เช่น ในรูปผงพร้อมดื่ม หรือการอัดเม็ด เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์เพื่อกำจัดเปลือกทุเรียนที่มีมากแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการผลิตอาหารสำหรับมนุษย์

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของโยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมโยอาหาร

นำเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือกทุเรียน แล้วนำไปผ่านการลวกด้วยน้ำร้อนเป็นเวลา 3 นาที ลดขนาดโดยการหั่นและบดในเครื่องปั่น แช่เปลือกทุเรียนที่ผ่านการลดขนาดในน้ำกลั่นในอัตราส่วนระหว่างเปลือกทุเรียน : น้ำกลั่น (น้ำหนัก:ปริมาตร) ที่อัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 และมีการกวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที เมื่อครบเวลานำตัวอย่างไปแยกส่วนกากออกจากส่วนน้ำ นำส่วนกากไปทำแห้งโดยใช้วิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง บดตัวอย่างแห้งด้วยเครื่องบด เก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คำนวณผลผลิต (yield) ที่ได้ ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของโยอาหาร} \times 100}{\text{น้ำหนักเปลือกสด}}$$

นำโยอาหารที่ได้จากข้อ 1 มาวิเคราะห์ปริมาณโยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) โยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) และโยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ (insoluble dietary fiber) ด้วยวิธี AOAC (2012) 985.29, 991.43 และ 991.42 ตามลำดับ วิเคราะห์การอุ้มน้ำ (water holding capacity) และอุ้มน้ำมัน (oil holding capacity) ตามวิธีของ (Ang, 1991) และวัดค่าสี เป็น ค่าความสว่าง (L\*) ค่าสีแดง (a\*) และค่าสีเหลือง (b\*)

### 2. การสกัดโยอาหารเพื่อวิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

นำโยอาหารที่ได้จากข้อที่ 1 มาสกัดด้วยเมทานอล โดยใช้อัตราส่วนโยอาหารต่อเมทานอล 1:10 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระเหยด้วยเครื่องสกัดแยกแบบสุญญากาศ สารที่ได้ในขั้นตอนนี้จะได้เป็นสารสกัดหยาบ และเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียส หากยังไม่ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

### 3. การวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโยอาหาร

วิเคราะห์โดยใช้ 2 วิธี คือ วิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ดัดแปลงจากวิธีของ Singhatong et al. (2010) และวิธี ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) ตามวิธีของ Ou B. et al. (2001)

โดยวิธี DPPH ทำได้โดยปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 2.9 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารสกัดหยาบลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ในที่มืด 30 นาที พร้อมกันนี้ ทำตัวอย่างควบคุม (control) หรือสารละลาย DPPH ที่ไม่มีตัวอย่างทำโดยใช้เมทานอล จำนวน 0.1 มิลลิลิตร แทนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ วิเคราะห์ตามวิธีการเดียวกัน เมื่อครบ 30 นาที นำตัวอย่างและตัวอย่างควบคุมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นร้อยละของการยับยั้ง (%Inhibition) ตามสมการ

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = [(A_0 - A_s) / A_0] \times 100$$

โดย A<sub>0</sub> = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม และ A<sub>s</sub> = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

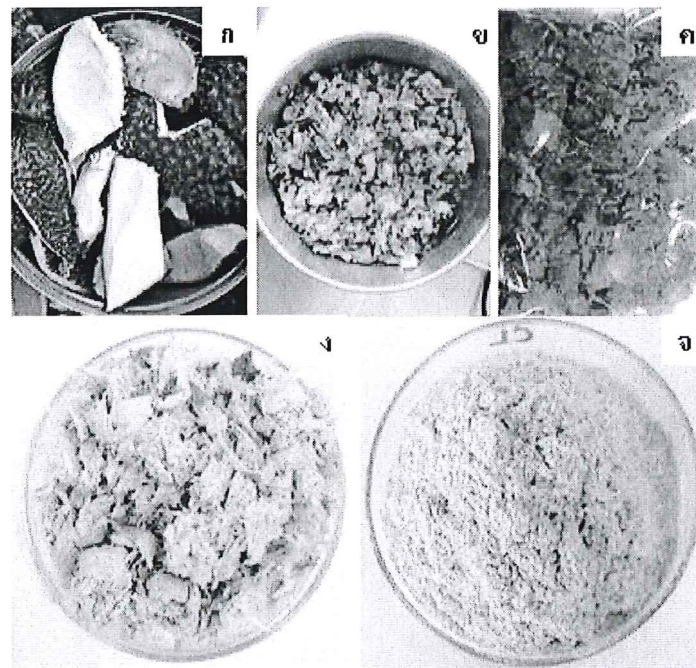
### 4. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบ Complete Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการเตรียมโยอาหาร

จากการทดลองสกัดโยอาหารจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด โดยศึกษา 3 ปัจจัย ประกอบด้วย อัตราส่วนของเปลือกทุเรียนต่อน้ำที่ใช้สกัด คือ 1:1 1:2 และ 1:3 อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส และ 90 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสกัดที่ 5 10 และ 15 นาที เมื่อทำการสกัดแล้ว นำโยอาหารที่ผ่านการกรองไปทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ลักษณะของเปลือกทุเรียนและโยอาหารที่ผ่านการทำแห้งแบบ แช่เยือกแข็งและโยอาหารบดแห้ง ดังภาพ 1 ซึ่งตัวอย่างแห้งที่ได้และนำมาคำนวณปริมาณผลผลิตเป็นร้อยละ ได้ผลการทดลองดังตาราง 1



