รายงานการวิจัย

เรื่อง

# การศึกษาสารสกัดคาร์โบไฮเดรตจากเปลือกทุเรียน เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอน

# Studies on Carbohydrate Extracts of Durian Rind as Suspending Agent

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุนันท์ พงษ์สามารถ

64

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กันยายน 2532

# รายงานวิจัย

เรื่อง

## การศึกษาสารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียน
## เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอน

## Studies on Carbohydrate Extracts of Durian Rind
## as Suspending Agent

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้เป็นผลงานจากการไปปฏิบัติงาน
เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการ
ตุลาคม 2531 - กันยายน 2532

ภาควิชาชีวเคมี คณะเภสัชศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2532

# การศึกษาสารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียน เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอน

สุนันท์ พงษ์สามารถ

ภาควิชาชีวเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สกัดสารคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียน (Durio zibethinus Linn.) เป็น 2 fraction คือ crude fraction (F I) ได้จากการตกตะกอน aqueous extract จากเปลือกทุเรียนสดด้วย 60% alcohol และ purified fraction (F II) ได้จากการทำ crude extract ซึ่งเตรียมจากการตกตะกอน acid-alcohol ของ aqueous extract จากเปลือกทุเรียนสดมาทำให้บริสุทธิ์โดยตกตะกอนซ้ำด้วย alcohol การสกัดตามวิธีทั้งสองจะให้ F I 2.18% และ F II 1.03% ตามลำดับ สารสกัดเปลือกทุเรียนมีลักษณะเป็นของแข็ง ผงของสารมีรูปร่างไม่แน่นอน พบมีรูปร่างเป็นก้อนกลมและเป็นไฟเบอร์จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ scanning F I เป็นผงสีน้ำตาลอ่อน F II เป็นผงสีขาวนวล มีกลิ่นเฉพาะ มีรสเปรี้ยวอมขม จากการทำ spray dried ของ F II จะได้เป็นผงละเอียดสีขาว ไม่มีรสขม เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบ scanning จะเห็นรูปร่างคล้ายฟองอากาศกลมกลวง ผงของสารสกัดเปลือกทุเรียนจะพองตัวได้ในน้ำให้เป็นของเหลวข้นหนืด สารละลาย 3% ในน้ำของ F I ค่อนข้างขุ่นสีน้ำตาลอ่อน มีความหนืด 130.6 cps. และมี pH 5.8 ส่วน F II จะค่อนข้างใสไม่มีสี มีความหนืด 207.6 cps และมี pH 2.8 สารสกัดเปลือกทุเรียนมีจุดสลาย (decompose) ที่ 174-176 °ซ F I ประกอบด้วยสารคาร์โบฮัยเดรต 9.20% เทียบกับกลูโคส มีความชื้น 9.10% และมีเถ้า 54.76% ส่วน F II ประกอบด้วยสารคาร์โบฮัยเดรต 9.49% เทียบกับกลูโคส มีความชื้น 12.00% และมีเถ้า 41.45% ไม่พบมีเส้นใยอาหาร (crude fiber) ในสารสกัดเปลือกทุเรียน การวิเคราะห์ธาตุในสารสกัดเปลือกทุเรียนพบมี carbon (C) 19.33% มี hydrogen (H) 2.72% ใน F I และพบมี carbon 22.89% และ hydrogen 3.24% ใน F II ไม่มี nitrogen (N) พบอยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียนเลย

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปลือกทุเรียนได้ทำการทดลองพบว่าแสดงคุณสมบัติเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตกับ Molisch's test และ Anthrone test แสดงปฏิกิริยาเป็นสาร glycuronate กับ Tollen's naphthoresorcinol แสดงคุณสมบัติเป็นสาร polysaccharide กับน้ำยา iodine โดยให้สารสีม่วง-แดง ไม่พบสาร reducing sugar เมื่อทำปฏิกิริยา Fehling's test พบว่าสารละลายที่ได้จากการทำ acid hydrolysis ของสารสกัด F I และ F II เท่านั้นที่จะแสดงคุณสมบัติเป็นสาร reducing sugar ได้แต่จะสูญเสียคุณสมบัติการเกิดสีกับน้ำยา iodine ไป สารสกัดเปลือกทุเรียนแสดงคุณสมบัติของสาร polyuronide โดยการเกิดเป็นเจลกับสารละลายเกลือของโลหะหนักและแอลกอฮอล์ สายยาว polysaccharide ของสารสกัดเปลือกทุเรียนจะถูกย่อยได้ด้วยเอ็นไซม์ amylase จากน้ำลายได้เป็นโมเลกุลสายสั้นลงจนไม่เกิดสีกับ iodine อย่างไรก็ดีการย่อยด้วย amylase จะไม่ย่อยได้หมดอย่างสมบูรณ์จนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ส่วนประกอบของน้ำตาลใน polysaccharide ของสารสกัดเปลือกทุเรียนได้ตรวจสอบด้วยเครื่อง HPLC สารสกัด F I ประกอบด้วยน้ำตาล 4 ชนิดที่พบว่าตรงกับ standard rhamnose arabinose fructose และ glucose ในสัดส่วน 2:2:1:18 ในขณะที่ F II ประกอบด้วยน้ำตาล 3 ชนิดที่พบว่าตรงกับ standard rhamnose arabinose และ glucose ในสัดส่วน 1:1:3

การวิเคราะห์เกลือแร่ในสารสกัดเปลือกทุเรียนพบมี K 5.64% ใน F I และ 2.21% ใน F II มี Ca 0.70% ใน F I และ 1.02% ใน F II พบมี Na และ Mg อยู่ใน F I มากกว่าใน F II แร่ธาตุอื่น ๆ ที่พบได้แก่ Al Fe Mn Si Zn และ Cu มีในปริมาณเล็กน้อย พบ Pb น้อยกว่า 0.08 cps ไม่พบมี As ในสารสกัดเปลือกทุเรียน

การศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเป็นสารแขวนตะกอนในยาน้ำแขวนตะกอน พบว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนสามารถใช้เตรียมยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ได้ผลที่น่าพอใจ ยาเตรียมมีความคงตัวดีและผงยากลับกระจายตัวได้ดี หลังจากตั้งทิ้งไว้นาน 60 วัน สารสกัดเปลือกทุเรียนไม่สามารถใช้แทนสาร CMC ในตำรับยา Calamine Lotion พบมีการเกิดเจลขึ้นหลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 วัน และไม่กลับกระจายตัวเมื่อเขย่าอย่างแรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# Sutudies on Carbohydrate Extracts of Durian Rind as Suspending Agent

Sunanta Pongsamart

Department of Biochemistry, Faculty of Pharmaceutical Sciences
Chulalongkorn University

Carbohydrate extracts from Durian (Durio zibethinus Linn.) rind were prepared in 2 fractions. Crude fraction (F I) was 60 % alcohol precipitated from aqueous extract of fresh Durian rind (mesocarp). Purified fraction (F II) was purified by alcohol re-precipitation of aqueous crude extract from acid-alcohol precipitation of aqueous extract of Durian rind. Preparation from these two methods gave 2.18% and 1.03% yield of F I and F II, respectively. Durian rind extracts were solid, amorphous powder, round and fiber shape were seen under scanning electron microscope. F I was light-brown in color, F II was creamy-white powder. It had specific odor, sour and bittter taste. F II from spray dried preparation was white fine powder, no bitter taste, bubble-like shape was seen under scanning electron microscope. Powder of Drian rind extracts were swelled in water to give viscous liquid. Three percent preparation in water of F I was not a clear liquid, pale-brown in color, its viscosity was 130.6 cps and pH 5.8, where as F II was a colorless clear liquid, its viscosity was 207.6 cps and pH 2.8. Durian rind extracts were decomposed at 174-176 °C. F I composed of carbohydrate 9.20% express as glucose, moisture 9.10% and ash 54.76%. F II composed of carbohydrate 9.49% express as glucose, moisture 12.00% and

ash 41.45%. Crude fiber was not found in Durian rind extracts. Elemental analysis of Durian rind extracts were found carbon (C) 19.33%, hydrogen (H) 2.72% in F I and found carbon 22.89%, and hydrogen 3.24% in F II. Nitrogen (N) was not existed in Durian rind extracts.

Chemical analysis of Durian rind extracts were determined. Chemical property of carbohydrate was observed with Molisch's test and Anthrone test. Its showed reaction of glycuronate with Tollen's naphthoresorcinol. Property of polysaccharide was observed with iodine solution giving purple-red color. No reducing sugar test was observed with Fehling's test. Only solution obtained from acid hydrolysis of F I and F II extracts showed reducing sugar test but lost their color formation with iodine. Durian rind extracts showed polyuronides property by forming gel precipitation with heavy metal solution and alcohol. Long chain polysaccharides of Durian rind extracts were hydrolysed by saliva amylase into short chain molecule that lose their color with iodine. However, digestion with amylase was not completed to give monosaccharids.

Sugar components in polysaccharide of Durian rind extracts were determine by HPLC technique. F I composed of 4 monosaccharides indentcal to standard rhamnose, arabinose, fructose and glucose in 2:2:1:18 ratio. F II composed of 3 monosaccharides identical to standard rhamnose, arabinose and glucose in 1:1:3 ratio.

Mineral analysis of Durian rind extracts showed high content of K 5.64% in F I and 2.21% in F II, Ca 0.70% in F I and 1.02% in F II. Na and Mg were found in F I much more than F II. Other elements such as Al, Fe, Mn, Si Zn and Cu were low. Pb less than 0.08 ppm was found. Arsenic was not present in Durian rind extracts.

Use of Durian rind extracts as suspending agent in suspension was studied. Durian rind extracts could be used satisfactorily in suspension of Kaolin Mixture with Pectin NF XIII. Good stability and redispersibility were observed after 60 days storage. Durian rind extracts could not be used in replacing CMC in Calamine Lotion. Gel formation was observed after 30 days storage and redispersibility was fail after vigorously shake.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วนจากทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2532

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า


**ชื่อเรื่องและชื่อผู้วิจัย**........................ i

**บทคัดย่อภาษาไทย**........................ ii

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ**........................ v

**กิติกรรมประกาศ**........................ viii

**สารบัญ**........................ ix

**สารบัญตาราง**........................ xiii

**สารบัญรูป**........................ xiv

**บทนำ**........................ 1

ยาน้ำแขวนตะกอน........................ 3

สารแขวนตะกอน........................ 4

หน้าที่ของสารแขวนตะกอน........................ 5

คุณสมบัติการไหล........................ 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย........................ 9

**วัสดุและวิธีวิจัย**........................ 10

วัสดุ........................ 10

สารตัวอย่าง........................ 10

สารเคมี........................ 10

วิธีวิจัย........................ 12

การเก็บตัวอย่าง........................ 12

วิธีการสกัดสาร........................ 12

Alcohol extraction........................ 12

Acid-alcohol extraction........................ 13

การทดสอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน........................ 15

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของธาตุ........................ 15

การทดสอบทางเคมี........................ 15

Color test for carbohydrate........................ 15

Reduction test for carbohydrate 15

หน้า


Iodine solution test for carbohydrate 15

Tollen's naphthoresorcinol test for glycuronic acid................ 16

Precipitation test................ 16

การวิเคราะห์แร่ธาตุ........................ 16

การวิเคราะห์ Arsenic........................ 17

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล............ 17

การวิเคราะห์ Total Carbohydrate........... 18

การหาปริมาณความชื้น........................ 18

การหาปริมาณเถ้า............................ 19

การหาปริมาณเส้นใยอาหาร.................... 19

การทดสอบการย่อยด้วยเอ็นไซม์................ 20

การทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ........... 20

ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน.. 21

สูตรตำรับยา................................ 21

วิธีเตรียมตำรับยา............................ 22

ตำรับยาที่ทดลอง............................ 23

ศึกษาความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน........... 24

Sedimentation Volume............. 24

Redispersibility value............ 25

Dense of Sediment................ 25

ผลการวิจัย...................................... 26

ผลการสกัดสารจากเปลือกทุเรียน.................. 26

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน.................................. 30

ผลการวิเคราะห์ธาตุ........................ 30

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี................ 30

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแร่ธาตุ.......... 34

หน้า


ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล............ 36

วิเคราะห์ด้วย TLC.................... 36

วิเคราะห์ด้วย HPLC.................... 36

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Total carbohydrate.. 46

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น.............. 46

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า.................. 46

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร........... 48

ผลการทดลองการย่อยด้วยเอ็นไซม์.............. 48

ผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ.......... 48

วิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope.................... 50

ผลการศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน 55

ลักษณะทางกายภาพของยาน้ำแขวนตะกอน.......... 55

ความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน.............. 59

**วิจารณ์และสรุป**.............................. 67

การสกัดจสารจากเปลือกทุเรียน.................... 67

การทดสอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน...................... 68

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของธาตุ.............. 68

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี.................. 69

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแร่ธาตุ........... 73

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล............ 73

การหาปริมาณส่วนประกอบของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน 74

