

การศึกษาและเปรียบเทียบสภาวะในการทำแห้งของ  
สารสกัดใบพลูและประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย  
A Study and Comparison of Drying Conditions for  
Piper betle Linn. Extract and Its Antibacterial Activity

นางสาวณัฐนันท์ งามสอาด

อาจารย์พรทิพย์ เล็กพิทยา

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2942-8555 โทรสาร 0-2955-1811 E-mail : fengptk@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการ ศึกษาและเปรียบเทียบสภาวะในการทำแห้งของสารสกัดใบพลู โดยทำการศึกษาวិธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ต่อค่าร้อยละผลึกกันซ์และค่าร้อยละปริมาณความชื้น พบว่าในวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็งนั้นให้ค่าร้อยละผลึกกันซ์ที่สูงและค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ต่ำ กว่าวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และเมื่อศึกษาปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินพบว่าที่ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 12 ให้ค่าร้อยละผลึกกันซ์ที่สูงที่สุดและค่าร้อยละปริมาณความชื้นต่ำที่สุด จากที่ไม่ได้เติมสารมอลโตเด็คซ์ตรินเลย แต่เมื่อศึกษาถึงผลของการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในแบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *E.coli*, *P.aeruginosa* และ *S.aureus* พบว่าที่ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 12 ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ แต่ที่ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 4 ยังเป็นสภาวะที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ให้ค่าร้อยละผลึกกันซ์สูงขึ้น และค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ต่ำลง โดยมีพื้นที่ยับยั้งไม่ต่างจากสารดั้งเดิมที่ไม่ได้เติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินเลย จึงสรุปได้ว่าค่าร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 4 เป็นปริมาณของสารลดความชื้นที่เหมาะสมที่สุด ช่วยให้ค่าร้อยละปริมาณความชื้นลดลง ช่วยเพิ่มร้อยละผลึกกันซ์แล้ว ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้อีกด้วย ซึ่งจากผลการทดลองให้ผลเหมือนกันทั้งวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง นอกจากนี้จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียพบว่าอุณหภูมิแทบไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเลย และจากการศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดพบว่าการเติมสารมอลโตเด็คซ์ตรินช่วยให้สารสกัดจากใบพลูมีการกระจายตัวดีขึ้น เนื่องจากช่วยลดความชื้นทำให้สารไม่เกาะกันเป็นกลุ่มก้อน สอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางความร้อนว่าสารมอลโตเด็คซ์ตรินทำให้สารสกัดจากใบพลูสลายตัวได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น

คำสำคัญ เทคนิคการทำแห้ง มอลโตเด็คซ์ตริน ใบพลู การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

### Abstract

In this research, the drying conditions of *Piper betle* Linn. extract which are spray drying and freeze drying on percentage of production yield and percentage of moisture content had been investigated. It's found that the freeze drying procedure resulted in higher yield and lower moisture content comparing to spray drying procedure. Addition of moisture reduction substance, malto dextrin, at 12% weight by volume resulted in both the optimal yield of *Piper betle* Linn. extract and the lowest moisture content. The effect of antibacterial on *E. coli*, *P. aeruginosa* and *S. aureus* of *Piper betle* Linn. extracts with 12% weight by volume of maltodextrin was not affective comparing with that of 4% which also has high yield and low moisture content. The efficiency of antibacterial of *Piper betle* Linn. extracts with 4% weight by volume of maltodextrin was as effective as *Piper betle* Linn. extracts without maltodextrin. The spray drying and freeze drying showed similar results. The temperature did not have any effects on antibacterial. The microstructure studies found that adding maltodextrin also improve the dispersion of *Piper betle* Linn. extract due to moisture reduction in accordance with Thermal analysis that *Piper betle* Linn. extract degrade at higher temperature.