ภาพ 1 ลักษณะของเปลือกทุเรียน ก) เปลือกทุเรียนที่ล้างทำความสะอาด ข) เปลือกหั่นเป็นชิ้นและต้มด้วยน้ำที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ค) โยอาหารที่ผ่านการใช้ความร้อนแล้ว ง) โยอาหารหลังผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จ) โยอาหารผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งแห้งและบด

ตาราง 1 ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดเส้นโยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่สภาวะต่างๆ และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

| สิ่งทดลองที่ | สภาวะการสกัด |                            |                | ปริมาณผลผลิต<br>(ร้อยละ)    |
|--------------|--------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|
|              | อัตราส่วน    | อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) | เวลา<br>(นาที) |                             |
| 1            | 1:1          | 60                         | 5              | 15.67±0.57 <sup>ab</sup>    |
| 2            | 1:1          | 60                         | 10             | 13.89±2.17 <sup>bcdef</sup> |
| 3            | 1:1          | 60                         | 15             | 14.86±0.11 <sup>abcd</sup>  |
| 4            | 1:1          | 90                         | 5              | 15.05±0.42 <sup>abc</sup>   |
| 5            | 1:1          | 90                         | 10             | 16.21±2.17 <sup>a</sup>     |
| 6            | 1:1          | 90                         | 15             | 14.37±0.42 <sup>abcde</sup> |

| สิ่งทดลองที่ | สภาวะการสกัด |                            |                 | ปริมาณผลผลิต<br>(ร้อยละ)    |
|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
|              | อัตราส่วน    | อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) | เวลา<br>(นาที่) |                             |
| 7            | 1:2          | 60                         | 5               | 12.83±1.44 <sup>defg</sup>  |
| 8            | 1:2          | 60                         | 10              | 13.17±1.04 <sup>cdefg</sup> |
| 9            | 1:2          | 60                         | 15              | 12.26±1.11 <sup>efg</sup>   |
| 10           | 1:2          | 90                         | 5               | 12.05±0.15 <sup>fg</sup>    |
| 11           | 1:2          | 90                         | 10              | 13.00±0.54 <sup>cdefg</sup> |
| 12           | 1:2          | 90                         | 15              | 12.6±0.08 <sup>efg</sup>    |
| 13           | 1:3          | 60                         | 5               | 11.80±0.14 <sup>fg</sup>    |
| 14           | 1:3          | 60                         | 10              | 12.54±0.19 <sup>efg</sup>   |
| 15           | 1:3          | 60                         | 15              | 12.35±0.68 <sup>efg</sup>   |
| 16           | 1:3          | 90                         | 5               | 12.03±0.35 <sup>fg</sup>    |
| 17           | 1:3          | 90                         | 10              | 11.62±0.14 <sup>fg</sup>    |
| 18           | 1:3          | 90                         | 15              | 11.54±0.41 <sup>g</sup>     |

หมายเหตุ : อักษร a-g ที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

จากตาราง 1 พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 ที่สภาวะการสกัดอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 10 นาที ให้ปริมาณผลผลิตของเปลือกทุเรียนมากกว่าสภาวะอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นสิ่งทดลองที่ 1, 3 และ 4 ที่มีปริมาณผลผลิตแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยปริมาณผลผลิตสูงสุดที่ได้ คิดเป็นร้อยละ 16.21±2.17 รองลงมาคือผลผลิตจากสิ่งทดลองที่ 1 ที่สภาวะการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 5 นาที ซึ่งมีปริมาณผลผลิตร้อยละ 15.67±0.57 สิ่งทดลองที่ 4 ที่สภาวะการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 5 นาที ได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 15.05±0.42 และสิ่งทดลองที่ 3 ที่สภาวะการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 15 นาที ได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 14.86±0.11 ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าว จึงนำใยอาหารที่ได้จากสิ่งทดลองที่ 5 และสิ่งทดลองที่ 1 มาทำการทดลองต่อ เนื่องจากสิ่งทดลองที่ 5 ได้ปริมาณผลผลิตใยอาหารสูงที่สุด และสิ่งทดลองที่ 1 ได้ปริมาณผลผลิตใยอาหารรองลงมา เพราะหากว่าผลการวิเคราะห์จากทั้งสองสิ่งการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน จะสามารถเลือกใช้สภาวะจากสิ่งทดลองที่ 1 ได้ น่าจะเป็นการลดต้นทุนและประหยัดพลังงาน

เมื่อนำใยอาหารที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ และปริมาณใยอาหารทั้งหมด ได้ผลการทดลอง ดังตาราง 2

ตาราง 2 ปริมาณใยอาหารของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

| ชนิดใยอาหาร                                  | สิ่งทดลอง               |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                              | 1                       | 5                       |
| ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (กรัม ต่อ 100 กรัม)     | 68.89±1.87 <sup>a</sup> | 59.03±0.75 <sup>b</sup> |
| ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (กรัม ต่อ 100 กรัม)    | 13.17±0.35 <sup>a</sup> | 12.83±0.92 <sup>a</sup> |
| ใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ (กรัม ต่อ 100 กรัม) | 55.73±2.21 <sup>a</sup> | 46.20±1.67 <sup>b</sup> |