การทดสอบการย่อยด้วยเอ็นไซม์................ 75

หน้า


การทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ............ 76

วิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope..................... 76

ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน.. 77

ลักษณะทางกายภาพของยาน้ำแขวนตะกอน.......... 78

ความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน................ 80

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ................................ 83

เอกสารอ้างอิง........................................ 84


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ตารางเปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดเปลือกทุเรียน crude fraction และ purified fraction.................................. | 29 |
| 2 | การวิเคราะห์ Elemental Analysis.......... | 31 |
| 3 | คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปลือกทุเรียนเปรียบเทียบกับ pectin และ gum.................... | 33 |
| 4 | คุณสมบัติของสารสกัดเปลือกทุเรียนในสารละลายโลหะหนักและ alcohol เปรียบเทียบกับ pectin และ gum. | 35 |
| 5 | ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่พบมากในสารสกัดเปลือกทุเรียน | 37 |
| 6 | ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่พบน้อยมากในสารสกัดเปลือกทุเรียน................................. | 38 |
| 7 | ส่วนประกอบของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน........ | 47 |
| 8 | การย่อยด้วย amylase จากน้ำลาย............ | 49 |
| 9 | ลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin............................ | 57-58 |
| 10 | ค่า Sedimentation volume ของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ที่เวลาต่าง ๆ ที่เมื่อตั้งทิ้งไว้.......................... | 60 |
| 11 | ค่า Dense of Sediment และค่า Redispersibility Value ของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ที่เวลาต่าง ๆ กันเมื่อตั้งทิ้งไว้......... | 61 |
| 12 | ลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion.. | 62 |
| 13 | ค่า Sedimentation Volume ของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อตั้งทิ้งไว้... | 64 |
| 14 | ค่า Dense of Sediment และค่า Redispersibility Value ของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันเมื่อตั้งทิ้งไว้............. | 66 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ลักษณะ flow curves ของสาร................ | 7 |
| 2 | แสดงขั้นตอนการสกัดสาร crude fraction จากเปลือกทุเรียน.......................... | 27 |
| 3 | แสดงขั้นตอนการสกัดสาร purified fraction จากเปลือกทุเรียน......................... | 28 |
| 4 | การแยกน้ำตาลด้วย TLC...................... | 39 |
| 5 | การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F II acid hydrolyzate...................... | 41 |
| 6 | การแยกน้ำตาลด้วย PHLC ของสารละลาย F II acid hydrolyzate...................... | 42 |
| 7 | การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F I acid hydrolyzate...................... | 43 |
| 8 | การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F I acid hydrolyzate...................... | 44 |
| 9 | ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า ของผงสารสกัดเปลือกทุเรียน.............................. | 51 |
| 10 | ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ของผงสารสกัดเปลือกทุเรียน F II จากการทำ Spray Dried........................ | 52 |
| 11 | ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า ของผง pectin...... | 53 |
| 12 | ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่าของผง CMC และ cellulose........................ | 54 |

# บทนำ

มีสารจากธรรมชาติมากมายหลายชนิดที่ได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางยาและอาหาร เป็นสารสกัดออกมาจากพืชหรือสมุนไพรชนิดต่าง ๆ สารสกัดเหล่านั้นได้นำมาใช้มีทั้งที่เป็นตัวยาสำคัญ (active ingredient) เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยา (pharmaceutical aids) และ เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ตัวอย่างของสารสกัดจากเปลือกผลไม้พวกส้มคือ เพคตินเป็นสารพวกคาร์โบฮัยเดรตชนิดหนึ่งซึ่งได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากทั้งในยาเตรียมและอาหาร สารพวกเพคตินในปัจจุบันสามารถสกัดได้จากเปลือกผลไม้พวกส้ม (Citrus fruit) และจากกากของผลแอบเปิ้ล เป็นต้น ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตสารเพคตินในเชิงอุตสาหกรรม ในปัจจุบันสารพวกเพคตินยังใช้ประโยชน์เป็นตัวยาสำคัญและสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) ในยาน้ำแขวนตะกอน (suspension) ได้แก่ในตำรับยา Kaolin Mixture with Pectin NF XIII นอกจากนี้ยังใช้มากเป็นสารช่วยเตรียมอาหารพวกเยลลี่ แยม และมาร์มาเลด เป็นต้น

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประชากรทำการเกษตรกรรมมาช้านาน มีพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ ธัญญพืชซึ่งเป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศ รวมทั้งพืชผักผลไม้นานาชนิด มีอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี ในปีหนึ่ง ๆ จะมีผลิตผลจากการเกษตรกรรมเป็นของเหลือทิ้งอยู่มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเปลือกผลไม้ต่าง ๆ ตามฤดูกาล สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ถ้าได้นำมาศึกษาเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือค้นหาให้ได้สิ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ ก็จะช่วยให้เราได้ใช้ผลิตผลทางเกษตรกรรมอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยขจัดของเหลือทิ้งเหล่านี้แล้วยังจะได้รับประโยชน์จากสิ่งเหล่านั้นอีกด้วย ผลที่ได้รับอาจมีคุณค่าต่อวงการอุตสาหกรรมยาและอาหารต่อไปในอนาคต มีสารสกัดจากพืชที่มีผู้ศึกษาเพื่อนำมาใช้เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยาน้ำและยาเม็ดได้แก่ สารเมือกสกัดจากเมล็ดแมงลัก (Ocimum canum) (1) สารสกัดจากผลมะตูม (bael gum) (2,3) สารสกัดเปลือกลูกตาล (Borassus flabellifer Linn.) สารสกัดเปลือกมะนาว (Lime) (4) เป็นต้น จากการศึกษาเบื้องต้นเราได้พบว่า สามารถสกัดสารพวกคาร์โบฮัยเดรตได้จากเปลือกทุเรียน (Durian) และจากเปลือกและเนื้อผลไม้อื่น ๆ (5) ซึ่งสารที่สกัดได้จากเปลือกทุเรียนพบมีคุณสมบัติของสาร

คาร์โบฮัยเดรตประกอบอยู่ สารสกัดที่ได้สามารถพองตัวในน้ำได้สารเมือกข้นหนืดค่อนข้างใส ลักษณะเช่นนี้อาจนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ในทางยาและอาหารเช่นเดียวกับเพคตินได้ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาส่วนประกอบโดยละเอียดของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน ตลอดจนการนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) ในการเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน และประโยชน์อื่น ๆ ด้วย

เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้ที่นิยมเพาะปลูกมากโดยเฉพาะในประเทศไทย เป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่คนนิยมรับประทานกันมากที่สุดทั้งในประเทศและประเทศใกล้เคียง ปัจจุบันมีการส่งออกทุเรียนสดทั้งผลและในรูปบรรจุหีบห่อเนื้อทุเรียนสดและแช่แข็งไปยังประเทศใกล้เคียงเป็นจำนวนมากในทุก ๆ ปี นอกจากนี้ยังมีการทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ได้นานในรูปของทุเรียนกวนซึ่งมีรสชาติดีเป็นที่นิยมรับประทานด้วย การจำหน่ายผลไม้ทุเรียนพบว่ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเกษตรกรมีความพยายามศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตของทุเรียนให้มากขึ้นเนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสอร่อยเป็นที่นิยมรับประทานและขายได้ราคาดี ในแต่ละปีจะมีขยะเหลือทิ้งของเปลือกทุเรียนมากมาย ดังนั้นการศึกษาสารสกัดจากเปลือกทุเรียนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างมาก

ทุเรียนเป็นพืชในวงศ์ (Family) Bombacaceae อยู่ในสกุล (Genus) Durio มีชื่อเรียกทางพฤษศาสตร์ว่า Durio zibethinus Linn. (6) การศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีส่วนประกอบของสารคาร์โบฮัยเดรตคล้ายพวกเพคติน (5) ลักษณะของสารสกัดที่พบอาจนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้หลายอย่างในการใช้เป็น pharmaceutical aids การสกัดสารคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียนได้ศึกษาวิธีการสกัด 2 วิธี (5) คือ

1. โดยวิธี alcohol extraction ได้สารสกัดเป็น crude fraction

2. โดยวิธี acid-alcohol extraction ได้สารสกัดเป็น partially purified fraction

จากการศึกษาเบื้องต้นในการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเป็นสารช่วยกระจายตัว (disintegrator) ในการเตรียมยาเม็ดพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (7) นอกจากประโยชน์การใช้ในการเตรียมยาเม็ดแล้ว คาดว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนอาจนำมาใช้ประโยชน์ในการเตรียมยาน้ำพวกยาน้ำแขวนตะกอน (suspension) อิมัลชั่น (emulsion) ยาพวกครีมหรือเจล เป็นต้น นอกจากนี้ยังน่าศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ เยลลี่ แยม และมาร์มาเลต เป็นต้น

**ยาน้ำแขวนตะกอน** (Suspension)

หมายถึงยาเตรียมที่ประกอบด้วยตัวยาที่เป็นของแข็งลักษณะเป็นผงละเอียดแขวนลอยอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลว มีปัจจัยสำคัญคือขนาดของผงยาที่จะนำมาใช้ในการเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน ถ้าผงยามีขนาดเล็กสม่ำเสมอในขนาด 0.5-5.0 ไมครอน จะแขวนลอยด้วยตัวของมันเองในตัวกลางได้ดี และช่วยป้องกันการตกตะกอน (8) แต่ผงยาทั่ว ๆ ไปส่วนใหญ่มักจะมีขนาดโตเกินกว่าที่จะแขวนลอยอยู่ได้ ดังนั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้จึงเกิดการตกตะกอน อัตราการตกตะกอนจะเร็วหรือช้า มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของผงยา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการตกตะกอนของผงยาอีกด้วย (9) ยาน้ำแขวนตะกอนที่ดีควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีขนาดของผงยาเล็กสม่ำเสมอ และไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อตั้งทิ้งไว้
2. ผงยากระจายตัวสม่ำเสมอทั่วไปในตัวกลางที่เป็นของเหลว ไม่จับเป็นก้อนและไม่ตกตะกอนเร็วเกินไป
3. การตกตะกอนที่อาจเกิดขึ้นหลังจากการตั้งทิ้งไว้ สามารถกลับกระจายตัวได้ใหม่เมื่อเขย่าเบา ๆ
4. ไม่เกิดการจับของตะกอนเป็นก้อนแข็ง (caking) เมื่อตั้งทิ้งไว้
5. ไม่ข้นจนเกินไป สามารถรินออกจากขวดได้ง่าย
6. ไม่สลายตัวหรือแปรสภาพหรือมีเชื้อราเกิดได้ง่าย
7. มีสี กลิ่น และ รส น่ารับประทาน

ยาน้ำแขวนตะกอนที่ดีควรมีความคงตัวทางกายภาพของยาน้ำแขวนตะกอนที่ดี หมายถึงสภาวะที่ตัวยายังคงกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอ และไม่จับกันเป็นกลุ่มก้อน หรือถ้าตกตะกอนก็สามารถกลับกระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า (10) การจะทำให้ยาน้ำแขวนตะกอนคงตัวดีสามารถทำได้โดย

1. ลดอัตราการเคลื่อนของผงยา
2. ลดการรวมตัวของผงยา
3. ทำให้ผงยาผลักกันด้วยประจุไฟฟ้า

การจะทำให้ผงยากระจายตัวหรือแขวนลอยอยู่ในตัวกลางที่เป็นของเหลวอย่างสม่ำเสมอ อาจต้องเติมสารบางชนิดที่เป็นสารช่วยแขวนตะกอน หรือสารเพิ่มความหนืด (viscosity inducing agent) เพื่อช่วยแขวนผงยาเอาไว้ในสารตัวกลางที่เป็นของเหลว

**สารแขวนตะกอน** (Suspending agent)

สารแขวนตะกอนที่นิยมใช้ในทางเภสัชกรรม อาจได้มาจากสารธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์ แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ (11) ดังต่อไปนี้

1. Natural plant hydrocolloids เป็นสารพวก hydrocolloids ได้จากพืชตามธรรมชาติ ได้แก่ อะคาเซีย (acacia) ทรากาคานท์ (tragacanth) อัลจินส์ (algins) และเพคติน (pectin)

2. Cellulose derivatives เป็นพวกอนุพันธ์เซลลูโลส ได้แก่ เมทิลเซลลูโลส (methylcellulose) คาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose) เป็นต้น

