



## ปริมาณใยอาหารและคุณสมบัติการต้านแบคทีเรียของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน ที่ผ่านการทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

### Amount of Dietary Fiber and Antibacterial Property of Dietary Fiber from Durian Shell Using Oven Drying and Freeze Drying

หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิการ  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณ

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารและการต้านแบคทีเรียของใยอาหารที่สกัดจากเปลือกทุเรียนโดยผ่านการทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง การทดลองทำได้โดยสกัดเปลือกทุเรียนด้วยน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 กวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที นำใยอาหารที่ได้มาทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง คำนวณปริมาณผลผลิต วิเคราะห์ปริมาณใยอาหารและการต้านแบคทีเรีย การทดลองแสดงให้เห็นว่าใยอาหารที่เตรียมได้ด้วยการใช้น้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:1 ผ่านความร้อนและกวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใยอาหารโดยมีสัดส่วนปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อปริมาณใยอาหารทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 19.11 และ 80.89 ตามลำดับ สารสกัดจากใยอาหารที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและแบบลมร้อนสามารถต้านเชื้อ *Bacillus subtilis* TISTR 2372, *Staphylococcus aureus* TISTR 2329, *Escherichia coli* TISTR 073 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ได้เมื่อเทียบกับตัวควบคุม

**คำสำคัญ :** ใยอาหาร, เปลือกทุเรียน, การต้านแบคทีเรีย, ทำแห้งแบบลมร้อน, ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

#### Abstract

This research aimed to compare the amount of dietary fiber and antibacterial property of dietary fiber that extracted from durian shell and dried by oven drying and freeze drying. The experiment were conducted by extracting the durian shell by distilled water at the ratio of 1:1, 1:2 and 1:3, continuous stirring at temperature of 60 and 90 °C for 5, 10 and 15 min. The extracted dietary fiber was dried by using oven drying and freeze drying, calculated the yield, amount of fiber and antibacterial property. The results indicated that the dietary fiber extracted using the ratio of 1:1, continuous stirring at 60 °C for 5 min and freeze dried was the optimal condition to produce dietary fiber from durian shell with the ratio of soluble dietary fiber and insoluble dietary fiber per total dietary fiber at 19.11% and 80.89%, respectively. The crude extracted of dietary fiber that were dried using freeze drying and oven drying had ability to resist *Bacillus subtilis* TISTR 2372, *Staphylococcus aureus* TISTR 2329, *Escherichia coli* TISTR 073 and *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 compared with the control.

**Keywords :** dietary fiber, durian shell, antibacterial property, oven drying, freeze drying



## บทนำ

ตลาดส่งออกทุเรียนขยายตัวเป็นอย่างมากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งลักษณะการส่งออกอยู่ในรูปของทุเรียนเนื้อแช่เยือกแข็ง ส่วนตลาดภายในประเทศทุเรียนเป็นที่นิยมบริโภคสด และนำไปแปรรูป เช่น ทุเรียนกวนและทุเรียนทอด เป็นต้น จากการขยายตัวดังกล่าว ทำให้เปลือกทุเรียนมีเพิ่มขึ้นตามมา เปลือกทุเรียนเป็นเศษเหลือทิ้งที่จะพบเป็นจำนวนมากเมื่อถึงฤดูกาลทุเรียนของจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดในภาคตะวันออกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยเปลือกทุเรียนและเมล็ดทุเรียนคิดเป็นมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักทุเรียนทั้งผล (Manshor et al., 2014) ถ้าสามารถนำเปลือกทุเรียนที่เป็นเศษเหลือทิ้งมาเพิ่มมูลค่าให้มากขึ้นโดยสกัดใยอาหารจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ใยอาหารแบ่งตามการละลายในลำไส้ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber) และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) และผลรวมของใยอาหารทั้งสองชนิดเรียกว่าใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber) (สุรัตน์ โคมินทร์, 2534) ใยอาหารไม่มีสารอาหารและไม่ให้พลังงานแต่ได้รับการยอมรับว่ามีผลดีต่อสุขภาพของมนุษย์ สามารถป้องกันโรคได้หลายโรค รวมทั้งการป้องกันโรคมะเร็ง (Rodriguez et al., 2006) มีผู้ศึกษาการสกัดใยอาหารและนำไปใช้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การทำเป็นใยอาหารผง (หยาดฝน ทนงการกิจ, 2556) และการเสริมใยอาหารในขนมปัง (โศรดา วัลภา และคณะ, 2553) เป็นต้น แต่การศึกษาวิธีการสกัดใยอาหารจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของใยอาหารที่ได้จากการสกัดยังมีอยู่น้อย โดยเฉพาะคุณสมบัติการเป็นสารต้านจุลินทรีย์ มีรายงานการวิจัย (พงศธร ล้อสุวรรณ และคณะ, 2551) พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดและเปลือกมะม่วงมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านจุลินทรีย์ได้ สุคนธ์ ดันดีไพบูลย์วุฒิ (2555) รายงานการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ ซึ่งพบว่าเปลือกมังคุดที่สกัดด้วยอะซิโตนมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดเปลือกทุเรียนด้วยอะซิโตน นอกจากนั้นยังมีการนำสารสกัดจากเปลือกส้มโอ เปลือกมังคุด และเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ไปประยุกต์ใช้ในเจลล้างมือเพื่อยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรค (วิสุตา คุ่มวงษา และคณะ, 2558) ด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการเป็นสารต้านจุลินทรีย์ของใยอาหารที่ได้จากเปลือกทุเรียน

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารและคุณสมบัติการต้านจุลินทรีย์ของใยอาหารที่สกัดจากเปลือกทุเรียนโดยผ่านการทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. วัตถุดิบและเชื้อแบคทีเรีย

เตรียมตัวอย่างเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากร้านผลไม้ ตลาดผลไม้เนินสูง จังหวัดจันทบุรี โดยการนำเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองทั้งส่วนที่เป็นสีเขียวและขาวล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับทุเรียนออก นำมาลดขนาดโดยการหั่นและบดในเครื่องปั่น หากยังไม่ทำการทดลองให้บรรจุใส่ถุงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

แบคทีเรียที่ใช้ ประกอบด้วย *Bacillus subtilis* TISTR 2372, *Staphylococcus aureus* TISTR 2329, *Escherichia coli* TISTR 073 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469

### 2. ศึกษาวิธีการสกัดใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

สกัดใยอาหารโดยดัดแปลงจากวิธีของ Larrauri et al. (1997) และ Fuentes-Alventosa et al. (2009) โดยแช่เปลือกทุเรียนที่ผ่านการลดขนาดในสารละลายที่ใช้สกัดในอัตราส่วนระหว่าง เปลือกทุเรียน : น้ำ (น้ำหนัก : ปริมาตร) ที่อัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 และมีการกวนอย่างสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ 60 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดแล้วไปแยกส่วนกากออกจากส่วนน้ำ นำส่วนกากไปทำแห้งโดยใช้วิธีการทำแห้ง 2 แบบ คือ แบบลมร้อน (Oven drying) และแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying) โดยได้รับความอนุเคราะห์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจากบริษัทซันไซน์ อินเทอร์เน็ตชั่นแนล จำกัด จังหวัดจันทบุรี บดตัวอย่างแห้งด้วยเครื่องบด เก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ คำนวณผลผลิต (Yield) เพื่อใช้คัดเลือกสภาวะที่ใช้ในการสกัด ดังนี้

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

### 3. วิเคราะห์ปริมาณใยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

นำใยอาหารที่สกัดได้และผ่านการอบแห้งแล้วมาวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber) ปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) และปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble fiber) ด้วยวิธี AOAC (2012) 985.29, 991.43 และ 991.42 ตามลำดับ

### 4. การเตรียมสารสกัดจากใยอาหาร

นำตัวอย่างใยอาหารเปลือกทุเรียนปริมาณ 100 กรัม มาแช่ด้วยตัวทำละลายเมทานอล ปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำสารที่กรองได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศ หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้เก็บในขวดสีชา เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หากยังไม่ทำการวิเคราะห์

## 5. ศึกษาการต้านแบคทีเรียของโยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

นำเชื้อแต่ละชนิดที่ต้องการทดสอบ ประกอบด้วย *B. subtilis* TISTR 2372, *S. aureus* TISTR 2329, *E. coli* TISTR 073 และ *S. typhimurium* TISTR 1469 มาเลี้ยงบน Mueller Hinton Agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อแต่ละชนิดที่เลี้ยงบนอาหาร Mueller Hinton Agar มา 1 ลูบ ใส่ลงในอาหารเหลว Mueller Hinton Broth บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำหลอดเชื้อที่บ่มไว้มาปรับค่าความขุ่นให้มีค่าเท่ากับค่ามาตรฐาน McFarland 0.5 จากนั้นเจือจางแบคทีเรียที่ได้นี้ 10 เท่า (มีจำนวนเซลล์  $1.5 \times 10^7$  CFU ต่อ มิลลิกรัม ใช้ไม้ปั่นสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มเชื้อที่ปรับความขุ่นแล้ว กดสำลีข้างหลอดเพื่อป้องกันการได้รับเชื้อที่มากเกินไป นำไม้ปั่นสำลีที่มีเชื้อมาป้ายลงบนผิวหน้าอาหาร Mueller Hinton Agar ใช้ที่เจาะหลุม (Cork borer) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร เจาะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ใส่สารสกัดโยอาหารเปลือกทุเรียนที่เจือจางให้ได้ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 30 ไมโครลิตรต่อหลุม หลุมตรงกลางใส่น้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วเป็นตัวควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง (Inhibition zone) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

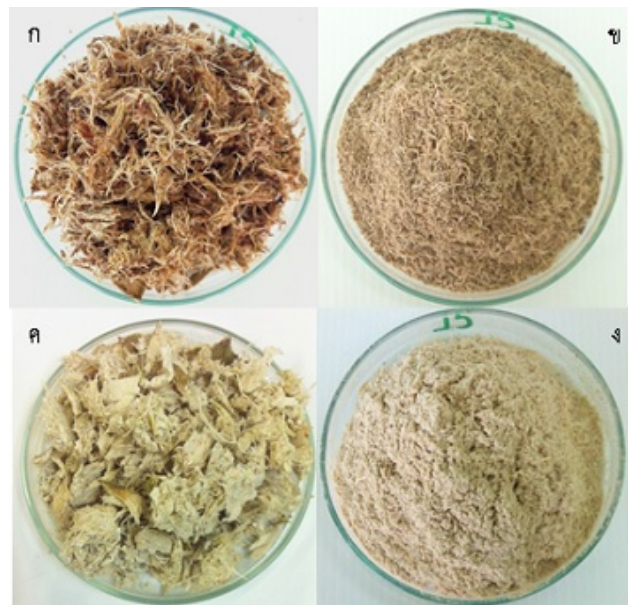
## 6. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

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

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการศึกษาการสกัดโยอาหารจากเปลือกทุเรียน

จากการสกัดโยอาหารจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง แล้วนำโยอาหารที่ได้ไปทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง โยอาหารมีลักษณะ ดังภาพที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าโยอาหารที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะมีสีเหลืองจางกว่าโยอาหารที่ได้จากการทำแห้งแบบลมร้อน ซึ่งโยอาหารมีสีน้ำตาลคล้ำ และเมื่อบดโยอาหารที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะได้ลักษณะละเอียดกว่า เมื่อคำนวณปริมาณผลผลิตของโยอาหารเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบสถานะการสกัดและการทำแห้ง ได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าสถานะที่ให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุดคือ การสกัดที่อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 10 นาที ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง รองลงมาคือ การสกัดที่อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 5 นาที ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และการสกัดที่อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 10 นาที ทำแห้งแบบลมร้อน ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ลักษณะของโยอาหารจากเปลือกทุเรียน

ก) โยอาหารหลังการทำแห้งแบบลมร้อน

ข) โยอาหารผ่านการทำแห้งแบบลมร้อนและบดละเอียด

ค) โยอาหารหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ง) โยอาหารผ่านการทำแห้งแบบ แช่เยือกแข็งและบดละเอียด



ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดโยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่สภาวะต่างๆ และทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

| สิ่งทดลองที่ | สภาวะการสกัด |                         |             | สภาวะการทำแห้ง | ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)          |
|--------------|--------------|-------------------------|-------------|----------------|--------------------------------|
|              | อัตราส่วน    | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | เวลา (นาที) |                |                                |
| 1            | 1:1          | 60                      | 5           | ลมร้อน         | 15.03±1.18 <sup>abc</sup>      |
| 2            | 1:1          | 60                      | 10          | ลมร้อน         | 15.18±0.89 <sup>abc</sup>      |
| 3            | 1:1          | 60                      | 15          | ลมร้อน         | 15.04±0.87 <sup>abc</sup>      |
| 4            | 1:1          | 90                      | 5           | ลมร้อน         | 14.52±0.93 <sup>abcdef</sup>   |
| 5            | 1:1          | 90                      | 10          | ลมร้อน         | 14.63±2.21 <sup>abcde</sup>    |
| 6            | 1:1          | 90                      | 15          | ลมร้อน         | 13.59±0.45 <sup>bcdefghi</sup> |
| 7            | 1:2          | 60                      | 5           | ลมร้อน         | 13.24±0.81 <sup>cdefghi</sup>  |
| 8            | 1:2          | 60                      | 10          | ลมร้อน         | 11.80±0.64 <sup>hi</sup>       |
| 9            | 1:2          | 60                      | 15          | ลมร้อน         | 13.36±0.42 <sup>cdefghi</sup>  |
| 10           | 1:2          | 90                      | 5           | ลมร้อน         | 11.88±0.26 <sup>hi</sup>       |
| 11           | 1:2          | 90                      | 10          | ลมร้อน         | 13.05±0.81 <sup>cdefghi</sup>  |
| 12           | 1:2          | 90                      | 15          | ลมร้อน         | 12.73±0.63 <sup>defghi</sup>   |
| 13           | 1:3          | 60                      | 5           | ลมร้อน         | 13.16±0.33 <sup>cdefghi</sup>  |
| 14           | 1:3          | 60                      | 10          | ลมร้อน         | 14.83±0.85 <sup>abcd</sup>     |
| 15           | 1:3          | 60                      | 15          | ลมร้อน         | 13.09±0.84 <sup>cdefghi</sup>  |
| 16           | 1:3          | 90                      | 5           | ลมร้อน         | 12.04±0.67 <sup>hi</sup>       |
| 17           | 1:3          | 90                      | 10          | ลมร้อน         | 12.24±0.07 <sup>ghi</sup>      |
| 18           | 1:3          | 90                      | 15          | ลมร้อน         | 13.57±0.17 <sup>bcdefghi</sup> |

หมายเหตุ : อักษร abc ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )



ตารางที่ 1 (ต่อ)

| สิ่งทดลองที่ | สภาวะการสกัด |                         |             | สภาวะการทำแห้ง | ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)          |
|--------------|--------------|-------------------------|-------------|----------------|--------------------------------|
|              | อัตราส่วน    | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | เวลา (นาที) |                |                                |
| 19           | 1:1          | 60                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 15.67±0.56 <sup>ab</sup>       |
| 20           | 1:1          | 60                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 13.89±2.17 <sup>bcddefgh</sup> |
| 21           | 1:1          | 60                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 14.86±0.11 <sup>abcd</sup>     |
| 22           | 1:1          | 90                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 15.05±0.42 <sup>abc</sup>      |
| 23           | 1:1          | 90                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 16.21±2.17 <sup>a</sup>        |
| 24           | 1:1          | 90                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 14.37±0.42 <sup>abcdefg</sup>  |
| 25           | 1:2          | 60                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 12.83±1.44 <sup>defghi</sup>   |
| 26           | 1:2          | 60                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 13.17±1.03 <sup>cdefghi</sup>  |
| 27           | 1:2          | 60                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 12.26±1.11 <sup>ghi</sup>      |
| 28           | 1:2          | 90                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 12.05±0.15 <sup>hi</sup>       |
| 29           | 1:2          | 90                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 13.00±0.54 <sup>cdefghi</sup>  |
| 30           | 1:2          | 90                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 12.63±0.08 <sup>efghi</sup>    |
| 31           | 1:3          | 60                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 11.80±0.14 <sup>hi</sup>       |
| 32           | 1:3          | 60                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 12.54±0.19 <sup>efghi</sup>    |
| 33           | 1:3          | 60                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 12.35±0.68 <sup>fghi</sup>     |
| 34           | 1:3          | 90                      | 5           | แช่เยือกแข็ง   | 12.03±0.35 <sup>hi</sup>       |
| 35           | 1:3          | 90                      | 10          | แช่เยือกแข็ง   | 11.62±0.15 <sup>j</sup>        |
| 36           | 1:3          | 90                      | 15          | แช่เยือกแข็ง   | 11.54±0.41 <sup>j</sup>        |

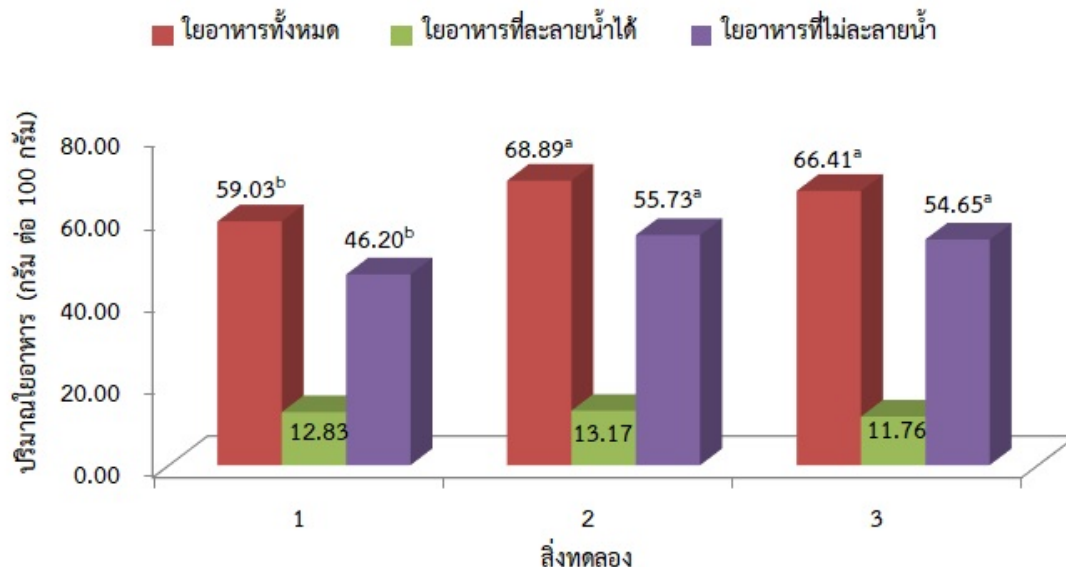
หมายเหตุ : อักษร abc ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )



## 2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

จากผลการทดลองสกัดโยอาหารด้วยสภาวะต่างๆ และใช้ปริมาณผลผลิตที่ได้เป็นตัวคัดเลือกสภาวะในการสกัดโยอาหาร โดยเลือกจากสภาวะที่มีปริมาณผลผลิตมากที่สุด ซึ่งจากการทดลองคัดเลือกได้ 3 สิ่งทดลอง เรียงลำดับจากมากไปน้อยและกำหนดเป็นสิ่งทดลอง ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ

90 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 10 นาที ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง สิ่งทดลองที่ 2 อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 5 นาที ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และสิ่งทดลองที่ 3 อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 10 นาที ทำแห้งแบบลมร้อน เมื่อนำโยอาหารจากทั้ง 3 สิ่งทดลอง มาวิเคราะห์ปริมาณโยอาหารที่ละลายน้ำได้ โยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ และปริมาณโยอาหารทั้งหมด ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณโยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่ได้จากสภาวะการสกัดต่าง ๆ

จากผลการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ 2 มีปริมาณโยอาหารทั้งหมด โยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ และโยอาหารที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด ซึ่งพบปริมาณ  $68.89 \pm 1.87$  กรัม ต่อ 100 กรัม  $55.73 \pm 2.21$  กรัม ต่อ 100 กรัม และ  $13.17 \pm 0.35$  กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

## 3. ผลการต้านแบคทีเรียของโยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

นำสารสกัดจากสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 มาทดสอบการต้านแบคทีเรีย สาเหตุที่เลือกสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 เนื่องจากสามารถใช้เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบระหว่างโยอาหารที่ทำแห้งด้วยลมร้อนและการทำแห้งด้วยการ แช่เยือกแข็ง โดยทดสอบกับเชื้อ

แบคทีเรียทั้งแกรมลบและแกรมบวกจำนวน 4 ชนิด ได้ผลดังตารางที่ 2 จากตารางจะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองที่ 2 มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่นำมาทดสอบทั้งแกรมลบและแกรมบวก และแตกต่างจาก ตัวควบคุมที่ใช้ น้ำกลั่นฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อพิจารณาการยับยั้งเชื้อแต่ละชนิดจะพบว่า สิ่งทดลองที่ 2 และ 3 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิดได้ โดยสารสกัดจากสิ่งทดลองที่ 2 มีความสามารถในการยับยั้ง *B. subtilis* TISTR 2372 และ *S. typhimurium* TISTR 1469 ได้ดีกว่าสิ่งทดลองที่ 3 ส่วน *S. aureus* TISTR 2329 และ *E. coli* TISTR 073 สารสกัดจากสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 มีความสามารถในการยับยั้งใกล้เคียงกัน



ตารางที่ 2 ผลการต้านจุลินทรีย์ของโยอาหารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียน

| เชื้อจุลินทรีย์                        | ขนาดวงใสของการยับยั้งการเจริญ (มิลลิเมตร) |                       |                       |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                        | ตัวควบคุม                                 | สิ่งทดลองที่ 2        | สิ่งทดลองที่ 3        |
| <i>B. subtilis</i> TISTR 2372          | 6.0±0.0 <sup>b</sup>                      | 7.6±0.1 <sup>a</sup>  | 6.2±0.1 <sup>b</sup>  |
| <i>S. aureus</i> TISTR 2329            | 6.0±0.0 <sup>b</sup>                      | 10.4±0.2 <sup>a</sup> | 10.1±0.2 <sup>a</sup> |
| <i>S. typhimurium</i> TISTR 1469       | 6.0±0.0 <sup>c</sup>                      | 28.6±0.3 <sup>a</sup> | 27.0±0.4 <sup>b</sup> |
| <i>E. coli</i> TISTR 073 <sup>ns</sup> | 6.0±0.0                                   | 6.6±0.1               | 6.4±0.1               |