หมายเหตุ : อักษร ab ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

จากผลการทดลองในตาราง 2 พบว่าปริมาณใยอาหารทั้งหมดของทั้ง 2 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยปริมาณใยอาหารทั้งหมดที่มีปริมาณสูงสุดพบได้ในสิ่งทดลองที่ 1 ที่เตรียมด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณ 68.89±1.87 กรัม ต่อ 100 กรัม รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 5 ที่เตรียมด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ 59.03±0.75 กรัม ต่อ 100 กรัม เมื่อพิจารณาใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ และใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้มีปริมาณมากกว่าใยอาหารที่ละลายน้ำได้

เมื่อนำใยอาหารทั้งสองสิ่งทดลองมาวัดค่าการอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมันได้ผลการทดลองดังตาราง 3 พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าการอุ้มน้ำมากกว่าสิ่งทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าการอุ้มน้ำ 9.48±0.31 กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง และสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าการอุ้มน้ำ 7.98±0.20 กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง สำหรับค่าการอุ้มน้ำมันของสิ่งทดลองที่ 1 มีค่ามากกว่าสิ่งทดลองที่ 5 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยค่าการอุ้มน้ำมันของสิ่งทดลองที่ 1 เท่ากับ 6.61±0.76 กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง และค่าการอุ้มน้ำมันของสิ่งทดลองที่ 5 เท่ากับ 5.49±1.19

ตาราง 3 ค่าการอุ้มน้ำและค่าการอุ้มน้ำมันของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

| ค่าที่วัด                                      | สิ่งทดลอง              |                        |
|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
|                                                | 1                      | 5                      |
| ค่าการอุ้มน้ำ (กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)    | 9.48±0.31 <sup>a</sup> | 7.98±0.20 <sup>b</sup> |
| ค่าการอุ้มน้ำมัน (กรัม น้ำต่อกรัมตัวอย่างแห้ง) | 6.61±0.76 <sup>a</sup> | 5.49±1.19 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ : อักษร ab ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

หลังจากนำใยอาหารที่บดแล้วจากสิ่งทดลองที่ 1 และ 5 ไปวัดค่าสีโดยแสดงเป็นค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ได้ผลการทดลอง ดังตาราง 4 ซึ่งผลการวัดสีพบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีความสว่างมากกว่าสิ่งทดลอง ที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองน้อยกว่าสิ่งทดลองที่ 5 ซึ่งจากการมองด้วยตาเปล่าสีของสิ่งทดลองที่ 5 มีสีคล้ำกว่าเล็กน้อย

ตาราง 4 ค่าสีของโยอาหารจากเปลือกทุเรียน

| ค่าที่วัด         | สิ่งทดลอง               |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | 1                       | 5                       |
| ค่าความสว่าง (L*) | 75.80±2.41 <sup>a</sup> | 72.98±1.63 <sup>b</sup> |
| ค่าสีแดง (a*)     | 3.73±0.56 <sup>a</sup>  | 4.08±0.37 <sup>a</sup>  |
| ค่าสีเหลือง (b*)  | 19.38±0.82 <sup>b</sup> | 20.85±.71 <sup>a</sup>  |

หมายเหตุ : อักษร ab ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

## 2. ผลการวิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโยอาหาร

จากการทดลองหาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโยอาหารจากสิ่งทดลองที่ 1 และ 5 ได้ผลการทดลอง ดังตาราง 5 ซึ่งพบว่าสารสกัดจากโยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อพิจารณาการวัดค่าด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดจากโยอาหารของสิ่งทดลองที่ 1 มีร้อยละของการยับยั้งสูงกว่าสารสกัดจากโยอาหารของสิ่งทดลองที่ 5 แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าร้อยละของการยับยั้ง  $82.43 \pm 1.52$  และสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าร้อยละของการยับยั้ง  $77.44 \pm 2.43$  เมื่อพิจารณาการวัดค่าด้วยวิธี ORAC พบว่าผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ สารสกัดจากโยอาหารของสิ่งทดลองที่ 1 มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัดจากโยอาหารของสิ่งทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ 24,308.96  $\mu\text{moles TE}$  ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และสิ่งทดลองที่ 5 มีความสามารถในการยับยั้ง 21,274.29  $\mu\text{moles TE}$  ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

ตาราง 5 การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากโยอาหารด้วยวิธีต่างๆ

| ค่าที่วัด                                             | สิ่งทดลอง              |                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
|                                                       | 1                      | 5                      |
| DPPH (ร้อยละ)                                         | $82.43 \pm 1.52^a$     | $77.44 \pm 2.43^a$     |
| ORAC ( $\mu\text{moles TE}$ ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) | 24,308.96 <sup>a</sup> | 21,274.29 <sup>b</sup> |

หมายเหตุ : อักษร ab ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

## สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของโยอาหารได้ โดยโยอาหารที่เตรียมได้ด้วยการใช้น้ำที่อัตราส่วน 1:1 ผ่านความร้อนและกวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโยอาหารจากเปลือกทุเรียน โดยดูจากคุณสมบัติของโยอาหารในด้านปริมาณโยอาหาร ค่าการอุ้มน้ำ อุ้มน้ำมัน และค่าสี และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากโยอาหาร

ในด้านปริมาณโยอาหาร ในสภาวะที่เหมาะสมนี้มีปริมาณโยอาหารทั้งหมด โยอาหารที่ละลายน้ำ และโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีค่าใกล้เคียงกับรายงานการวิจัยผลิตโยอาหารจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อนำมาเสริมในขนมปังขาวของ โสธดา วัลภา และคณะ (2553) โดยได้รายงานว่าในเปลือกทุเรียนมีโยอาหารทั้งหมด โยอาหารที่ละลายน้ำได้ และโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำอยู่ปริมาณร้อยละ 79.18, 13.05 และ 65.13 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนของที่เหมาะสมของโย



อาหารที่ละลายน้ำต่อใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งควรเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 30-50 และเป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 70-50 (Grigelmo-Miguel และ Martin-Belloso, 1999) พบว่าที่สภาวะที่เหมาะสมนี้มีใยอาหารที่ละลายน้ำคิดเป็นร้อยละ 19.11 และปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำคิดเป็นร้อยละ 80.89 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานโดย ไครดา วัลภา และคณะ (2553) และสามารถนำไปเสริมใยอาหารในขนมปังขาวได้

ใยอาหารจากเปลือกทุเรียน มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าใยอาหารที่ผลิตจากเปลือกของผลไม้บางชนิด เช่น เปลือกส้มเขียวหวาน กากส้มเขียวหวาน แครอท และแกนสับปะรด แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำมันสูงกว่าใยอาหารที่ผลิตจากเปลือกส้มเขียวหวาน กากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทอง เปลือกในส้มพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและมะม่วง (นิธิตา อรรถวานิช และปราณี อำนประิ่ง, 2546; อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล, 2549) ทั้งนี้การอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมันขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของใยอาหารด้วย ถ้าเส้นใยอาหารมีขนาดอนุภาคเล็กลง ทำให้มีพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น (Elleuch et al., 2011) การบดจึงมีผลต่อการอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมัน

เปลือกทุเรียน มีการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ  $82.43 \pm 1.52$  ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศธร ล้อสุวรรณ และคณะ (2551) ที่มีการรายงานการทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง โดยวิธี DPPH ซึ่งพบว่าเปลือกทุเรียนที่เตรียมโดยผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งและแบบเส้นใย มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ  $60.0 \pm 20.5$  มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิก ต่อ น้ำหนักแห้ง 100 กรัม และ  $62.3 \pm 8.6$  มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิก ต่อ น้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนการวัดความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ORAC ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมในการวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของพืช ผัก และผลไม้ วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถวัดสารต้านอนุมูลอิสระได้ทั้งกลุ่มที่ละลายน้ำได้และที่ละลายน้ำไม่ได้ (Schaich et al., 2015) จากการศึกษา พบว่าใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสม มีค่า เท่ากับ  $24,308.96 \mu\text{moles TE}$  ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง โดยมีรายงานการศึกษาในพืชอื่นๆ เช่น รายงานของปิยาภรณ์ วรรณสันติกุล และคณะ (2016) ที่รายงานการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากสาบเสือด้วยวิธี ORAC โดยสารสกัดจากใบสาบเสือมีค่าเท่ากับ  $111 \mu\text{moles TEAC}$  ต่อ 100 กรัมของสารสกัด Malta et al. (2013) รายงานการต้านอนุมูลอิสระของผลไม้สุก (Gabirola: *Campomanesia cambessedeanana* Berg) เท่ากับ  $8027.5 \mu\text{moles TEAC}$  ต่อ 100 กรัมของสารสกัด และพบว่ามีการรายงานการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยวิธี ORAC ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $62 \pm 12 \mu\text{moles TE}$  ต่อ กรัม น้ำหนักแห้ง (Charoenkiatkul et al., 2016)

### ข้อเสนอแนะ

ควรมีการนำใยอาหารที่ได้จากเปลือกทุเรียนไปประยุกต์ใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภค

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

### เอกสารอ้างอิง

- นิธิตา อรรถวานิช และปราณี อำนประิ่ง. (2546). ใยอาหารผงจากเปลือกส้มเขียวหวานและการประยุกต์. *วารสารอาหาร*, 33(1), 45-55.
- ปิยาภรณ์ วรรณสันติกุล และคณะ. (2559). การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากสาบเสือ. *วารสารวิจัย มสส*, 9(2), 31-58.
- พงศธร ล้อสุวรรณ และคณะ. (2551). สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 46. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- โศรดา วัลภา และคณะ. (2553). ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว. *วิทยาศาสตร์เกษตร*, 40 (3/1) (พิเศษ), 205-208.
- อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล. (2549). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทอง และเปลือกส้มโอ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Ang, J.F. (1991). Water Retention Capacity and Viscosity Effect of Powdered Cellulose. *Journal of Food Science*. 56(6): 1682-1684.
- AOAC. (2012). Official Method of Analysis. 19<sup>th</sup> edition Association of official Analytical chemistry.
- Charoenkiattkul, S., Thiyajai, P., Judprasong, K. (2016). Nutrients and bioactive compounds in popular and indigenous durian (*Durio zibethinus* murr.). *Food Chemistry*, 193, 181-186.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-product of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial application: A review. *Food Chemistry*. 124(2), 411-421.
- Grigelmo-Miguel, N. & Martin-Belloso, O. (1999). Comparison of dietary fibre from by products of processing fruits and greens and from cereals. *LWT-Food Science and Technology*. 32: 503-508.
- Larrauri, J.A., Ruperez, P. Saura-Calixto, F. (1997). Mango peel fibres with antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 205, 39-42.
- Malta, L.G., Tessaro, E.P., Eberlin, M., Pastore, G.M., Liu, R.H. (2013). Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. *Food Research International*, 53(1), 417-425.
- Manshor, M.R. Anuar, H., Aimi, M.N.N, Fitrie, M.I.A., Nazri, W.B.W., Sapuan, S.M., El-Shekeil, Y.A., Wahit, M.U. (2014). Mechanical, thermal and morphological properties of durian skin fibre reinforced PLA biocomposites. *Materials and Design*, 59, 279-286.
- Ou, B. Hampsch-Woodill, M. and Prior, R.L. (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10): 4619-4626.
- Rodriguez, R., Jimenez, A., Fernandez-Bolanos, J., Guillen, R., Heredia A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 3-15.
- Schaich, KM., Tian, X., Xie, J. (2015). Reprint of hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. *Journal of Functional Foods*, 18, 782-796.
- Singhatong, S., Leelarungrayub, D., Chaiyasut, C. (2010). Antioxidant and toxicity activities of *Artocarpus lakoocha* Roxb. heartwood extract. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(10), 947-953.

| เรื่อง                                                                                                                                                                                                               | หน้า      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| พฤติกรรมการณ์ซื้อสินค้าที่ร้านสะดวกซื้อของผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร<br>กรกมล จันทรพัทตร์ ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล และจิรวุฒิ ทลอมประโคน                                                                              | 2191-2201 |
| การวิเคราะห์สาเหตุปัจจัยของการไม่ซื้อประกันชีวิต กรณีศึกษาธนาคารกรุงไทยจังหวัดราชบุรี<br>ผณินทร เกษตรตระการ และประสพชัย พสุนนท์                                                                                      | 2202-2212 |
| การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เวชสำอาง เฮอร์มาลิส สกินแคร์<br>ธนรัตน์ อูพรชัยรัตน์ และประสพชัย พสุนนท์                                                                                                                     | 2213-2224 |
| วัฒนธรรมองค์การและการเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันของ บริษัท<br>ศักดิ์สยามลิสซิ่ง จำกัด (มหาชน) ในเขตจังหวัดอุดรธานี<br>ณวรรณ ไชยจินดา ภาศิริ เขตปิยรัตน์ และชัชชัย สุจริต         | 2225-2236 |
| การสังเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับสมรรถนะหลักและความผูกพันต่อองค์กรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ<br>การปฏิบัติงานของพนักงานสายสนับสนุน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม<br>สายรุ้ง คุ่มป้อม วิจิตรา จำลองราษฎร์ และอนุ เจริญวงศ์ระยับ | 2237-2249 |
| การศึกษาพฤติกรรมการณ์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาลัยพณิชยบัณฑิต<br>ศูนย์อุดรธานี<br>ภมร บุตรสีห์ และรัชณี ศิริประพิมพ์                                                                        | 2250-2258 |
| ปัจจัยด้านความถี่ในการเปิดรับสื่อที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงามผ่านระบบการ<br>พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล<br>ธนกร ชัยรัตน์ และประสพชัย พสุนนท์            | 2259-2269 |
| กลุ่มเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม<br>ผลงานวิจัยแบบบรรยาย (Oral Presentation)                                                                                     |           |
| การใช้แบ่งเมล็ดมะขามและสำรองผงเพื่อเป็นสารคงตัวในไอศกรีมชอร์เบตมะนาว<br>เป็นเอก ทรัพย์สิน ธงชัย พุฒทองศิริ และสุรัช ใหญ่เย็น                                                                                         | 2270-2278 |
| สมบัติทางกายภาพและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ตจากเปลือกทุเรียน<br>หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ จิพร สวัสดิการ ปารณีย์ สร้อยศรี และคมสัน มุยสี                                                            | 2279-2287 |
| สืบสานภูมิปัญญาเครื่องมือประมงพื้นบ้านลุ่มแม่น้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์<br>ปิยพงศ์ บางใบ                                                                                                                             | 2288-2297 |
| กลุ่มเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม<br>ผลงานวิจัยแบบบรรยาย (Oral Presentation)                                                                                                                                       |           |
| วงจรกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมโหมดกระแสแบบเอาต์พุตคู่ที่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทาง<br>อิเล็กทรอนิกส์<br>ภมร ศิลพาน์                                                                                         | 2298-2306 |
| การพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าว<br>สมบัติ มงคลชัยชนะ และปิยะพงษ์ วงศ์ขันแก้ว                                                                                                                              | 2307-2317 |
| การจัดเส้นทางขนส่งยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสตูล<br>ผจงจิต พิจิตบรรจง สมศักดิ์ แก้วพลอย ภูพิพัฒน์ พัฒเทียง และศุภชัย หวังดี                                                                         | 2318-2330 |