**Keywords:** drying technique, maltodextrin, *Piper betle* Linn., Antimicrobial

### 1. บทนำ

ในปัจจุบันประชาชนได้ให้ความสำคัญในเรื่องของสุขภาพกันมากขึ้น ผลึกกันซ์ที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างหลากหลาย ซึ่งหนึ่งในผลึกกันซ์ที่ได้จากธรรมชาติที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์คือ พลู ซึ่งพลูเป็นพืชสมุนไพรที่มีอยู่เป็น

จำนวนมากในธรรมชาติ และมีสรรพคุณทางยาที่เป็นประโยชน์ เช่น บรรเทาอาการคัน รักษากลากเกลื้อน รักษาอาการไอเจ็บคอ ขับเสมหะ และฆ่าเชื้อโรคบางชนิดได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากไบโพลีประกอบไปด้วยสารสกัดหยาบและน้ำมัน พืชที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิดได้ดี จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่ง หากมีการนำสารสกัดจากไบโพลีและน้ำมันพืชไปใช้ประโยชน์เพื่อป้องกันหรือทำให้ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ (Antiseptic) แทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในปัจจุบัน จะทำให้สามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ช่วยเพิ่มมูลค่าให้สารสกัดจากธรรมชาติ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภคอีกหนทางหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การแปรรูปยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การสกัดน้ำมันพืชมักมีความยุ่งยากซับซ้อนและมีต้นทุนสูง ทำให้สารสกัดที่ได้มีราคาสูงมากด้วย นอกจากนี้ สารสกัดหยาบ ก็มีข้อจำกัดในการเก็บรักษา และมีอายุการใช้งานค่อนข้างจำกัด รวมถึงการเสื่อมสภาพของสารสกัดหยาบที่มีสาเหตุมาจากความชื้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ทางยาที่ลดลง ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้ทำการวิจัยเพื่อหาวิธียืดอายุการใช้งานสารสกัดจากไบโพลี ให้ยาวนานขึ้น โดยนำไบโพลีมาทำแห้งเพื่อศึกษาเทคนิคการทำแห้งแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับสารสกัดหยาบจากไบโพลี ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกทำการศึกษา 2 วิธี ได้แก่ (1) การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drying) (2) การทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze Drying) ทั้งนี้เพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดในการทำแห้งของไบโพลีต่อฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เพื่อหาวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมและให้สภาวะที่ดีที่สุดแก่การทำแห้งของสารสกัดหยาบจากไบโพลี เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการเก็บรักษา อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายและสะดวกในด้านขนส่ง โดยหวังว่าจะเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้แก่สารสกัดจากธรรมชาติต่อไป

## 2. การดำเนินการวิจัย

### 2.1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ไบโพลีสด น้ำดีไอ (Deionized Water, DI) มอลโตเด็คซ์ตริน (Maltodextrin DE 10) ยาปฏิชีวนะ Gentamicin อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียคือ Mueller-Hinton agar (MHA) แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ (Microorganisms) ประกอบไปด้วย E.coli, Staphylococcus aureus และ Pseudomonas aeruginosa

### 2.2. การสกัดสารสกัดหยาบ

1) นำไบโพลีแห้งไปบดที่อุณหภูมิ ประมาณ  $50 \pm 5$  องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปหาปริมาณความชื้น ของไบโพลีดังสมการที่ 1 โดยที่  $W_1$  แทน น้ำหนักก่อนอบ  $W_2$  แทนน้ำหนักหลังอบ

$$\% \text{Moisture} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

2) สกัดสารสกัดหยาบ โดยนำไปกรองผ่านผ้าฝ้ายลินิน จะได้ส่วนที่เป็นน้ำและตะกอน นำน้ำที่กรองได้ไปแยกตะกอนด้วยวิธีปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) จากนั้นนำน้ำที่กรองแยกตะกอนได้จากขั้นตอนนี้ไปกรองต่อ ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum pump) โดยจะนำสารสกัดหยาบที่กรองได้จากขั้นตอนนี้ไปใช้ในการทำแห้งต่อไป และนำไปคำนวณหาค่าร้อยละผลิตภัณฑ์แห้ง ความชื้น จากสมการที่ 2 ดังนี้ โดยที่  $W_1$  = น้ำหนักของไบโพลีแห้ง  $W_2$  = น้ำหนักของตะกอนที่กรองตะกอนผ่านผ้าฝ้ายลินิน  $W_3$  = น้ำหนักของตะกอนที่กรองตะกอนหยาบด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง  $W_4$  = น้ำหนักของตะกอนที่กรองตะกอนหยาบด้วยเครื่องบีบสุญญากาศ  $\%M$  = ร้อยละปริมาณความชื้นของไบโพลีแห้ง

$$\% \text{Moisture} = 1 - \frac{W_2 + W_3 + W_4}{W_1 \times [1 - (\%M / 100)]} \times 100 \quad (2)$$

3) หาความหนาแน่นของสารสกัดหยาบจากสมการที่ 3

$$\text{ความหนาแน่น (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดหยาบ (g)}}{\text{ปริมาตร (cm}^3\text{)}} \quad (3)$$

4) หาร้อยละปริมาณของแข็งของสารสกัดหยาบ (Solid Content) โดยหาได้จากสมการที่ 4

$$\text{Solid Content (\%W/V)} = \frac{\text{น้ำหนักปริมาณของแข็งแห้งอบ (g)}}{\text{ปริมาตรภาชนะ (cm}^3\text{)}} \quad (4)$$

### 2.3. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินในสารสกัดหยาบจากไบโพลีด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและเยือกแข็ง

ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย ทำการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตริน นำสภาวะที่ดีที่สุดที่ได้ศึกษาก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอยพบว่า (อุณหภูมิเข้าเท่ากับ 160 องศาเซลเซียส ความดันที่ทำให้สารแตกตัวเป็นละอองฝอยเท่ากับ 40 มิลลิเมตรปรอท ปริมาณและความเร็วของลมร้อนที่ไหลเวียนภายในระบบที่ 31.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และที่อัตราการป้อนสารคงที่ที่ 100 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง หมายเหตุ : Aspirator capacity = 35 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อัตราการป้อนสารเท่ากับ 14.2 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง = 1 เปอร์เซ็นต์ของเครื่อง ) มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินในสารสกัดหยาบจากไบโพลี เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่ 4, 8, 12, 15 และ 20 ร้อยละ โดยมวลต่อปริมาตร และ

ศึกษาสมบัติดังนี้ ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์หักความชื้น (Production Yield) และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content)

ในการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ทำการศึกษาโดยนำสารสกัดหยาบจากใบพลูเหลืองแห้ง มาทำแห้งโดยศึกษาเทคนิคการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dry) และศึกษาหาสภาวะดังนี้ ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์และค่าร้อยละปริมาณความชื้นในสารสกัดหยาบจากใบพลู นำสภาวะที่ดีที่สุดที่ได้มาทำการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินในสารสกัดหยาบจากใบพลู เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่ 4, 8, 12, 15 และ 20 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรและศึกษาสมบัติดังนี้ ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์หักความชื้น (Production Yield) และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content)

## 2.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าร้อยละผลิตภัณฑ์หักความชื้น และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น

ศึกษาผลของอุณหภูมิ โดยนำสารสกัดหยาบจากใบพลูเหลืองแห้งมาอบ ณ อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้ ที่อุณหภูมิ 60, 80, 100, 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปคำนวณหาค่าร้อยละผลิตภัณฑ์หักความชื้น และค่าร้อยละปริมาณความชื้น

## 2.5 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

จากการศึกษาอุณหภูมิ นำสารที่ผ่านการ ทำแห้ง จากข้อ 2.3 และ 2.4 มาทำการศึกษการยับยั้งแบคทีเรีย ด้วยวิธี Agar disk diffusion

## 2.6 ศึกษาการวิเคราะห์ทางความร้อนและโครงสร้างจุลภาค

ศึกษาการวิเคราะห์ทางความร้อนด้วยเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสาร โดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analysis, TGA) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่ออุณหภูมิและวิเคราะห์ปริมาณสารที่สลายตัว และศึกษาโครงสร้างจุลภาค ระหว่างสารสกัดหยาบจากใบพลู และสารสกัดหยาบจากใบพลูที่ทำการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตริน ด้วยเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)

## 3 ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์

### 3.1 สมบัติของสารสกัดจากใบพลู

#### 3.1.1 ผลการทดสอบร้อยละปริมาณความชื้นของใบพลูแห้ง

การทดสอบร้อยละปริมาณความชื้นของใบพลูแห้งพบว่าร้อยละปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.31

#### 3.1.2 ผลการหาสมบัติของสารสกัดจากใบพลู

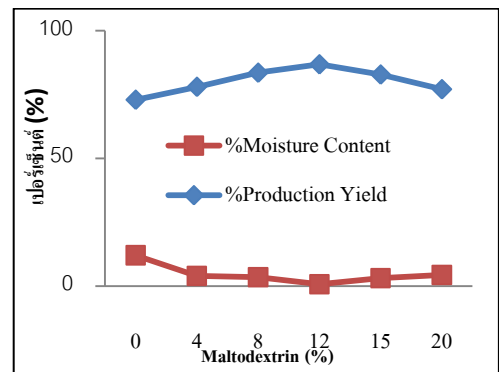
การทดสอบโดยศึกษาสมบัติความหนาแน่น ร้อยละของแข็งที่ระเหย ร้อยละผลิตภัณฑ์ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของสารสกัดจากใบพลู

การทดลอง	ผลการทดลอง		
	stock-1	stock-2	เฉลี่ย
ความหนาแน่น (กรัมต่อมิลลิเมตร)	1.00	0.99	1.00
ร้อยละปริมาณของแข็ง (ร้อยละ โดยมวลต่อปริมาตร)	1.78	1.32	1.55
ร้อยละผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ)	19.98	21.43	20.71

## 3.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารลดความชื้น มอลโตเด็คซ์ตริน

### 3.2.1 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย

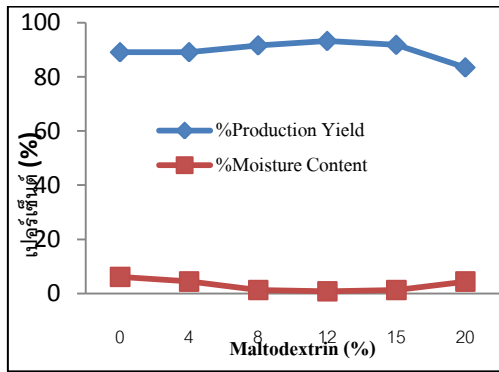


รูปที่ 1 ผลของปริมาณสารลดความชื้นต่อร้อยละผลิตภัณฑ์และค่าร้อยละปริมาณความชื้น

การทดสอบปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่าร้อยละผลิตภัณฑ์หักความชื้นด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย ดังรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตริน ที่ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตรเท่ากับ 12 ให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์และร้อยละปริมาณความชื้นที่ต่ำที่สุดด้วย

### 3.2.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารลดความชื้นมอลโตเด็คซ์ตรินด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

การทดสอบปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ตรินต่อค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่หักความชื้นด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบเยือกแข็งดังรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ตรินถึงร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาณเท่ากับ 12 ทำให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นสูงสุดที่สุด และพบว่าเป็นจุดที่ให้ค่าร้อยละปริมาณความชื้นต่ำที่สุดด้วย

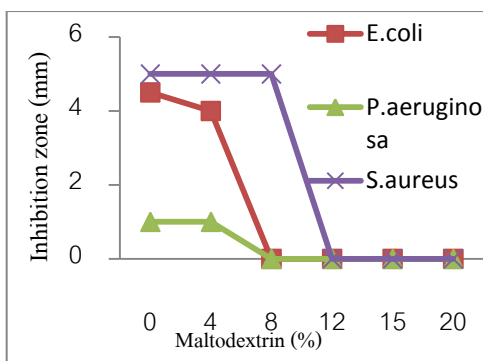


รูปที่ 2 ผลของปริมาณสารลดความชื้นต่อร้อยละผลิตภัณฑ์และค่าร้อยละปริมาณ

### 3.3 การศึกษายับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

#### 3.3.1 การศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรียของวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

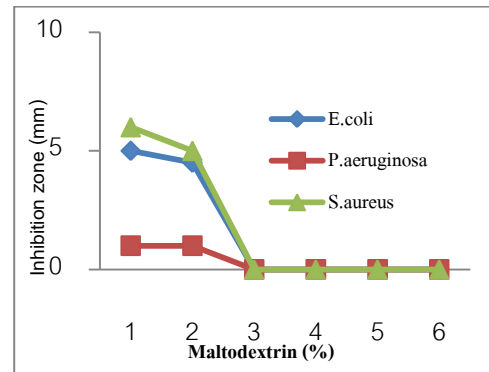
จากรูปที่ 3 พบว่า ปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ตรินที่ค่าร้อยละโดยมวลต่อปริมาณเท่ากับ 4 ให้ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง *E.coli*, *Pseudomona aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* ดีที่สุดและใกล้เคียงกับสารสกัดหยาบที่ไม่ได้ทำการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตริน



รูปที่ 2 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจากวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

#### 3.3.2 การศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียของวิธีการทำแห้งเยือกแข็ง

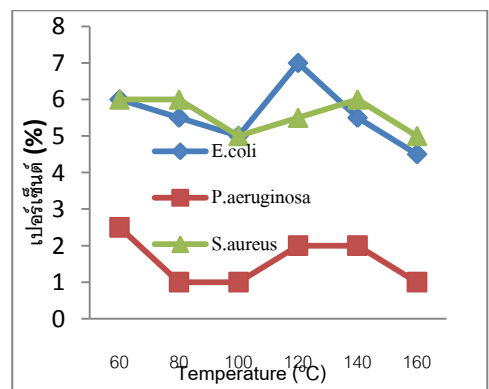
จากรูปที่ 4 พบว่า ปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ตรินที่ค่าร้อยละโดยมวลต่อปริมาณเท่ากับ 4 ให้ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง *E.coli*, *Pseudomona aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* สูงที่สุดและใกล้เคียงกับสารสกัดหยาบที่ไม่ได้ทำการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตรินเลย โดยพบว่า ที่ร้อยละโดยมวลต่อปริมาณเท่ากับ 8 ไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้แล้ว จากผลที่ได้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียของปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ตริน

#### 3.3.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการยับยั้งแบคทีเรีย

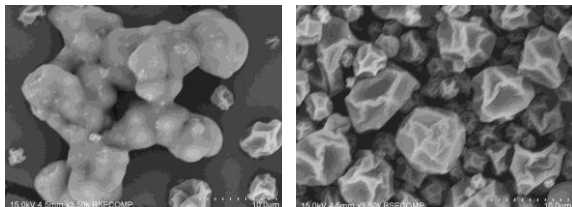
จากรูป 4 พบว่าที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ในการยับยั้งเชื้อ *E.coli* มากที่สุดที่ขนาดพื้นที่ยับยั้งเท่ากับ 7 มิลลิเมตร ส่วน *P.aeruginosa* พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเพื่อศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเพื่อหาพื้นที่ยับยั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าพื้นที่ยับยั้ง *P.aeruginosa* มากที่สุดเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร และในแบคทีเรีย *S.aureus* พบว่าจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 60 ถึง 120 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มว่าค่าพื้นที่ยับยั้ง *S.aureus* ลดลง แต่พบว่าที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียสให้ค่าพื้นที่ในการยับยั้งแบคทีเรียสูงขึ้นมาอีกครั้งโดยมีพื้นที่ยับยั้งเท่ากับ 6 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 5 ผลของการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

### 3.4 ศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคจุลทรรศน์

#### อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)



รูปที่ 5 (a) พลุ ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย 3500 เท่า (b) พลุผสมมอลโตเด็กซ์ทริน (12%W/W) จากการทำ SPD

จากผลการทดลองที่ภาพถ่ายกำลังขยาย 3500 เท่า (a) พบว่า สารสกัดจากใบพลูไม่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ แต่เกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน (agglomerate) เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดที่ได้จากการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทริน (b) นั้นมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอกว่า

### 3.5 ศึกษาการวิเคราะห์ทางความร้อน

จากผลการศึกษารววิเคราะห์ทางความร้อนด้วยเครื่องศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสาร โดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric Analysis, TGA) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่ออุณหภูมิและวิเคราะห์ปริมาณสารที่สลายตัว โดยนำตัวอย่างที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยของสารสกัดจากใบพลูและสารสกัดจากใบพลูที่ศึกษาการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 12 พบว่าเมื่อเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทรินแล้วจะให้ค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ลดลง ทำให้เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็วกว่าพืชที่เติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทริน จึงสรุปได้ว่ามอลโตเด็กซ์ทรินช่วยลดการสลายตัวของน้ำ

## 4 สรุปผลการดำเนินงานและเสนอแนะ

### 4.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและเปรียบเทียบสภาวะในการทำแห้งของสารสกัดใบพลูและประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

- จากการศึกษาร้อยละผลิตภัณฑ์และร้อยละปริมาณความชื้นพบว่าวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็งให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์และร้อยละปริมาณความชื้นที่สูงกว่าวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

- จากการศึกษาปริมาณการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทริน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนโดยมวลต่อปริมาตรแล้ว ค่าร้อยละปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลง แต่ให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นทั้ง

วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง และยังพบว่าที่ค่าร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่ากับ 12 ให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่สูงที่สุด และให้ค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ต่ำที่สุด

- จากการศึกษาอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิไม่มีผลกับการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งสามชนิดที่ทำการศึกษา

(*Staphylococcus aureus*, *E.coli* และ *Pseudomonas aeruginosa*)

- จากการศึกษาพบว่าร้อยละ โดยมวลต่อปริมาตรของสารมอลโตเด็กซ์ทรินเท่ากับ 4 ให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่าที่ร้อยละ 12 โดยให้ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น และให้ค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ลดลง เมื่อเทียบกับสารสกัดที่ไม่ได้ทำการเติมสารลดความชื้น อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียไม่ต่างกับที่ไม่เติมสารมอลโตเด็กซ์ทริน

## 4.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรศึกษาถึงปริมาณช่วงการเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทรินที่มากกว่านี้ เพื่อให้สามารถหาค่าร้อยละผลิตภัณฑ์ที่สูง และค่าร้อยละปริมาณความชื้นที่ลดลง โดยที่ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้

- ควรศึกษาถึงกลไกการเกิดปฏิกิริยาว่า การเติมสารลดความชื้นมอลโตเด็กซ์ทรินแล้ว จะทำให้โครงสร้างของสารสกัดเปลี่ยนแปลงไปบ้างหรือไม่

- ควรศึกษาวิธีการทำแห้งที่หลากหลายขึ้น เพื่อหาสภาวะในการสกัดสารสกัดที่ดีที่สุด เพื่อสามารถใช้ในการนำไปพัฒนาต่อไป

## 5 กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมวัสดุ สำเร็จลงด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์และบุคลากรจากหน่วยงานต่างๆ จึงขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ และหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์ ดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พรทิพย์ เล็กพิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ ตลอดจนการเอาใจใส่ในการดำเนินการ และตรวจทานแก้ไขจนปริญญานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ภาวดี เมธะคานนท์ นักวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และ ดร.อิสรา สระมาลา นักวิจัยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำหรับความช่วยเหลือในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย คำแนะนำต่างๆ ส่งผลให้งานวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี รวมถึงคุณอุบลรัตน์ วีระวัฒน์โสภณ ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการ ในการให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคการทำงานในทุกๆ ด้าน

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ .ดร.อภิรัตน์ ไพศาลกิตติโชติ และ  
ดร.อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญาโท  
ให้คำแนะนำปรึกษาเพื่อแก้ไขโครงการปริญญาโทนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี คณะ  
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ  
ทดลองสารเคมีและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการด้านการ  
ทดสอบแบคทีเรีย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่ให้การ  
สนับสนุน ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจในการศึกษาด้วยดีตลอดมา  
ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ บุคคลท่านอื่นๆ ที่  
ไม่ได้กล่าวนามและเพื่อนๆ ทุกคน ประจำภาควิชาวิศวกรรมวัสดุที่ให้ความ  
ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและข้อมูลต่างๆ ในโครงการวิจัยนี้จนเสร็จ  
สมบูรณ์

## 6 เอกสารอ้างอิง

Quek, S. Y., N. K. Chok, et al. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Chemical Engineering and Processing 46(5): 386-392.

Ghobadian, G. R. C. a. B. (2007). Spray Dryer Parameters for Fruit Juice Drying. World Journal of Agricultural Science 3(2): 230-236.

Lakshmi, A.,K.G.A.K., et al. (2004).Studies on piper betle of Srilanka. J.Natn.Sci. Foundation Sri Lanka 2005 33(2):133-139

Ghobadian, G. R. C. a. B. (2005). Effect of Spray-Drying Conditions on Physical Properties of Orange Juice Powder. Drying Technology 23: 657-668.