หมายเหตุ : อักษร abc ตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

อักษร ns แสดงค่าต่าง ๆ ในแนวนอนไม่แตกต่างกัน

### สรุปและอภิปรายผล

โยอาหารที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีสีเหลืองจาง เมื่อต้มมีลักษณะละเอียด ส่วนโยอาหารจากการทำแห้งแบบลมร้อน จะมีสีน้ำตาลคล้ำและเมื่อต้มมีลักษณะหยาบ ทั้งนี้เนื่องจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งอาศัยหลักการดึงโมเลกุลของน้ำออกจากสิ่งที่ต้องการทำแห้ง เช่น ผัก ผลไม้ โดยทำให้โยอาหารอยู่ในสภาพเยือกแข็งและอาศัยการระเหิดของน้ำจากสภาพของแข็งให้กลายเป็นไอ การทำแห้งจึงสามารถรักษาคูณค่าทางอาหาร คุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ดีกว่าการทำแห้งด้วยวิธีอื่น ผลลัพธ์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีนี้จะมีโครงสร้างเป็นรูพรุน และคืนรูปได้ดี (วีระเชษฐ์ จิตดาณิษฐ์, 2559)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลผลิตโยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดและทำแห้งแบบ ลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าที่สภาวะการสกัดโดยใช้อัตราส่วนเปลือกทุเรียนต่อน้ำสกัด 1:1 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 10 นาที และทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีปริมาณผลผลิตโยอาหารจากเปลือกทุเรียนมากกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยมีปริมาณผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 16.21±2.17 และพบว่ามีความใกล้เคียงกับสภาวะการสกัดที่อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 5 นาที และทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยมีปริมาณผลผลิตร้อยละ 15.67±0.57 จะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราส่วนของเปลือกทุเรียนต่อน้ำสกัดเพิ่มมากขึ้น ปริมาณผลผลิตจะน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา คงสุวรรณ, ตรี อินทรารณี เวียร์ยันโตโร และอภิรักษ์ เพ็ชรมงคล (2557) ที่รายงานว่า ปริมาณโยอาหารที่ผลิตได้จะผันแปรตามอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต้มล้างกากของเปลือกสับปะรด เมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต้มล้างกากของเปลือกสับปะรดเพิ่มขึ้น ปริมาณโยอาหารทั้งหมดจะลดลง เมื่อพิจารณาผลผลิตโยอาหารที่ได้จากการทำแห้งแบบลมร้อน พบว่าปริมาณผลผลิตโยอาหารมากที่สุดได้จากการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด

10 นาที มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 15.18±0.89 รองลงมาคือที่สภาวะการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 15 นาที และ อัตราส่วน 1:1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 5 นาที มีปริมาณผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 15.04±0.87 และร้อยละ 15.03±1.18 ตามลำดับ โดยปริมาณผลผลิตของโยอาหารที่มากที่สุดได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและแบบลมร้อน มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

เมื่อพิจารณาปริมาณโยอาหารทั้งหมด โยอาหารที่ละลายน้ำและโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากทั้ง 3 สภาวะที่คัดเลือก พบว่าที่อุณหภูมิการสกัดสูงขึ้น คือ สิ่งทดลองที่ 1 ที่ใช้อุณหภูมิในการสกัด 90 องศาเซลเซียส ปริมาณโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีค่าน้อยกว่าสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งส่งผลให้ปริมาณโยอาหารทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าสภาวะที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจึงมีผลต่อปริมาณโยอาหาร สำหรับอัตราส่วนปริมาณโยอาหารที่ละลายน้ำและโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อปริมาณโยอาหารทั้งหมด ควรเป็นโยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 30-50 และเป็นโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 70-50 (Grigelmo-Miguel & Martin-Belloso, 1999) เมื่อเทียบอัตราส่วน โยอาหารที่ละลายน้ำต่อปริมาณ โยอาหารทั้งหมดของสิ่งทดลองที่ 1-3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 21.73, 19.11 และ 17.71 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อปริมาณโยอาหารทั้งหมดของสิ่งทดลองที่ 1-3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 78.27, 80.89 และ 82.29 ตามลำดับ

ผลการต้าน *B. subtilis* TISTR 2372, *S. aureus* TISTR 2329, *E. coli* TISTR 073 และ *S. typhimurium* TISTR 1469 สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Tantipaibulvut, et al. (2012) ที่ว่าสารสกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยอะซิโตนเอทานอลและน้ำร้อน สามารถยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis* และ *S. aureus* ได้ แต่ขนาดวงใสแตกต่างกันตามชนิดของตัวละลาย โดยสารสกัดจากเปลือกทุเรียนด้วยอะซิโตนมีขนาดวงใสการยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis* สูงกว่าสารสกัดจากเปลือก



ทุเรียนด้วยน้ำร้อนและเอทานอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดจากเปลือกทุเรียนด้วยน้ำร้อนไม่สามารถยับยั้ง *S. typhimurium* และ *E. coli* ได้ แต่สารสกัดจากเปลือกทุเรียนด้วยเอทานอลและอะซิโตน สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. typhimurium* ได้ส่วน สารสกัดจากเปลือกทุเรียนด้วยอะซิโตนเท่านั้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli*

จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียแกรมบวกที่มีความไวต่อสารสกัดจากโยอาหารเปลือกทุเรียนมากที่สุด คือ *S. aureus* TISTR 2329 ส่วนแบคทีเรียแกรมลบที่มีความไวต่อสารสกัดจากโยอาหารเปลือกทุเรียนมากที่สุด คือ *S. typhimurium* TISTR 1469 และที่มีความไวน้อยที่สุด คือ *E. coli* TISTR 073 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shan, et al. (2007) ซึ่งรายงานสารสกัดจากสมุนไพรและเครื่องเทศด้วยเมทานอลมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ *E. coli* น้อยที่สุด โดยทั่วไปแบคทีเรียแกรมลบจะมีความต้านทานต่อสารสกัดหรือตัวยับยั้งได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบคทีเรียแกรมลบมีเยื่อชั้นนอก (Outer membrane) และเพอริพลาสมิก สเปซ (Periplasmic space) สารไลโปพอลิแซ็กคาไรด์ (Lipopolysaccharide) จะเป็นตัวกันการซึมผ่านของสารต่างๆ ได้

### ข้อเสนอแนะ

ศึกษาการทำให้โยอาหารบริสุทธิ์และการประยุกต์ใช้ในอาหาร

### เอกสารอ้างอิง

- พงศธร ล้อสุวรรณและคณะ. (2551). สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 554-561.
- วิสสุตา คุ่มวงษา และคณะ. (2558). ประสิทธิภาพของเจลล้างมือผสมสารสกัดจากเปลือกผลไม้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 1(2), 66-81.
- วีระเชษฐ์ จิตตานิชย์. (2559). กระบวนการทำแห้ง ในคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไศรดา วัลภา และคณะ. (2553). ผลของการเสริมโยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว. วิทยาศาสตร์เกษตร. 40 (3/1) (พิเศษ): 205-208.
- สุนันต์ ตันติพิบูลย์วุฒิ และคณะ. (2555).ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 17(6), 880-894.
- สุรัตน์ โคมินทร์. (2534). อาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ : แนวทางในการบริโภคน้ำตาลและโยอาหารมีความสำคัญหรือไม่. สถาบันวิจัยโภชนาการและคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.

หยาดฝน ทนงการกิจ. (2556). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นโยอาหารผง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 9(1), 31-38.

อภิรักษ์ เพียรมงคล. (2549). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นโยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทอง และเปลือกส้มโอ. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

อังคณา คงสุวรรณ และคณะ. (2557). การสกัดเส้นโยอาหารจากเปลือกและแกนสับปะรด. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 891-895.

AOAC. (2012). Official Method of Analysis. 19<sup>th</sup> edition Association of Official Analytical Chemistry.

Fuentes-Alventosa, J.M. et al. (2009). Effect of Extraction Method on Chemical Composition and Functional Characteristics of High Dietary Fibre Powders Obtained from Asparagus By Products. Food Chemistry. 113: 665-671.

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. et al. (1997). Mango Peel Fibres with Antioxidant Activity. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung A Food Research and Technology. 205: 39-42.

Manshor, M.R. et al. (2014). Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Durian Skin Fibre Reinforced PLA Biocomposites. Materials and Design. 59: 279-286.

Rodriguez, R. et al. (2006). Dietary Fibre from Vegetable Products as Source of Functional Ingredients. Trends in Food Science and Technology. 17: 3-15.

Shan, B. et al. (2007). The invitro Antibacterial Activity of Dietary Spice and Medicinal Herb Extracts. International Journal of Food Microbiology. 117: 112-119.

Tantipabulvut, S. et al. (2012). Antibacterial Activity of Some Fruit-Peel Extract. KRU Research Journal. 17(6): 880-894.