3. Clays ได้แก่เบนโทไนต์ (bentonite) และวีกัม (veegum) เป็นต้น

4. Synthetic polymers เป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์ ได้แก่ คาร์โบพอล (carbopol)

**หน้าที่ของสารแขวนตะกอน**

สารแขวนตะกอนที่ใช้ในตำรับยาน้ำแขวนตะกอนจะทำหน้าที่ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่เป็น protective colloids โดยการไปหุ้มรอบอนุภาคของผงยา ป้องกันไม่ให้ผงยาที่ตกตะกอนจับกันเป็นก้อนแข็ง
2. ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้เกิด flocs คือการที่ผงยาจับเป็นกลุ่มอย่างหลวม ๆ ในตัวกลางที่เป็นของหลว
3. ทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มความหนืดเพื่อให้ผงยาสามารถแขวนลอยอยู่ได้ไม่ตกตะกอน

สารเพิ่มความหนืดที่ใช้เป็นสารแขวนตะกอน ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ปริมาณในความเข้มข้นที่ใช้เป็นสารแขวนตะกอน ต้องไม่ควรมีฤทธิ์ในการรักษา
2. ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในช่วงความเป็นกรด-ด่างได้กว้าง
3. สามารถเพิ่มความหนืดได้ในความเข้มข้นต่าง ๆ
4. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความหนืดเมื่อเก็บไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง
5. ควรพองตัวหรือละลายน้ำได้

**คุณสมบัติการไหล (Rheological properties) ของสาร**

สารแขวนตะกอนที่ทำหน้าที่เพิ่มความหนืด ควรเป็นสารที่มีคุณสมบัติมีความหนืดสูงเมื่อตั้งทิ้งไว้ แต่เมื่อเขย่าควรมีความหนืดลดลงจึงจะเป็นสารแขวนตะกอนที่ดี ปกติของเหลวจะมีการไหลเป็น 2 แบบดังนี้

1. Newtonian flow การไหลแบบนิวโตเนียน หมายถึงการไหลของสารที่เป็นไปตามกฎของนิวตัน สารที่มีการไหลแบบนี้ ได้ก่ glycerin สารพวกนี้พบว่ามีความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็วของการเคลื่อนที่

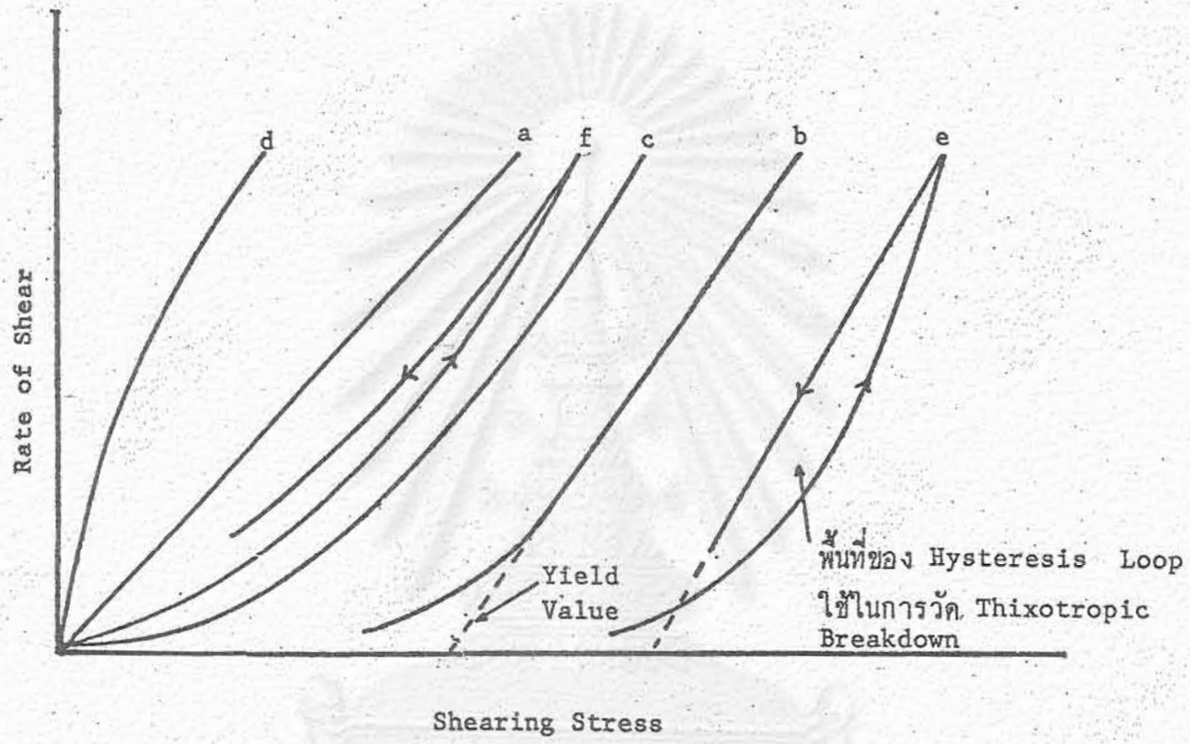
2. Non-Newtonian flow การไหลแบบไม่เป็นนิวโตเนียน หมายถึงการไหลที่ไม่เป็นไปตามกฎของนิวตัน แบ่งได้เป็น 4 แบบดังต่อไปนี้

2.1 Plastic flow การไหลแบบพลาสติก หมายถึงการไหลของสารซึ่งจะไหลได้ต่อเมื่อได้ให้แรงในการเคลื่อนที่จนถึงจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งเรียกว่า yield value และเมื่อเพิ่มอัตราเร็วในการเคลื่อนที่จนถึงจุดนี้ สารพวกนี้จะมีความหนืดลดลง และเมื่อให้แรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่เกิน yield value จะมีการไหลเป็นเช่นเดียวกับแบบนิวโตเนียน

2.2 Pseudoplastic flow การไหลแบบซูโดพลาสติก หมายถึงการไหลของสารที่เกิดขึ้นได้เมื่อให้แรงในการเคลื่อนที่ แต่ความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็ว เมื่อให้แรงเพิ่มขึ้นความหนืดจะลดลงสารพวกนี้เมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีความหนืดสูง เมื่อเขย่าความหนืดจะลดลง

2.3 Dilatant flow การไหลแบบไดลาแทนต์ อาจเรียกว่า shear thickening system คือ ยิ่งคนยิ่งเหนียว หมายถึงการไหลของสารเกิดขึ้นโดยเมื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่จะมีความต้านทานการไหลมากขึ้น ความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราเร็ว เมื่อให้แรงเพิ่มขึ้นจะมีความหนืดเพิ่มขึ้น

2.4 Thixotropic flow การไหแบบทิคโซโทรพิก หมายถึงการไหลของสารซึ่งเมื่อให้แรงในการเคลื่อนที่จะเสียความหนืดเมื่อตั้งทิ้งไว้ความหนืดจะกลับคืนอย่างรวดเร็ว




รูปที่ 1 ลักษณะ flow curvesของสาร (a) สาร Newtonian (b) สาร Plastic (c) สาร Pseudoplastic (d) สาร Dilatant (e) สาร Thixotropic (f) สาร Pseudoplastic ที่มี thixotropy (11)

สารแขวนตะกอนที่มีคุณสมบัติการไหลเป็น Thixotropic และ Pseudoplastic จะมีคุณสมบัติข้นเป็นเจลเมื่อตั้งทิ้งไว้ และเมื่อเขย่าจะเหลว สารพวกนี้นำมาใช้เป็นสารแขวนตกอนได้ดี สารที่มักนิยมใช้ร่วมกันได้แก่ CMC ใช้ร่วมกับ Veegum ทำให้ตำรับยาเตรียมเกิดการตกตะกอนของผงยาลดลงเมื่อตั้งทิ้งไว้ และเมื่อขย่าตะกอนจะกระจายตัวได้ดี

การศึกษาคุณสมบัติการไหลของสารสกัดเปลือกทุเรียนพบว่ามีการไหลเป็นแบบ pseudoplastic (12) ดังนั้นจึงอาจจะนำมาใช้เป็นสารแขวนตะกอนที่ดีได้

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน

2. เพื่อศึกษาส่วนประกอบในสารสกัดจากเปลือกทุเรียน

3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลที่ประกอบอยู่ในโครงสร้างของคาร์โบฮัยเดรตสกัดจากเปลือกทุเรียน

4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติการย่อยของสารคาร์โบฮัยเดรตสกัดจากเปลือกทุเรียนด้วยเอ็นไซม์ amylase

5. เพื่อศึกษาการใช้สารสกัดจากเปลือกทุเรียนเป็นสารแขวนตะกอนในยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin NF XIII และ Calamine lotion

# วัสดุและวิธีวิจัย

## วัสดุ

1. <u>สารตัวอย่าง</u>

1.1 ตัวอย่างเปลือกทุเรียน รวบรวมจากตลาดสดสามย่านและตลาดซูเปอร์มาร์เก็ตจากมาบุญครองเซนเตอร์ เป็นทุเรียนพันธุ์หมอนทองมาจากจังหวัดระยอง จันทบุรี และ ชุมพร

1.2 สารสกัดจากเปลือกทุเรียน 2 fraction คือ crude fraction (F I) และ purified fraction (F II) เตรียมจากวิธีการสกัดด้วย alcohol และ acid-alcohol ตามวิธีการดังที่กำหนดไว้ในวิธีการสกัดสาร(5)

2. <u>สารเคมี</u>

Ethanol จากโรงกลั่นสุราบางยี่ขัน, Hydrochloric acid, Sulfuric acid ชนิด analytical grade จาก BDH, England. Sodium hydroxide, Citric acid monohydrate, Potassium tartrate, Copper sulfate, Ferric chloride, Lead acetate, Potassium iodide, Iodine, Naphthalene (1,3) diol, 1-naphthol, Anthrone ชนิด GR grade จากบริษัท E.Merck Darmstadt, Germany. Orcinol, Naphthoresorcin, Sodium hexametaphosphate ชนิด Analytical grade จากบริษัท Fluka Chemika Switzerland. Pectin powder จาก Citrus fruit, Acacia powder (Gum arabic) จากห้างขายยาศรีจันทร์สหโอสถ กทม. Kieselgur (Pure) และ Charcoal (pure) จาก E.Merck Darmstadt, Germany

Benzoic acid, BDH Chemical Ltd, England. Calcium carbonate, May & Baker Ltd, England. Furazolidone จากบริษัท T. Chemical Ltd., Partnership. Bangkok. Glycerin, Sorbitol,

Twen 80, Light Kaolin, Methyl paraben, Propyl paraben, Propylene glycol, จาก ห้างขายยาศรีจันทร์ สหโอสถ กทม. Potassium Chloride, Sodium chloride, Sodium citrate, Sodium hydroxide, ชนิด GR grade จาก E. Merck Darmstadt. Germany

Glucose, Fructose, Galactose, Mannose, Rhamnose Arabinose, Xylose, Maltose, Lactose, Sucrose ชนิด analytical reagent grade จากบริษัท Fluka-Garantie, Switzerland, Galacturonic acid และ Glucuronic acid จากบริษัท Sigma Chemical Co. U.S.A. Silica gel 60G (TLC grade) จากบริษัท E. Merck, Darmstadt, Germany.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# วิธีวิจัย

1. <u>การเก็บตัวอย่าง</u>

ตัวอย่างเปลือกผลไม้คือเปลือกทุเรียน ใช้เปลือกทุเรียนสดเฉือนเอาเปลือกนอกออกเหลือแต่เปลือกส่วนที่เป็นสีขาว หั่นเป็นชิ้นขนาด 1-2 ซม แล้วนำไปบดให้เป็นชิ้นหยาบ ๆ ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (blender) นำตัวอย่างที่บดแล้วนี้ไปสกัดสาร ตัวอย่างเปลือกทุเรียนนี้ถ้ายังไม่นำไปสกัดทันทีอาจเก็บแช่แข็งไว้ในถุงพลาสติกที่ -10 °ซ จนกว่าจะนำไปทำการสกัด

2. <u>วิธีการสกัดสาร</u>

ทดลองการสกัด 2 วิธี คือการทำ alcohol-extraction และ acid-alcohol extraction ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 <u>alcohol extraction</u>

2.1.1 นำเปลือกทุเรียนที่ต้องการสกัด 1 กก. ใส่ในภาชนะโลหะ stainless steel ขนาดจุ 10 ลิตร เติมน้ำร้อน 5 ลิตร ต้มให้เดือดอ่อน ๆ

2.1.2 เติม sodium hexametaphosphate 24 กรัม และปรับ pH 4.5 ด้วย citric acid ต้มให้เดือดอ่อน ๆ ประมาณ 20 นาที

2.1.3 กรองขณะร้อน ๆ ผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้นจะได้ filtrate ค่อนข้างขุ่น เติม Kieselgur 25 กรัม/ลิตร คนให้เข้ากันประมาณ 5 นาที

2.1.4 กรองขณะอุ่น ๆ ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 41 ใน Bushner funnel โดยใช้ปั๊มน้ำ (aspirator) ช่วยการกรองจนได้ filtrate ใส

2.1.5 นำไประเหยน้ำออกโดย rotary evaporator โดยใช้ความร้อนอ่อน ๆ (60 °ซ) จนได้สารละลายข้นเหนียว ซึ่งจะละเหยน้ำออกประมาณ 4-5 เท่า

2.1.6 นำสารละลายข้นหนืดนี้มาตกตะกอนในประมาณ 60% alcohol โดยใช้ 75% alcohol ประมาณ 3-4 เท่าของปริมาตรของสารสกัด จะได้เป็นตะกอนวุ้น กรองตะกอนออกด้วยผ้าไนลอน

2.1.7 ล้างตะกอนใน 75% alcohol 2 ครั้ง และล้างอีก 1 ครั้งใน 95% alcohol กรองตะกอนผ่านผ้าไนลอน บีบให้แห้ง

2.1.8 เกลี่ยตะกอนบาง ๆ บนจานแก้วนำไปอบแห้งในตู้อบที่ 65 °ซ นาน 4 ชม.

2.1.9 สารสกัดที่ได้เป็น crude extract นี้นำมาบดให้ละเอียดและผ่านแร่งขนาด 80 mesh ได้เป็นผงละเอียด นำไปอบที่ 100 °ซ, 2 ชม. เรียกสารสกัดนี้เป็น Crude Fraction (F I) ยังไม่เป็นสารบริสุทธิ์

2.2 <u>acid-alcohol extraction</u> วิธีการสกัดที่ใช้ได้ดัดแปลงจากที่บรรยายไว้โดย Ranganna (13)

2.2.1 นำเปลือกทุเรียนที่เตรียมสำหรับสกัด น้ำหนัก 1 ก.ก. ใส่ในภาชนะ stainless steel ขนาดจุ 10 ลิตร เติมน้ำร้อน 5 ลิตร ต้มให้เดือดอ่อน ๆ

2.2.2 เติม Sodium hexametaphosphate 24 กรัม และปรับ pH 4.5 ด้วย citric acid ต้มให้เดือดอ่อน ๆ ประมาณ 20-30 นาที

2.2.3 กรองขณะร้อนผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำ filtrate มาเติม Kieselgur 25 กรัม/ ลิตร คนให้เข้ากันประมาณ 5 นาที

2.2.4 กรองขณะอุ่น ๆ ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 41 ใน Bushner funnel โดยใช้ปั๊มน้ำ (aspirator) ช่วยการกรอง จนได้ filtrate ใส

2.2.5 นำ filtrate ที่ได้ไประเหยน้ำออกโดยใช้เครื่อง rotary evaporator ใช้ความร้อน 60 °ซ จนได้สารละลายข้นเหนียว (ระเหยน้ำออก 4-5 เท่า)

2.2.6 นำสารละลายข้นเหนียวที่ได้นี้มาตกตะกอนใน acid-alcohol (4% HCl ใน 75% alcohol) ปริมาตรประมาณ 2-3 เท่าของปริมาตรสารสกัด จะได้เป็นตะกอนขาว แช่ทิ้งไว้ประมาณ 25-30 นาที กรองตะกอนผ่านผ้าไนลอน

2.2.7 ล้างตะกอนใน acid-alcohol 2 ครั้ง กรองและบีบน้ำออกให้แห้ง

2.2.8 ล้างตะกอนใน 75% alcohol 2 ครั้ง กรองและบีบตะกอนให้แห้ง และล้างตะกอนใน 95% alcohol 1 ครั้ง กรองและบีบตะกอนให้แห้ง

2.2.9 เกลี่ยตะกอนบาง ๆ บนถาดแก้วนำไปอบแห้งที่ 60 °ซ นาน 4 ชม. ได้เป็น crude extract นำมาบดละเอียด

2.2.10 ละลาย crude extract ลงในน้ำร้อนให้มีความเข้มข้นประมาณ 2% (อาจแช่ทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อให้ละลายได้มากที่สุด)

2.2.11 อุ่นสารละลายให้ร้อน และเติม Kieselgur (purify) 15 กรัม/ลิตร คนให้เข้ากันทั่ว

2.2.12 กรองขณะอุ่น ๆ ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 41 ใน Bushner funnel โดยใช้ปั๊มน้ำ (aspirator) ช่วยการกรอง จนได้ filtrate ใสไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อนมาก

2.2.13 นำ filtrate ไปทำให้เข้มข้นโดยระเหยน้ำออกโดยเครื่อง rotary evaporator ใช้ความร้อน 60 °ซ จนได้สารละลายข้นเหนียว

2.2.14 นำสารละลายข้นเหนียวนี้มาตกตะกอนใน 75% alcohol ปริมาตร 3 เท่า จะได้เป็นตะกอนแข็งสีขาวแยกออกมา กรองตะกอนผ่านผ้าไนลอน

2.2.15 ล้างตะกอนด้วย 75% alcohol 1 ครั้ง บีบตะกอนให้แห้ง แล้วนำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาดปูด้วย aluminum foil นำไปอบให้แห้งที่ 65 °ซ จนกว่าจะแห้ง ใช้เวลา 6-8 ชม. จะได้เป็นแผ่นแข็งของสารสกัดค่อนข้างใสสีส้มจาง ๆ หรือสีเหลืองจาง ๆ

2.2.16 นำสารสกัดที่ได้มาบดละเอียดแและผ่านแร่งขนาด 80 mesh จะได้สารสกัดเป็นผงละเอียดสีขาวนวล นำไปอบให้แห้งที่ 100 °ซ, 2 ชม. ได้เป็นสารสกัดเปลือกทุเรียน Purified Fraction (F II) เป็นสารสกัดเปลือกทุเรียนที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ (Partially purified)

## 3. การทดสอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน

### 3.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของธาตุ (Elemental Analysis)

วิเคราะห์สารสกัด F I และ F II ที่บดละเอียดผ่านแร่ง 80 mesh และตัวอย่าง F I และ F II ที่อบแห้งเอาความชื้อออกหมดแล้ว วิเคราะห์ส่วนประกอบของ Carbon (C) Hydrogen (H) และ Nitrogen (N) โดยใช้เครื่อง Elemental Analysis (Perkin Elmer 240 C) ที่ combustion temp 950 °C, reduction temp. 650 °C, Helium pressure 18.5 psi และ Oxygen pressure 17.5 psi

### 3.2 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

นำสารสกัด F I และ F II มาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับสาร pectin และ gum arabic ดังต่อไปนี้

3.2.1 Color test for carbohydrate ทดสอบสารคาร์โบฮัยเดรตโดยปฏิกิริยาการเกิดสีของสาร furfral ที่เกิดจากน้ำตาลถูกดูดน้ำออกโดยกรดแก่ และจะรวมตัวได้สารที่มีสีกับน้ำยา Anthrone หรือ 1-naphthol ตามวิธีของ Anthrone test และ Molisch's test (14) ตามลำดับ ทดสอบสารตัวอย่างทั้งก่อนและหลังทำ acid hydrolysis ของสารสกัด F I และ F II

3.2.2 Reduction test for carbohydrate เป็นการทดสอบ reducing sugar test โดยวิธีของ Fehling's test (15) โดยใช้สารตัวอย่างทั้งก่อนและหลังจากทำ acid hydrolysis ของสารสกัด F I และ F II

3.2.3 Iodine solution test for carbohydrate ทดสอบสาร polysaccharides โดยดูการเกิดสีกับน้ำยาไอโอดีน (16)

3.2.4 Tollen's napthoresorcinol test for glycuronic acid ทดสอบสารพวก glycuronates โดยดูการเกิดสีของสารที่ได้จากการต้มสารพวกน้ำตาลใน HCl กับ naphthoresorcinol (1,3 dihydroxynaphthalene) จะได้สารสีม่วงเข้มซึ่งละลายได้ดีใน ether (17)

3.2.5 Precipitation test ทดสอบสารพวก polysaccharides และ polyuronides โดยการตกตะกอนด้วย ethanol หรือ สารละลายเกลือของโลหะหนัก Thorium nitrate (18) Lead acetate และ Ferric choride เป็นต้น

3.3 การวิเคราะห์แร่ธาตุ (19)

ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ Sodium Potassium Calcium Magnesium Manganese Iron Copper Zinc Aluminium Solicon และ Lead โดยวิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer

เตรียมตัวอย่างของสารสกัดเปลือกทุเรียนทั้ง F I และ F II ตามวิธีดังต่อไปนี้

3.3.1 ชั่งตัวอย่างบดละเอียดของ F I และ F II ประมาณ 5 กรัม นำไปเผาเป็น Ash โดยวิธี Dry Ashing (20,21)

3.3.2 นำตัวอย่างจาก dry ashing มาละลายด้วย 10 มล. 6N HCl ใน evaporating dish และทำให้แห้งบน water bath เติม 15 มล. 3N HCl ต้มพอเดือดบน water bath นำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นแล้วกรองผ่านกระดาษกรองลงใน volumetric flask ขนาด 250 มล. พยายามไม่เทตะกอนลงไปและเติม 10 มล. 3N HCl ลงในตะกอนที่เหลือ นำไปต้มพอเดือดใน water bath นำออกมาตั้งทิ้งให้เย็น เทกรองผสมลงไปใน volumetric flask รวมกับสารละลายครั้งแรก ล้าง evaporating dish 3 ครั้งด้วยน้ำกลั่นและกรองผสมรวมลงใน volumetric flask ล้างตะกอนบนกระดาษกรองและปรับปริมาตรเป็น 250 มล.

3.3.3 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณของแร่ธาตุด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectrometer, Shimadzu ICPS-50

## 3.4 การวิเคราะห์ Arsenic

วิเคราะห์หาปริมาณของ arsenic จากการทำปฏิกิริยาการเกิดสีของ arsine กับสารละลาย silver diethyldithiocarbamate วัดสีที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาด้วย spectrophotometer (22,23) และวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer

## 3.5 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล

วิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาลที่ประกอบอยู่ในโครงสร้าง polysaacharide ของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ตามวิธีการดังนี้

3.5.1 เตรียมสารละลายของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ในน้ำมีความเข้มข้น 5% ทิ้งให้สารทดลองพองตัวเต็มที่ในหลอดแก้วขนาดใหญ่

3.5.2 เติมกรด $H_2SO_4$ จนสารละลายมีความเข้มข้น 1 N

3.5.3 นำไปต้มในน้ำเดือด นาน 3-4 ช.ม. เขย่าให้เข้ากันบ่อย ๆ ปิดปากหลอดแก้วด้วยสำลี

3.5.4 ปรับ pH ให้เป็นกลาง โดยใช้ผง $Ba(OH)_2$ เติมทีละน้อยคนจนละลายหมด

3.5.5 นำไปปั่นเอาตะกอนออกด้วยเครื่อง centrifuge ที่ 5000 rpm, 15 นาที เก็บส่วนของน้ำใส (hydrolyzate) มาทำให้เข้มข้นด้วยวิธี Freeze-dried แล้วจึงนำสารละลายมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบของน้ำตาล อาจฟอกสีของสารละลายด้วย pure charcoal ถ้าจำเป็น

3.5.6 นำสารละลายใสมาวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาลโดยวิธี TLC บนแผ่น silica gel 60G และ solvent ประกอบด้วย Acetone : Water : Chloroform : Methanol ในอัตราส่วน 75 : 5 : 10 : 10 และ spray ด้วย 5% 1-napthal ใน alcohol และ $H_2SO_4$ เทียบ spot ของน้ำตาลที่ประกอบอยู่ในสารตัวอย่างกับน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็น standard จากค่า Rf value และสีของน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนแผ่น TLC (24)

3.5.7 วิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาลโดยเครื่องวิเคราะห์ High Performance Liquid Chromatography (HPLC Shimudzu, LC-3A) Column, Supelcosil LC-$NH_2$ (5 micron) ขนาด 25.0 cm x 4.6 mm ID ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase, flow rate 1 ml/min pressure เท่ากับ 468 psi ที่อุณหภูมิห้อง (ambient) ใช้ Detector Refractive Index. เปรียบเทียบ Rf value และ peak height ของน้ำตาลในตัวอย่างกับน้ำตาล standard ได้แก่ glucose fructose mannose galactose rhamnose arabinose xylose glucuronic acid galacturonic acid sucrose maltose และ lactose

### 3.6 <u>การวิเคราะห์ Total Carbohydrate</u>

ทำการวิเคราะห์หา carbohydrate ในสารสกัด F I และ F II โดยวิธี Manual Clegg Anthrone Method (25) โดยการย่อยสาร carbohydrate ด้วย perchloric acid สารพวกแป้งและ soluble sugar ที่ถูก hydrolysed ด้วยกรดนี้ นำมาวิเคราะห์หาน้ำตาลโดยวัดความเข้มของสีโดย anthrone method ผลที่ได้จะแสดงค่าคาร์โบฮัยเดรตในรูปของ glucose

### 3.7 <u>การหาปริมาณความชื้น</u> (26)

ชั่งตัวอย่าง F I และ F II ที่บดละเอียดผ่านแร่ง 80 mesh ประมาณ 5 กรัม ใส่ในจานแก้วมีฝาปิดซึ่งได้ทำความสะอาดและอบแห้งจนมีน้ำหนักคงที่ไว้แล้ว อบตัวอย่างในจานแก้ว ที่ 100 °ซ นาน 6 ซม. ใน hot-air oven โดยเปิดฝาจานแก้วไว้เมื่อครบเวลาจึงปิดฝาจานแก้ว นำออกมาทิ้งให้เย็นใน desiccator บันทึกน้ำหนัก แล้วนำไปอบตามวิธีดังกล่าวอีกนาน 1-2 ชม. นำออกมาชั่งน้ำหนัก ทำเช่นนี้จนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ ค่าน้ำหนักที่หายไปนำไปคำนวณหาปริมาณความชื้นทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง ดังนี้

% moisture = (loss of wt.(g)/wt (g) of sample) x 100

ทำการทดลองตัวอย่างเดียวกันซ้ำ 2-3 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งมีความแตกต่างไม่เกิน ± 3% มาหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในตัวอย่าง

3.8 <u>การหาปริมาณเถ้า</u> (ash)

วิเคราะห์ตามวิธี Dry Ashing (20) ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

3.8.1 ชั่งตัวอย่างบดละเอียด 5 กรัม ใส่ใน porcelain crucible ซึ่งได้ล้างสะอาดโดยต้มเดือดใน 6 N HCl ล้างอบแห้งและเผาที่ 450 °ซ นาน 15 นาที และชั่งน้ำหนัก ($M_2$) ไว้แล้ว

3.8.2 เผาตัวอย่างด้วยเตาไฟฟ้าจนตัวอย่างเป็นสีดำและไม่มีควันเกิดขึ้นอีก

3.8.3 นำตัวอย่างไปทำให้เป็นเถ้าโดยเผาในเตาเผา (furnace) ที่ 550 °ซ จนได้เถ้าเป็นสีขาว

3.8.4 นำออกมาทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก ($M_1$) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเถ้า ดังนี้

$$\% \text{ Ash} = ((M_1-M_2)/\text{wt.(g) sample}) \times 100$$

วิเคราะห์ตัวอย่าง 2-3 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่เกิน ± 5% มาหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เถ้า

3.9 <u>การหาปริมาณเส้นใยอาหาร</u> (Crude fiber)

ทำการวิเคราะหตัวอย่างสารสกัดเปลือกทุเรียนทั้ง F I และ F II ที่บดละเอียดโดยนำมาย่อยด้วยกรดและด่าง ส่วนที่เหลือจากการย่อยนี้เป็นเส้นใยอาหาร ตามวิธีของ Lee (27) ซึ่งทำตามวิธีการดังต่อไปนี้

3.9.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงใน beaker สำหรับทดลองหาเส้นใยอาหาร ขนาด 600 มล.

3.9.2 เติม 200 มล. 1.25% $H_2SO_4$ นำไป reflux นาน 30 นาที

3.9.3 นำไปกรองและล้างด้วยน้ำเดือดจนปราศจากกรด

3.9.4 นำกากที่ได้จากการกรอง ใส่ใน beaker แล้วเติม 200 มล. 1.25% NaOH นำไป reflux อีก 30 นาที

3.9.5 นำมากรองแล้วล้างตะกอนด้วยน้ำเดือดและล้างด้วยแอลกอฮอล์

3.9.6 นำตะกอนเส้นใยที่เหลือไปอบที่ 100-105 °ซ นาน 3 ช.ม. นำไปชั่ง และนำไปอบอีก 15 นาที แล้วชั่งทำเช่นนี้จนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ ($M_1$)

3.9.7 ล้างเอาเส้นใยในภาชนะออกจนหมดแล้วนำไปอบที่ 100-105 °ซ แล้วชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ ($M_2$)

3.9.8 นำค่า $M_1$ และ $M_2$ ที่ได้มาคำนวณดังนี้

% เส้นใยอาหาร = ( ($M_1$ - $M_2$)/น.น.(กรัม)ตัวอย่าง) x 100

วิเคราะห์ตัวอย่าง 2-4 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งต่างกันไม่เกิน ±5% มาหาค่าเฉลี่ยของปริมาณเส้นใยอาหาร (Crude fiber)

3.10 <u>การทดสอบการย่อยด้วยเอ็นไซม์</u> (Enzyme hydrolysis)

ทดสอบการย่อยสาร polysaccharides โดยเอ็นซัยม์ amylase จากน้ำลาย (28) ใช้ตัวอย่าง F I และ F II สารละลาย 1% ในน้ำที่ pH 5 ตัวอย่างละ 2 มล. และเติม 1 มล. น้ำลายทิ้งให้ย่อยใน water bath 37 °ซ นาน 10 นาที ดูผลการย่อยที่เวลา 0 นาที และ 10 นาที โดยการทดสอบกับน้ำยา Iodine solution และ Fehling's test การทดลองใช้ soluble starch เป็น control และใช้น้ำกลั่นเป็น Blank

3.11 <u>การทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ</u>

3.11.1 การตรวจสอบคุณลักษณะทั่ว ๆ ไป ของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ทำโดยการตรวจดูด้วยสายตา การชิมรสและการดมกลิ่น

3.11.2 วิเคราะห์รูปร่างลักษณะและขนาดของผงสารตัวอย่าง F I และ F II ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนโดยเครื่อง Scanning Electron Microscope ถ่ายภาพผงสารตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

3.11.3 วัดจุด melting-point หรือจุด decompose ด้วยเครื่อง Gallenkamp Melting Point Apparatus

3.11.4 ดูลักษณะการละลายในน้ำและวัดความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (Radiometer)

3.11.5 วัดความหนืดของสารละลายในน้ำด้วยเครื่อง Cone and Plate Viscometer

เตรียมสารละลายในน้ำของสารสกัด F I และ F II ในความเข้มข้น 3% วัดความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (Radiometer) วัดความหนืดของ F I และ F II ด้วย Cone/Plate Viscometer (Brookfield Engineering Lab.) กำหนดให้ rate of shear เท่ากับ 50 rpm ใช้ Cone # CP-41 ควบคุมอุณหภูมิขณะวัดที่ 30 °ซ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่อง (display reading) นำมาคำนวณหาความหนืดจากสูตรประจำเครื่องดังนี้

Viscosity (cps) = Display reading x Range/100

ทำการทดลองซ้ำ 5-6 ครั้ง นำค่า viscosity ที่วัดได้แต่ละครั้งมาคำนวณค่าเฉลี่ย

4. <u>ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน</u>

ตำรับยาเตรียมที่เลือกมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ มี 2 ตำรับ คือ Kaolin Mixture with Pectin NF XIII (30) ซึ่งเป็นยาภายในใช้รับประทานและ Calamine lotion ซึ่งเป็นยาทาภายนอก

4.1 <u>สูตรตำรับยา</u>

**ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin NF XIII**

Rx

| | |
|---|---|
| Kaolin | 10.00 กรัม |
| Pectin | 0.50 กรัม |
| Tragacanth | 0.25 กรัม |
| Benzoic acid | 0.10 กรัม |
| Saccharin Sodium | 0.50 กรัม |
| glycerine | 1.00 มล. |
| Pepermint oil | 0.04 มล. |
| Purified water to | 50 มล. |

หมายเหตุ ตำรับทดลองใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทน Pectin และ Tragacanth ตามที่กำหนดไว้

**ตำรับที่ 2 Calamine Lotion**

Rx

| | |
|---|---|
| Calamine | 7.5 กรัม |
| Zinc Oxide | 2.5 กรัม |
| Menthol | 0.1 กรัม |
| Camphor | 0.1 กรัม |
| CMC | 1.5 กรัม |
| Glycerine | 2.5 มล. |
| Purified water to | 50 มล. |

หมายเหตุ ผง Calamine ต้องผ่านแร่ง 40 mesh ก่อนใช้ ตำรับทดลองใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทน CMC ในปริมาณตามที่กำหนดไว้

4.2 <u>วิธีเตรียมตำรับยา</u>

**ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin NF-XIII**

1. ผสม Kaolin กับน้ำประมาณ 25 มล. ใน beaker

2. บด pectin, tragacanth (หรือสารสกัดเปลือกทุเรียน) กับ glycerine ในโกร่งแห้ง

3. ละลาย benzoic acid ในน้ำเดือด 10 มล. ค่อย ๆ เติมลงในโกร่งขณะร้อนพร้อมกับบดเร็ว ๆ จน pectin หรือสารตัวอย่างพองตัวเต็มที่

4. เติมสารละลาย saccharin sodium, pepermint oil และสารละลาย Kaolin ในน้ำจากข้อ (1) ลงบดผสมในโกร่งให้เข้ากัน

5. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มล. ผสมให้เข้ากัน

ตำรับที่ 2 Calamine Lotion

1. ผสม Calamine กับ glycerin และน้ำเล็กน้อย levigate ในโกร่ง porcelain

2. เติม Zine Oxide ลงในโกร่งบดผสมกัน

3. เติม Menthol และ Comphor ซึ่งได้ทำเป็น eutectic mixture ไว้แล้ว ผสมลงในโกร่ง

4. เติม CMC (หรือการสกัดเปลือกทุเรียน) ซึ่งได้เตรียมเป็น mucilage ไว้แล้ว ผสมลงในโกร่ง บดผสมสารที่เติมในโกร่งทั้งหมดให้เข้ากัน

5. เติมน้ำจนครบปริมาตร 50 มล. ผสมให้เข้ากัน

4.3 <u>ตำรับยาที่ทดลอง</u>

**ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin NF XIII**

เตรียมตำรับยาทั้งหมด 8 ชุด ๆ ละ 2 ตำรับ ดังต่อไปนี้

K-S = เป็น Standard เป็นตำรับยา Kaolin Mixture with Pectin NF XIII ที่มี Pectin และ tragacanth

K-C = เป็น Control ไม่มี Pectin และ Tragacanth

K-CP = เป็น Control ในตำรับมี Pectin แต่ไม่มี Tragacanth

K-CT = เป็น Control ในตำรับ ไม่มี Pectin แต่มี Tragacanth

K-FI T = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F I แทน Pectin และมี Tragacanth

K-FII T= เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F II แทน Pectin และมี Tragacanth

K-F I = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F I แทน Pectin และไม่มี Tragacanth

K-F II = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F II แทน Pectin และไม่มี Tragancanth

**ตำรับที่ 2** Calamine Lotion

เตรียมตำรับยาทั้งหมด 5 ชุด ๆ ละ 2 ตำรับ ดังต่อไปนี้

C-S = เป็น Standard เป็นตำรับยา Calamine Lotion ตามสูตรตำรับมาตรฐาน

C-C = เป็น Control ในตำรับ ไม่มี CMC

C-F I = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F I แทน CMC

C-F II = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F II แทน CMC

C-F II-1.0 = เป็นตัวอย่างทดลอง ในตำรับมี F II แทน CMC แต่ใช้ F II เพียง 1.0 กรัม

4.4 <u>ศึกษาความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน</u>

การประเมินความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน นิยมประเมินจากค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 Sedimentation Volume (30,31)

โดยการประเมินคุณสมบัติของสารแขวนตะกอนจากปริมาตรของการตกตะกอน (sedimentation valume) โดยการคำนวณอัตราส่วนของปริมาตรหรือความสูงสุดท้ายของตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ในระยะเวลาหนึ่งต่อปริมาตรหรือความสูงเริ่มต้นของยาน้ำแขวนตะกอนคำนวณค่าปริมาตรของการตกตะกอนจากสูตรดังนี้

$$F = Vu/Vo \text{ หรือ } Hu/Ho$$

F = Sedimentation Volume

Vu = ปริมาตรของตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

Vo = ปริมาตรของตะกอนเมื่อเริ่มต้น

Hu = ความสูงของตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

Ho = ความสูงของตะกอนเมื่อเริ่มต้น

ตำรับยาทุกตำรับจาก 4.3 นำมาเขย่าให้ผงยาแขวนตะกอนสม่ำเสมอ บันทึกปริมาตรหรือความสูงของตะกอนเริ่มต้น แล้วตั้งทิ้งไว้โดยไม่ให้กระเทือน ทิ้งให้ตกตะกอนนอนก้นในระยะเวลาหนึ่งจนได้ค่าปริมาตรหรือความสูงของตะกอนคงที่ บันทึกค่าที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาตรของการตกตะกอน (sedimentation volume) จากสูตรดังกล่าวข้างต้น

4.4.2 Redispersibility value

เป็นค่าที่ใช้ประเมินความสามารถในการกลับกระจายตัวของผงยาเมื่อเขย่าขวด ทำโดยการนำขวดยาน้ำแขวนตะกอนที่ตกตะกอนคงที่และคำนวณปริมาตรของการตกตะกอนแล้วมาเขย่า การเขย่าทำโดยกลับขวดยาคว่ำลงและหงายขึ้น 1 ครั้ง ถือเป็นการเขย่าขวด 1 ครั้ง นับจำนวนครั้งของการเขย่าขวดจนกระทั่งผงยาในยาน้ำแขวนตะกอนกระจายตัวสม่ำเสมอ (30)

4.4.3 Dense of Sediment

การหาค่าความแน่นของตะกอน (Dense of Sediment) เป็นค่าที่ใช้ประเมินความแน่นของผงยาและความสามารถในการกระจายตัว เมื่อทำการกลับขวดยาขึ้นลง 1 ครั้งที่เวลาสิ้นสุดการทดลองหาค่าปริมาตรของการตกตะกอน (Sedimentation Volume) (30)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ผลการวิจัย

## 1. ผลการสกัดสารจากเปลือกทุเรียน

การสกัดสารจากเปลือกสดของผลทุเรียนโดยทำการสกัดสาร 2 วิธี คือ

### 1.1 Alcohol extraction

โดยการทำ alcohol precipitation จาก aqueous extract ของเปลือกทุเรียนได้สารสกัดเป็นตะกอนวุ้น นำมาอบให้แห้งและบดละเอียด สารสกัดที่ได้เป็นเป็น crude fraction (F I) มีขั้นตอนการสกัดดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 สารสกัดที่ได้มี % yield เท่ากับ 2.18% สารสกัด crude fraction เป็นสารที่ยังไม่เป็นสารบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อนเมื่อเก็บทิ้งไว้นานสีจะค่อย ๆ เข้มขึ้นเป็นสีส้มปนสีน้ำตาล ไม่มีจุดหลอมเหลวจะสลายตัว (decompose) เมื่อให้ความร้อนถึง 174-176 °ซ จะเริ่มไหม้มีสีเข้มขึ้นจนถึงเป็นสีน้ำตาลดำ สารสกัดเปลือกทุเรียน F I สามารถพองตัวเป็นของเหลวข้นหนืดในน้ำ ค่อนข้างขุ่นมีสีน้ำตาลอ่อน สารละลายในน้ำ 3% มีความหนืด 130.6 cps. มี pH 5.8 ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

### 2. Acid-alcohol extraction

โดยการทำ acid-alcohol precipitation จาก aqueous extract ของเปลือกทุเรียนได้สารสกัดเป็นตะกอนวุ้นนำมาอบแห้งแล้วบดเป็นผงเป็น crude extract นำมาทำให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยนำสารละลายน้ำของ crude extract มาทำ alcohol precipitation ซ้ำ ได้เป็นตะกอนขาวตกออกมา นำตะกอนมาอบแห้งและบดละเอียดได้เป็นสารสกัด purified fraction (F II) เป็นสารที่ค่อนข้างจะบริสุทธิ์ (partially puried) วิธีการสกัดมีขั้นตอนดังแสดงไว้ใน รูปที่ 3 ได้สารสกัดคิดเป็น % yield เท่ากับ 1.03% สารสกัด partially purify fraction (F II) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวนวล เมื่อเก็บทิ้งไว้นาน 6 เดือนจะเห็นสีเข้มขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่มีจุดหลอมเหลว จะสลายตัว (decompose) เมื่อให้ความร้อนถึง 174-176 °ซ จะเริ่มเปลี่ยนสีและไหม้เป็นสีน้ำตาลดำ สารสกัดเปลือกทุเรียน F II จะพองตัวเป็น

วิธีเตรียมสารสกัดเปลือกทุเรียน

Crude Fraction (F I)

เปลือกทุเรียน (mesocarp) + น้ำ

1 ก.ก. 5 ลิตร

เติม Sod. hexamataphosphate

ต้มเดือดอ่อน ๆ , 20 นาที

ปรับ pH 4.5-

ด้วย citric acid

↓

กรองผ่านผ้าขาวบาง

↓

Filtrate

เติม filter aid กรองผ่านกระดาษกรอง

↓

Filtrate ใส

Concentrate

↓

Extract ข้นเหนียว

75% alcohol ปริมาตร

3 เท่า กรองผ่านผ้าไนลอน

↓

ตะกอนวุ้น

ล้างตะกอนด้วย 75% alcohol 2 ครั้ง

ล้างด้วย 95% alcohol 1 ครั้ง

อบให้แห้งที่ 65 °ซ 4 ชม.

↓

ของแข็งสีน้ำตาลอ่อน

บดละเอียด

ผ่านแร่ง

↓

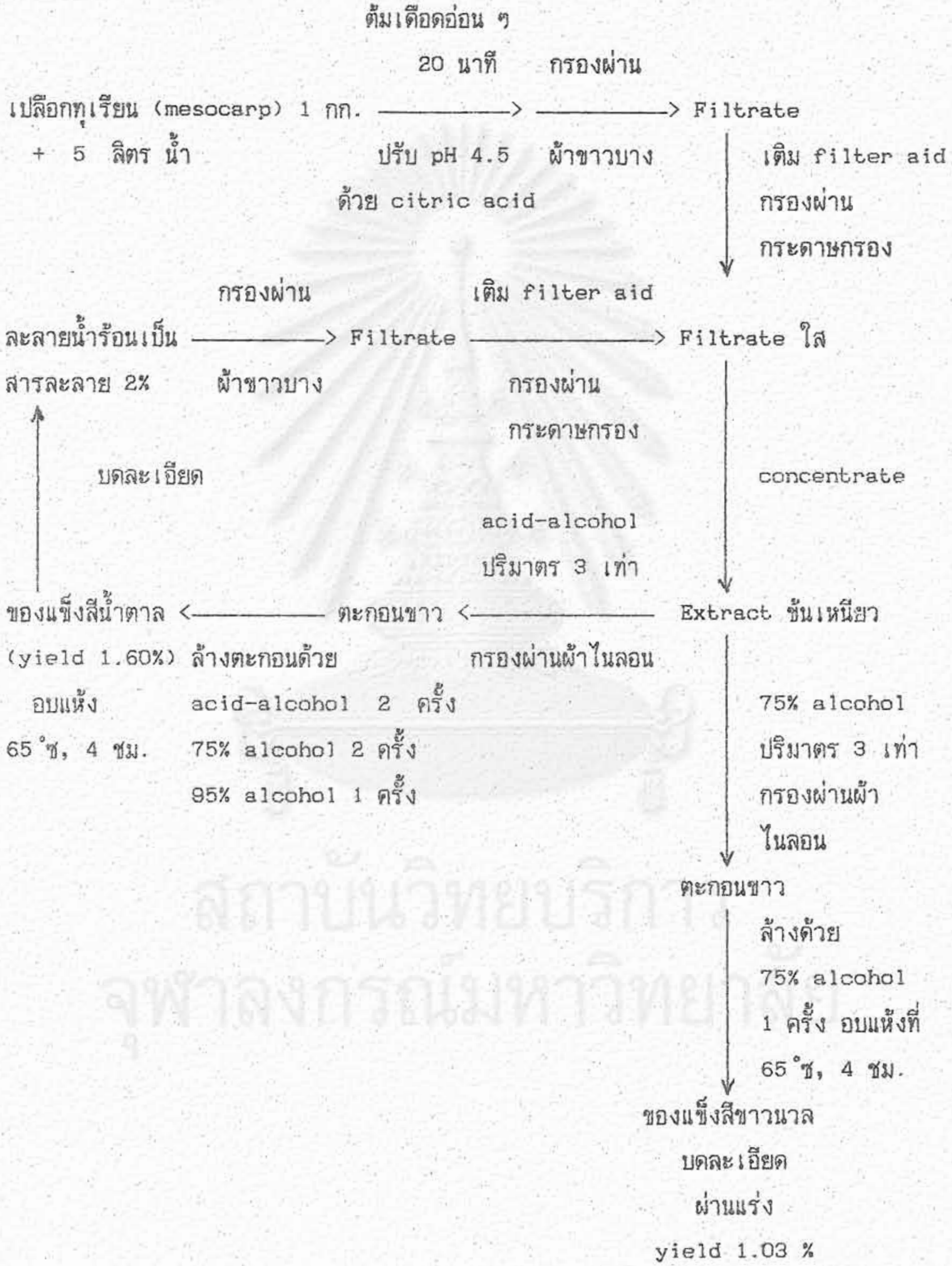
yield 2.18 %

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการสกัดสาร crude fraction จากเปลือกทุเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีเตรียมสารสกัดเปลือกทุเรียน

Partially Purify Fraction (F II)




รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการสกัดสาร purified fraction จากเปลือกทุเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดเปลือกทุเรียน crude fraction และ purified fraction

| | Crude Fraction (F I) | Purified Fraction ( F II) |
|---|---|---|
| วิธีการเตรียม | ตกตะกอนสารละลาย aqueous extract ของเปลือกทุเรียนใน 60% alcohol<br>สกัดได้ yield 2.18 % | ตกตะกอนสารละลาย aqueous extract จากเปลือกทุเรียนด้วย acid alcohol ได้เป็น crude extract ตกตะกอนสารละลายน้ำของ crude extract ด้วย 75 % alcohol<br>สกัดได้ yield 1.03 % |
| ลักษณะของสารสกัด | เป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อนมีกลิ่นเฉพาะ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีจุด decompose ที่ 174-176 ° ซ | เป็นของแข็งสีขาวนวล มีกลิ่นเฉพาะ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีจุด decompose ที่ 174-176 °ซ |
| การละลาย | พองตัวและละลายได้ในน้ำได้เป็นสารละลายหนืดค่อนข้างขุ่น มีสีน้ำตาลอ่อน<br><br>สารละลายน้ำ 3% มีความหนืด 130.6 cps* มี pH 5.8<br>พองตัวเป็นเจลแข็งใส ใน alcohol | พองตัวและละลายได้ในน้ำ เป็นสารละลายหนืด ใส ไม่มีสี<br><br>สารละลายน้ำ 3% มีความหนืด 207.6 cps* มี pH 2.8<br>พองตัวเป็นเจลแข็งใส ใน alcohol |

* สารละลายน้ำ 3% pectin มีความหนืด 79.4 cps

ของเหลวข้นหนืดในน้ำ ค่อนข้างใสไม่มีสี สารละลายในน้ำ 3% มีความหนืด 207.6 cps มี pH 2.8 ดังผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

## 2. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน

การทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ และวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ธาตุ (Elemental Analysis)

จากการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่าง F I และ F II และตัวอย่างที่นำไปอบจนแห้งปราศจาก moisture เป็นตัวอย่าง F I (Dried) และ F II (Dried) จากผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนมีส่วนประกอบของ carbon (C) ในอัตราร้อยละ 17.79 และ 21.31 ใน F I และ F II และพบมีร้อยละ 19.33 และ 22.89 ใน F I (Dried) และ F II (Dried) ตามลำดับ มีส่วนประกอบของ Hydrogen (H) ร้อยละ 3.11 และ 3.48 ใน F I และ F II ส่วนใน F I (Dried) และ F II (Dried) พบมีร้อยละ 2.72 และ 3.24 ตามลำดับ ไม่พบมีธาตุ Nitrogen (N) เป็นส่วนประกอบในสารสกัดเปลือกทุเรียน

### 2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 3 การทดลองได้เปรียบเทียบกับ pectin และ gum arabic

2.2.1 <u>การทดสอบ Color test for carbohydrate</u> โดยการทดลองทำ Anthrone test จะให้ผล ⊕ ve กับสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II จะเห็นสารสีเขียวเกิดขึ้นบนชั้นของกรดซัลฟูริคเข้มข้น และการทดสอบโดยวิธี Molisch's test พบให้ผล ⊕ ve เช่นกัน โดยจะเห็นเป็นวงแหวน

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ Elemental Analysis

| ตัวอย่าง | Elements | | |
|---|---|---|---|
| | % N | % C | % H |
| สารสกัด F I (Dried) | – | 19.33 | 2.72 |
| สารสกัด F II (Dried) | – | 22.89 | 3.24 |
| สารสกัด F I | – | 17.79 | 3.11 |
| สารสกัด F II | – | 21.31 | 3.48 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สีม่วงบนชั้นของกรดซัลฟูริคเข้มข้น การทดสอบกับ pectin และ gum arabic ซึ่งเป็นสารคาร์โบฮัยเดรต พบว่าให้ ⊕ ve test กับการทดสอบทั้งสองวิธีเช่นกัน นอกจากนี้สารละลายของสารสกัดเปลือกทุเรียนที่ได้จากการทำ acid hydrolysis แล้วยังพบว่าให้ผล ⊕ ve test กับการทดสอบตามวิธีข้างต้นเช่นเดียวกัน แสดงว่าสารสกัด F I และ F II แสดงคุณสมบัติของสารคาร์โบฮัยเดรตทั้งก่อนและหลังการทำ acid hydrolysis (ตารางที่ 3) การต้มสารสกัด F I และ F II ใน N HCl ยังคงคุณสมบัติของการเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตอยู่ได้ pectin และ gum arabic พบว่าให้ผลเช่นเดียวกัน

2.2.2 <u>การทดสอบ Reduction test for carbohydrate</u> โดยทำการทดสอบ Fehling's test น้ำตาลที่มีคุณสมบัติเป็นสาร reduction ได้จะสามารถ reduce สารละลาย $CuSO_4$ เมื่อต้มในด่างได้สาร cuprous oxide เป็นตะกอนสีแดงภายใน 1/2-1 นาที การทดสอบสารสกัด F I และ F II สารละลาย 1% กับ Fehling's test พบว่าไม่ให้ผล ⊕ ve test แม้จะต้มอยู่นานถึง 5 นาที อย่างไรก็ดีเมื่อต้มต่อไปอีกนาน ๆ พบว่าจะมีตะกอนแดงเกิดขึ้นได้ ซึ่งการทดสอบกับ pectin และ gum arabic พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกทุเรียน อย่างไรก็ดีเมื่อทำ acid hydrolysis ของสารสกัด F I และ F II โดยการต้มกับ N HCl นาน 45 นาที แล้วทำให้เป็นกลางด้วย NaOH เข้มข้นแล้วนำมาทดสอบ Fehling's test อีกครั้ง จะพบว่าจะได้⊕ ve test โดยเกิดเป็นตะกอนสีแดงของ cuprous oxide เมื่อต้มในเวลาภายใน 1 นาที ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 การทดลองกับ pectin ละ gum arabic พบให้ผลเช่นเดียวกัน

2.2.3 <u>การทดสอบ glycuronic acid</u> ผลการทดสอบสารพวก glycuronic acid โดยวิธี Tollen's naphthoresorcinal กับสารสกัด F I และ F II ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 สารสกัดเปลือกทุเรียนทั้ง 2 fraction จะให้ ⊕ ve test กับการทดสอบนี้ทั้งก่อนและหลังการทำ acid hydrolysis ได้ผลให้สารสีม่วงเข้ม (deep purple) ซึ่งละลายได้ดีใน ether ซึ่งลอยอยู่บนชั้นของ aqueous phase การทดลองกับ pectin ให้ผลไม่ชัดเจน ส่วน gum arabic ให้ผล ⊕ ve test อย่างชัดเจน ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปลือกทุเรียนเปรียบเทียบกับ Pectin และ Gum

| สารตัวอย่าง<br>สารทดลอง | Molisch's<br>test | Anthrone<br>test | Fehling's<br>test | $I_2$-solution<br>test | Tollen's<br>naphthoresorcinol |
|---|---|---|---|---|---|
| เปลือกทุเรียน F I | ⊕ ve<br>(ม่วง) | ⊕ ve<br>(เขียว) | ⊖ ve<br>(5 นาที) | ⊕ ve<br>(ม่วงแดง) | ⊕ ve<br>(ม่วงเข้ม) |
| acid hydrolysis F I | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊕ ve<br>(1 นาที) | ⊖ ve | ⊕ ve<br>(ม่วงเข้ม) |
| เปลือกทุเรียน F II | ⊕ ve<br>(ม่วง) | ⊕ ve<br>(เขียว) | ⊖ ve<br>(5 นาที) | ⊕ ve<br>(ม่วงแดง) | ⊕ ve<br>(ม่วงเข้ม) |
| acid hydrolysis F II | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊕ ve<br>(1 นาที) | ⊖ ve | ⊕ ve<br>(ม่วงเข้ม) |
| Pectin | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊖ ve<br>(5 นาที) | ⊖ ve | ⊖ ve |
| acid hydrolysis<br>pectin | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊕ ve<br>(1 นาที) | | ⊖ ve |
| Gum arabic | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊖ ve<br>(5 นาที) | ⊖ ve | ⊕ ve<br>(ม่วงแดง) |
| acid hydrolysis<br>Gum arabic | ⊕ ve | ⊕ ve | ⊕ ve<br>(1 นาที) | | ⊕ ve<br>(ม่วงเข้ม) |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบน้ำตาล pentose โดยทำปฏิกิริยากับ Orcinol reagent (14) จะให้สารมีสีน้ำเงินอมเขียว พบว่าทั้ง F I และ F II จะเห็นสีเขียวไม่ชัดเจน ในขณะที่ gum arabic จะให้ ⊕ ve test ชัดเจนกว่า ส่วนการทดสอบน้ำตาล ketose ได้แก่ fructose โดย Seliwanoff test (14) ซึ่งจะได้สารสีแดงอมส้ม พบว่า acid hydrolyzate ของ F I จะให้ ⊕ ve test ไม่ชัดเจนเห็นเป็นสีจาง ๆ และ F II จะไม่ให้ ⊕ ve test เช่นกัน

2.2.4 <u>การทดสอบ Iodine solution test</u> สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II จะทำปฏิกิริยากับน้ำยา Iodine ได้ ⊕ ve test ให้สารสีม่วงแดง ในขณะที่ pectin และ gum arabic ให้ ⊖ ve test กับน้ำยา Iodine ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 อย่างไรก็ดีสารละลายของ F I และ F II หลังการทำ acid hydrolysis จะให้ ⊖ ve test กับน้ำยา Iodine (ตารางที่ 3)

2.2.5 <u>การทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอน</u> (Precipitation test) สารพวก polyuronides จะมีคุณสมบัติที่ตกตะกอนได้กับ alcohol และกับสารละลายเกลือของโลหะหนักพบว่าสารละลายของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ตามผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเกิดเป็นตะกอนวุ้นแข็งกับ alcohol และ กับสารละลาย Thorium nitrate Lead acetate และ Ferric chloride เช่นเดียวกับสารละลาย pectin ผลที่ได้จะต่างกับของ gum arabic (ตารางที่ 4) ซึ่งให้เป็นตะกอนละเอียดแทน

### 2.3 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแร่ธาตุ

การวิเคราะห์หาปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ Sodium (Na), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Iron (Fe), Copper (Cu), Zinc (Zn), Aluminium (Al), Silicon (Si) และ Lead (Pb) ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer ส่วน Arsenic (As) ตรวจวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐาน USP XXI และวิเคราะห์ซ้ำด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของสารสกัดเปลือกทุเรียนในสารละลายโลหะหนักและ alcohol เปรียบเทียบกับ pectin และ gum

| ตัวอย่างสารทดลอง | 10% Thorium nitrate | Sat.Lead Acetate | 10% Ferric Chloride | 95% alcohol |
|---|---|---|---|---|
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F I | ตะกอนวุ้นเบา | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F II | ตะกอนวุ้นเบา | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส |
| Pectin | ตะกอนวุ้นแข็งขาว | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส | ตะกอนวุ้นแข็งใส |
| Gum arabic (acacia) | ตะกอนขาว | ตะกอนละเอียดขาว | ตะกอนละเอียด | ตะกอนละเอียดขาว |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่พบมีอยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II พบมีแร่ธาตุชนิดที่มีอยู่มากในสารสกัดเปลือกทุเรียน ได้แก่ Potassium Sodium Calcium และ Magnesium ในปริมาณต่าง ๆ กัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 ใน F II พบมี K และ Na ค่อนข้างสูง คือมีถึง 5.64% และ 4.21% ตามลำดับ ในขณะที่ F II จะถูกกำจัดพวก K Na และ Mg ออกไปเป็นส่วนใหญ่ แต่พบว่ามี Ca มากถึง 1.02% และมี K เหลืออยู่ 2.21% ในขณะที่มี Na และ Mg น้อยกว่า F I พวกแร่ธาตุที่พบน้อย ได้แก่ Mn Fe Cu Zn Al และ Si พบมีปริมาณของ Fe Zn Al และ Si ใน F II น้อยกว่าที่พบใน F I (ตารางที่ 6) พบมี Pb น้อยมากในสารสกัดเปลือกทุเรียน มีน้อยกว่า 0.08 ppm ในขณะที่ไม่พบมี As อยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียนเลย (ตารางที่ 6)

## 2.4 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล

### 2.4.1 วิเคราะห์ด้วย TLC

ตัวอย่างสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ที่ได้จากการทำ acid hydrolysis แล้ว สารพวก polysaccharide ที่มีอยู่จะถูก hydrolysed ได้เป็นสารละลายของ hydrolyzate ที่ประกอบด้วยพวก monosaccharide ถ้าหากว่าการทำ hydrolysis เป็นไปอย่างสมบูรณ์จึงไม่ควรมีน้ำตาล disaccharide trisaccharide หรือ oligosaccharide เหลืออยู่สารละลาย acid hydrolyzate ถ้ามีสีควรจะฟอกสีออกด้วย pure charcoal แล้วนำมาวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาลโดยวิธีง่าย ๆ คือการทำ TLC เทียบกับน้ำตาลต่าง ๆ ที่ใช้เป็น standard จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 4 พบว่า F I และ F II น่าจะมีน้ำตาลที่ตรงกับ standard rhamnose glucose และ galactose เป็นส่วนประกอบ

### 2.4.2 วิเคราะห์ด้วย HPLC

เมื่อทำการวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาลโดยการใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยใช้ column Supelcosil LC-$NH_2$ ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase พบว่าได้ผลการแยกชนิดของน้ำตาลดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-8 ในรูปที่ 5

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่พบมากในสารสกัดเปลือกทุเรียน

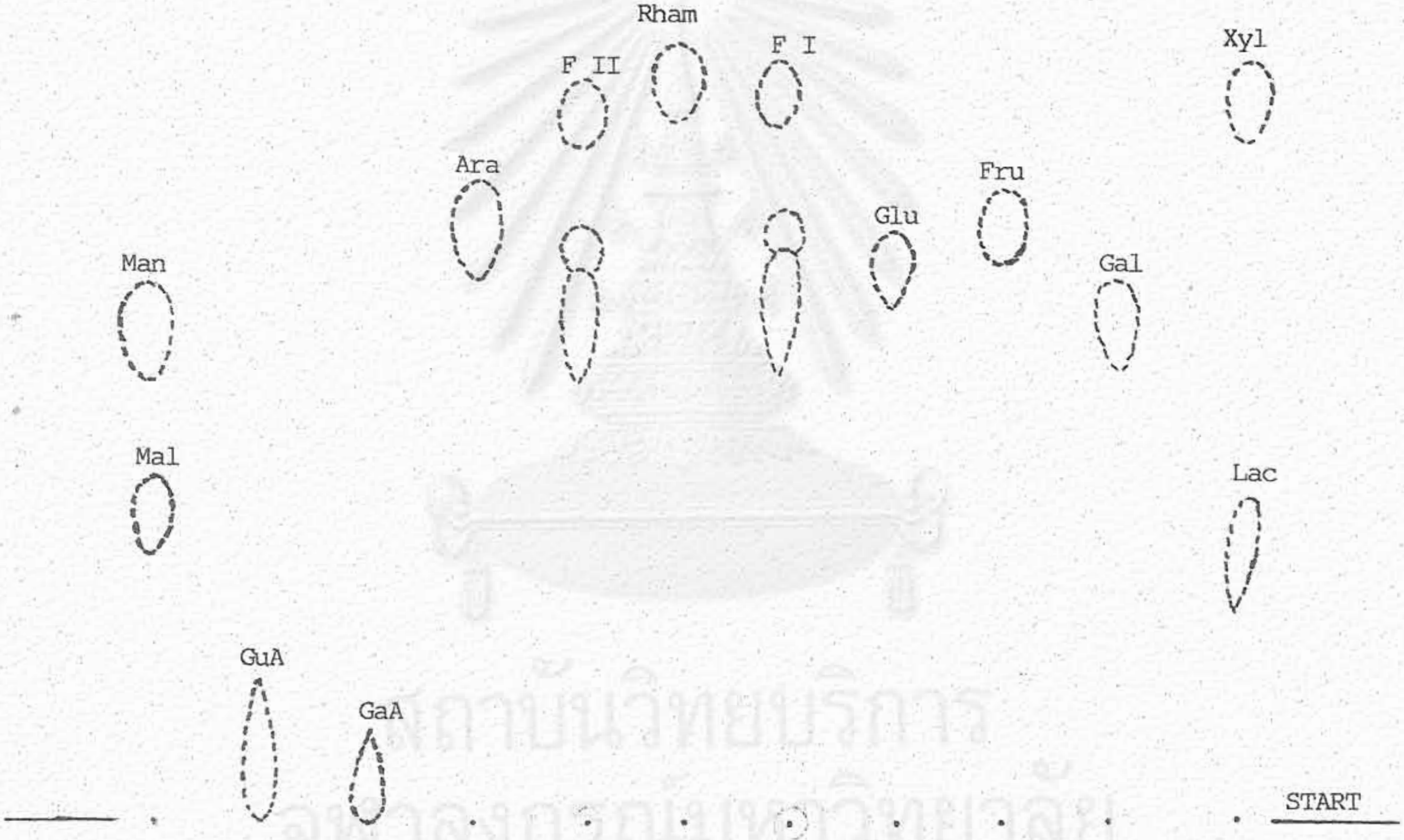
| ตัวอย่าง | ชนิดของแร่ธาตุ (กรัม/100 กรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | K | Na | Ca | Mg |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F I | 5.64 | 4.21 | 0.70 | 1.38 |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F II | 2.21 | 0.29 | 1.02 | 0.80 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่พบน้อยมากในสารสกัดเปลือกทุเรียน

| ตัวอย่าง | ชนิดของแร่ธาตุ (มก./100 กรัม) | | | | | | ชนิดแร่ธาตุ (ppm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mn | Fe | Cu | Zn | Al | Si | Pb | As |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F I | 10.37 | 44.70 | 1.15 | 8.45 | 75.45 | 10.80 | <0.08 | None |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F II | 10.22 | 19.26 | 1.21 | 3.92 | 16.33 | 3.37 | <0.08 | None |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