*Conf. Jernwadee*

### คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

#### คณะกรรมการที่ปรึกษา

|                                |               |                                       |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| อาจารย์ ดร.สาคร                | สร้อยสังวาลย์ | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.เปื้อน       | จันทา         | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์   |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์     | ธรรมไชย       | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่   |
| รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ    | สายธนู        | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง       |
| รองศาสตราจารย์ สุวิทย์         | วงษ์บุญมาก    | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร   |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ  | ชำนาญกิจ      | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์   |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช | วงศ์หล้า      | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์   |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล     | อารินิจ       | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย    |

#### รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัย

##### ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

|                                 |                |                            |
|---------------------------------|----------------|----------------------------|
| ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.มนัส   | สุวรรณ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลองศรี       | พิมลสมพงศ์     | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ติเรก         | ธีระภูธร       | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.เทียมจันทร์   | พานิชย์ผลินไชย | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ           | ชีดาร์         | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร         | เรืองรอง       | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี         | สงวนเสริมศรี   | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.มาโนชญ์       | สิริพิทักษ์เดช | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์      | แก้วอุไร       | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์      | ไม้พวง         | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรนภา       | พรหมมา         | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ |
| รองศาสตราจารย์ ดร.บุญทวรรณ      | วิงวอน         | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |
| รองศาสตราจารย์ ดร.พรชนก         | ทองลาด         | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ         | มนุศิลป์       | มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย       |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ยุภาตี        | ปณระชา         | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร |
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุณี          | บุญพิทักษ์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร |
| รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์    | โกศลกิตติอัมพร | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| รองศาสตราจารย์วิราพร            | พงศ์อาจารย์    | ข้าราชการบำนาญ             |
| รองศาสตราจารย์สงวน              | ข้างฉัตร       | ข้าราชการบำนาญ             |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ    | พลวัน          | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวิศ      | จิตรวิจารณ์    | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน      | ฟูแสง          | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมสัน     | รัตนะสิมากุล   | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรีรัตน์ | สุวรรณ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |

|                                  |                     |                                       |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา    | ชิมป์สัน            | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมพูนุช    | วรางคนากุล          | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนัดดา     | จันทร์เนย           | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศกร      | เมธีธรรม            | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภคพร       | วัฒนดำรง            | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยอดพล      | เทพสิทธิ์           | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา    | เจนรุ่งโรจน์สกุล    | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา       | พัตเกตุ             | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร   | หลินเจริญ           | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริโชค       | ผูกพันธุ์           | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมลักษณ์   | วรรณฤมล กิเยลาโรว่า | มหาวิทยาลัยนเรศวร                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์  | ชมพันธุ์            | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย   | สุขจิตต์            | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงจันทร์  | เดี่ยววิไล          | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พอใจ       | สิงเนตร             | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา      | ไกรเพชร             | สถาบันการพลศึกษา                      |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐรดา     | วงษ์นายะ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร            |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร      | สิริสุคันธา         | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา           |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา      | วอนสวัสดิ์          | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา           |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา    | เดือนฉาย            | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชดาภรณ์  | ปิ่นทะรส            | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรุณศิริ  | ใจมา                | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย             |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิพงษ์    | พุดคำ               | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม                  |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ    | เกี้ยวซี            | ข้าราชการบำนาญ                        |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผ่องลักษณ์ | จิตต์การุญ          | ข้าราชการบำนาญ                        |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล      | ริ้วธงไชย           | ข้าราชการบำนาญ                        |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เทอดศักดิ์    | จันทร์อรุณ          | ข้าราชการบำนาญ                        |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุพจน์        | พฤกษ์วัน            | ข้าราชการบำนาญ                        |
| ว่าที่ร้อยเอก ดร.ขจร             | ตรีโสภณากร          | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่            |
| อาจารย์ ดร.เขาวฤทธิ์             | จันจัน              | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์            |
| อาจารย์ ดร.ดุขฎิ                 | สีตลวรพงศ์          | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| อาจารย์ ดร.ปริญญาภา              | สีทอง               | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| อาจารย์ ดร.สมชาย                 | บุญศิริเกสัช        | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| อาจารย์ ดร.สุวรรฐ                | แลสันกลาง           | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| อาจารย์ ดร.ธานินทร์              | แดงกวรัมย์          | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| อาจารย์ ดร.เพชรลดา               | กันหาดี             | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| อาจารย์ ดร.สายรุ้ง               | เมืองพิล            | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |



|                        |                |                                   |
|------------------------|----------------|-----------------------------------|
| อาจารย์ ดร.นัฐต์       | กานต์ประชา     | มหาวิทยาลัยนเรศวร                 |
| อาจารย์ ดร.ภัทรพร      | พงศาปรมัตถ์    | มหาวิทยาลัยนเรศวร                 |
| อาจารย์ ดร.ปวีณา       | จันทร์นวล      | มหาวิทยาลัยนเรศวร                 |
| อาจารย์ ดร.เสาวภาคย์   | กัลยาณมิตร     | มหาวิทยาลัยนเรศวร                 |
| อาจารย์ ดร.อัจฉรา      | อิมคำ พุฒคำ    | มหาวิทยาลัยนเรศวร                 |
| อาจารย์ ดร.ประกฤติยา   | ทักษิณ         | มหาวิทยาลัยขอนแก่น                |
| อาจารย์ ดร.ไพรัช       | โกศลย์พิพัฒน์  | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่        |
| อาจารย์ ดร.มนทา        | หมีไพรพฤษ      | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร        |
| อาจารย์ ดร.วิรัชศักดิ์ | จอมกิตติชัย    | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์        |
| อาจารย์ ดร.จิตตะการ    | ศุภรติ         | วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พิชณโลก  |
| อาจารย์ ดร.ภาณุ        | อดกลั่น        | วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรธานี |
| อาจารย์ ดร.สุกัญญา     | รุจิเมธภาส     | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์        |
| อาจารย์ ดร.สุภาพร      | พงศ์ปัญญาโอภาส | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร        |
| อาจารย์ ดร.เสาวภา      | ปัญจจริยะกุล   | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่        |

ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

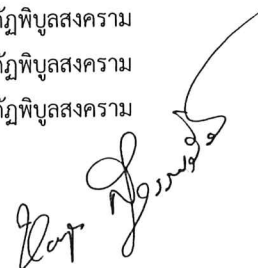
|                                  |                   |                              |
|----------------------------------|-------------------|------------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์       | ศรีแก้ว           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชคณิต        | จงจิตวิมล         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุขแก้ว        | คำสอน             | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุวารี         | วงศ์วัฒนา         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ยุพร           | ริมชกลการ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์    | อยู่มี            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรเชษฐ์       | มิตสานนท์         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกรณ์    | เลิศสุวรรณไพศาล   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรชร       | ฉิมจารย์          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา     | ธนพคุณ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์  | สุวรรณราช         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี     | ปันวันนะ          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุการ    | ดาจันทา           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท    | วงศ์วัฒนพงษ์      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติ       | บดีรัฐ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนต์พร     | บัณฑิต นาคสวัสดิ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์    | ปัทมสนธิ์         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี     | ศรีธาวรัตน์       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัมมะทินนา | ศรีสุพรรณ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์   | ไชยเชชน           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนสาร      | เพ็งพุ่ม          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์   | ใจฉลาด            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |

*Dr. Jiraporn*

|                                  |                |                              |
|----------------------------------|----------------|------------------------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นววรรณ     | ทองมี          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม       | นาอ้าย         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร     | พัฒนะ          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ    | ศุภวิทย์พัฒนา  | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพงษ์   | โอฬารทิชาชาติ  | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เทพ    | รักผกาวงศ์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒน์พันธ์ | เขตต์กัน       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิทธิ์   | พูลประเสริฐ    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักพล      | ปรีชาศิลป์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รพีพรรณ    | จันทร์มะณี     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนดิพร   | สำอางค์        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา    | จำลองราษฎร์    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์    | ดึกจ๊ะ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์      | ธงไชย          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวิมล   | ใจงาม          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริสุภา   | เอมหยวก        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภลักษณ์  | วิริยะสุนน     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกล        | เกิดผล         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท       | ปิ่นสกุล       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์   | แก้วนุช        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลักจิต    | ตรีธณโสภาส     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขสมาน    | สังโยคะ        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี    | แหยมมงคล       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนงค์      | ศรีโสภา        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุ        | เจริญวงศ์ระยับ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์    | เมืองไหว       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญญา      | ปรีชาวรรณ      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัยวรรณ  | ฉัตรจง         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์    | เส็งพานิช      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อบุญ   | ที่พึ่ง        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชญาธิษฐ์       | ศศิวิมล        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลกร           | อาสนะนันท์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณมล            | เถื่อนกุล      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้อย           | คันชั่งทอง     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษบา          | หินเฝ้า        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรชัย          | ปานทุ่ง        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรา          | วงศ์แสงเทียน   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |



|                             |                    |                              |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิมพ์ชนก  | พริกบุญจันทร์      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์มงคล      | อักษรดิษฐ์         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาดา    | ศรีเจริญ           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ว่าที่เรืออากาศตรี ดร.บัญชา | สำรวรื่น           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.อรุณ             | อิงคนินท์ บัณฑิตย์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.กาญจนา           | วงศ์กระจำ          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.เจษฎา            | โนอินทร์           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ชนิกานุจน์       | จันทร์มาทอง        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ชลลดา            | ดิยะวิสุทธิ์ศรี    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ชุดิพนธ์         | ศรีสวัสดิ์         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ณิรดา            | เวชญาลักษณ์        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ดิษยา            | ศุภราชโยธิน        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ทวีศักดิ์        | ขันยศ              | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.เทิน             | ศรีนวน             | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ธนัสดา           | โรจนตระกูล         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ธิดารัตน์        | วุฒิสรีเสถียรกุล   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ธัชชัย           | เทพกรณ์            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.นพรัตน์          | วรรณเทศ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.นิธิพงศ์         | ศรีบุญมาศ          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ปณณวิญญ์         | ใบกุหลาบ           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ปิยมนัส          | วรวิทย์รัตนกุล     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ปิยะลักษณ์       | พฤกษ์วัน           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พงษ์พันธุ์       | พุทธิวิศิษฐ์       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พรดรี            | จุลกลีบ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พรชัย            | ทองเจือ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พัชรวาลย์        | มีทรัพย์           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พิชญา            | เหลื่องรัตนเจริญ   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พิมพ์รินทร์      | ศิรินทร์           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พิสิษฐ์          | มณีโชติ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ภรภัทร           | สำอาง              | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.มนตรา            | ศรีชะแย้ม          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ยุทธศักดิ์       | เข้มม่วย           | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ยุวดี            | ตรงต่อกิจ          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.รัตนดา           | สิทธิอ่วม          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ร่ำไพ            | โกฏสืบ             | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ลัสดา            | ยาลิละ             | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ลำเนา            | เอี่ยมสอาด         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |



|                      |             |                              |
|----------------------|-------------|------------------------------|
| อาจารย์ ดร. วงศกร    | เจียมเผ่า   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. วณิชพร   | จันทร์รักษา | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. วรารักษ์ | วรวิรัช     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. สมหมาย   | อำดอนกลอย   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. สวณีย์   | เสริมสุข    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. สัจจาภา  | จอมโนนเขวา  | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. อดุลย์   | วังศรีคุณ   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. อรุณี    | นุสิทธิ์    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. อาเรีย   | ปรีดีกุล    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. จิตพร    | เจาะจง      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |

#### รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิวิพากษ์บทความวิจัย

##### ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกภาคบรรยาย

|                                 |                |                            |
|---------------------------------|----------------|----------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรนภา      | พรหมมา         | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ |
| รองศาสตราจารย์ ดร. เทียมจันทร์  | พานิชย์ผลินไชย | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยวัฒน์     | สุทธิรัตน์     | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| รองศาสตราจารย์ ดร. สัมฤทธิ์     | ไม้พวง         | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุชา    | กอนพวง         | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอื้อมพร | หลินเจริญ      | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภคพร     | วัฒนดำรง       | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีรรัตน์ | สุวรรณ         | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐรดา   | วงษ์นายะ       | มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เตือนใจ  | เกียซี         | ข้าราชการบำนาญ             |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล    | ริ้วธงชัย      | ข้าราชการบำนาญ             |

##### ผู้ทรงคุณวุฒิภายในภาคบรรยาย

|                                 |               |                              |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร. สุขแก้ว      | คำสอน         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนสาร    | เพ็งพุ่ม      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โชติ     | บติรัฐ        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริสุภา | เอมหยวก       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกล      | เกิดผล        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา  | จำลองราษฎร์   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอื้อบุญ | ที่พึ่ง       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รพีพรรณ  | จันทร์มะณี    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยวรรณ  | ศุภวิทิตพัฒนา | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธันวดี   | ศรีธาวรัตน์   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. ลำเนา               | เอี่ยมสอาด    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร. อาเรีย              | ปรีดีกุล      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |



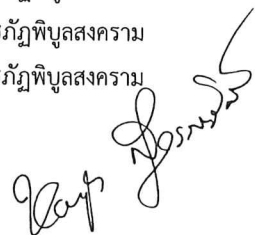
|                       |                      |                              |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| อาจารย์ ดร.อดุลย์     | วังศรีคุณ            | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.อรรัตน์    | อิงคนินันท์ บัณฑิตย์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ทวีศักดิ์  | ชั้นยศ               | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พงษ์พันธุ์ | พุทธิวิศิษฐ์         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.เจษฎาภรณ์  | โนอินทร์             | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |

**ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกภาคโปสเตอร์**

|                                  |               |                            |
|----------------------------------|---------------|----------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ          | มนูศิลป์      | มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย       |
| รองศาสตราจารย์ ดร.พรชนก          | ทองลาด        | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวิต       | จิตรวิจารณ์   | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ     | พลวัน         | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หริรักษ์   | โลห์พัฒนานนท์ | มหาวิทยาลัยนเรศวร          |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์         | พฤกษ์วัน      | ข้าราชการบำนาญ             |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผ่องลักษณ์ | จิตต์การุญ    | ข้าราชการบำนาญ             |
| อาจารย์ ดร.วสุรัฐ                | แลสันกลาง     | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง     |

**ผู้ทรงคุณวุฒิภายในภาคโปสเตอร์**

|                                 |                |                              |
|---------------------------------|----------------|------------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุวารี        | วงศ์วัฒนา      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชณีน        | จงจิตวิมล      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม      | นาคอ้าย        | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.สมหมาย               | อ๋าดอนกลอย     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์  | ใจฉลาด         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุ       | เจริญวงศ์ระยับ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวิมล  | ใจงาม          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลักจิต   | ตรีณโณภาส      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท   | วงศ์วัฒนพงษ์   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ | วิริยะสุนน     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรารักษ์  | วรวิรักษ์      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพงษ์  | โอฬารทิตาชาต   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์   | ดีกจี          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ     | ธงไชย          | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี    | ปิ่นวัฒนะ      | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรา         | วงศ์แสงเทียน   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษบา         | หินเฮว         | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.พรทิพย์              | ครามจันทิก     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ปิ่นณวิษฐ์           | ใบกุหลาบ       | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ณิรดา                | เวชณลักษณ์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ปิยนัส               | วรวิทย์รัตนกุล | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |



|                             |            |                              |
|-----------------------------|------------|------------------------------|
| ว่าที่เรืออากาศตรี ดร.บัญชา | สำรวยรีน   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ชนม์พรรณ         | วรอินทร์   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.สวณีย์           | เสริมสุข   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.วงศ์กร           | เจียมเผ่า  | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ธนัสสา           | โรจนตระกูล | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.กมลภพ            | ยอดบ่อพลับ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.รัตนา            | สิทธิอ่วม  | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.รัชชัย           | เทพกรณ์    | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| อาจารย์ ดร.ภูเกียรติ        | ก้อนแก้ว   | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |