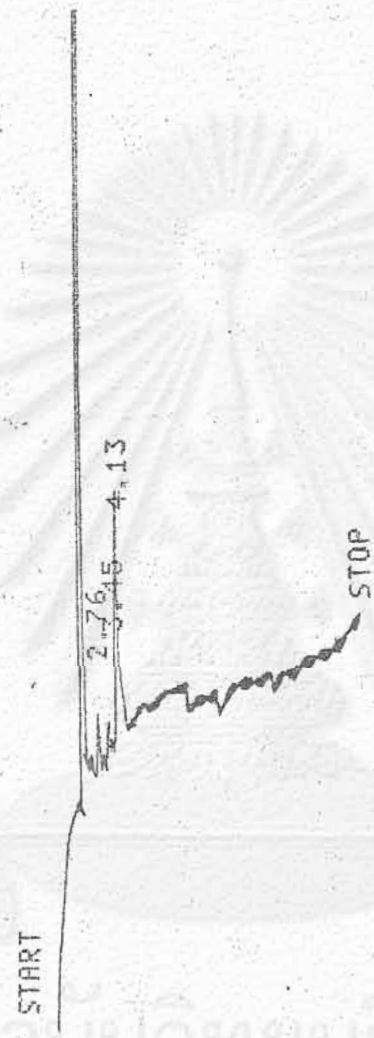

รูปที่ 4 การแยกน้ำตาลด้วย TLC ใช้ Silicagel 60G เป็น stationary phase ใช้ Solvent ประกอบด้วย acetone:water:chloroform:methanol (75:5:10:10) เป็น mobile phase ตรวจสอบน้ำตาลโดยทำให้เกิดสีกับ 1-naphthol-sulfuric acid

แสดง peak ของน้ำตาลจากสารตัวอย่าง F II ประกอบด้วย 3 peak (รูปที่ 5) ที่ retention time 2.76, 3.45 และ 4.13 ตามลำดับ เมื่อทดลองซ้ำโดยเติม standard glucose 0.03 มก. ลงในสารละลาย hydrolyzate F II และ ผ่านเข้าเครื่อง HPLC ผลที่ได้ดังในรูปที่ 6 (a) จะเห็นว่า peak height ที่ retention time 4.13 จะเพิ่มขึ้น แสดงว่า standard glucose ที่เติมลงไปจะออกมาที่ peak 4.13 ตรงกับ peak หนึ่งที่พบในตัวอย่าง F II ซึ่งตรงกับ peak ของน้ำตาล glucose

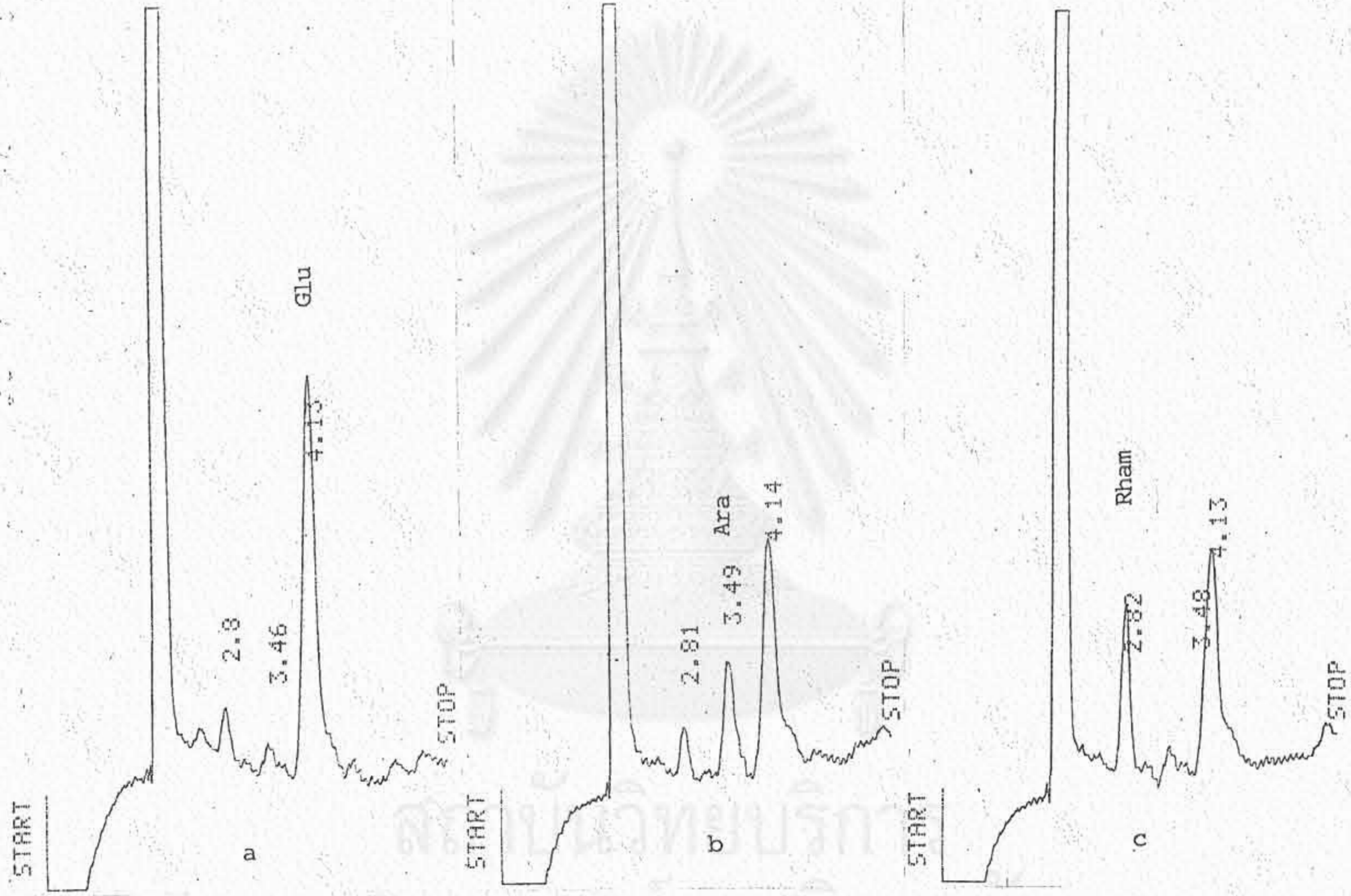
เมื่อทดลองโดยเติม standard arabinose 0.03 มก. ลงในตัวอย่าง เมื่อฉีดตัวอย่างผสม arabinose เข้าเครื่อง HPLC ผลที่ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 6 (b) มี peak ที่ 3.49 มี peak height เพิ่มขึ้น ซึ่งออกมาเป็น peak เดียวกับ peak ที่มีในสารตัวสอย่างคือที่ peak 3.45 (รูปที่ 5) หรือ peak 3.46 (รูปที่ 6 (a)) หรือ peak 3.48 (รูปที่ 6 (c)) แสดงว่าสารตัวอย่างมีน้ำตาลออกมาใน peak ที่ตรงกับ arabinose

เมื่อทดลองเติม standard rhamnose 0.03 มก. ลงในสารตัวอย่างและฉีดเข้าเครื่อง HPLC ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 6 (c) จะเห็น peak ของ rhamnose ออกมาที่ retention time 2.82 ซึ่งตรงกับ peak ของสารตัวอย่างที่ peak 2.76 (รูปที่ 5) หรือที่ peak 2.8 และ 2.81 ในรูปที่ 6 (a) และรูปที่ 6 (b) ตามลำดับ จากรูปที่ 5 พบว่าสารสกัด F II เมื่อผ่าน HPLC จะแยกน้ำตาลได้ 3 peak มีค่า retention time เท่ากับ 2.76, 3.45 และ 4.13 มีค่า peak height เป็นมิลลิเมตรเท่ากับ 65, 40 และ 305 ตามลำดับ เทียบเท่ากับ Standard Rhamnose Arabinose และ Glucose ในปริมาณ 0.013 mg 0.013 mg และ 0.038 mg ตามลำดับ

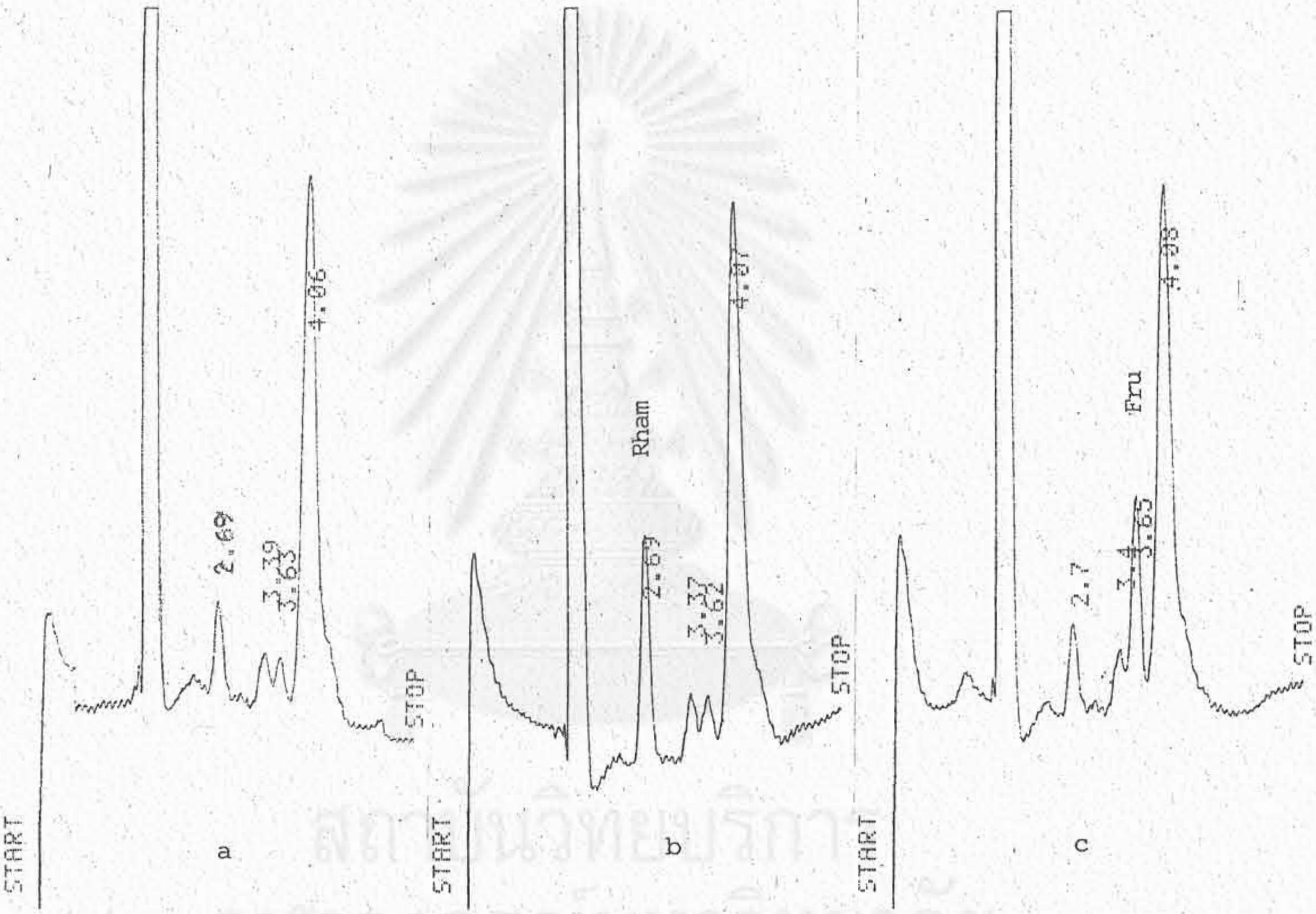
การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาลในสารตัวอย่าง F I ด้วย HPLC ได้ผลแสดงไว้ในรูปที่ 7 และ 8 การแยกสารน้ำตาลจาก hydrolyzate ของ F I จาก HPLC พบมีทั้งหมด 4 peak คือที่ retention time 2.69, 3.39, 3.63 และ 4.06 ตามลำดับ การเติม carrier ด้วย standard rhamnose 0.03 มก. ลงใน hydrolyzate ของตัวอย่าง F I



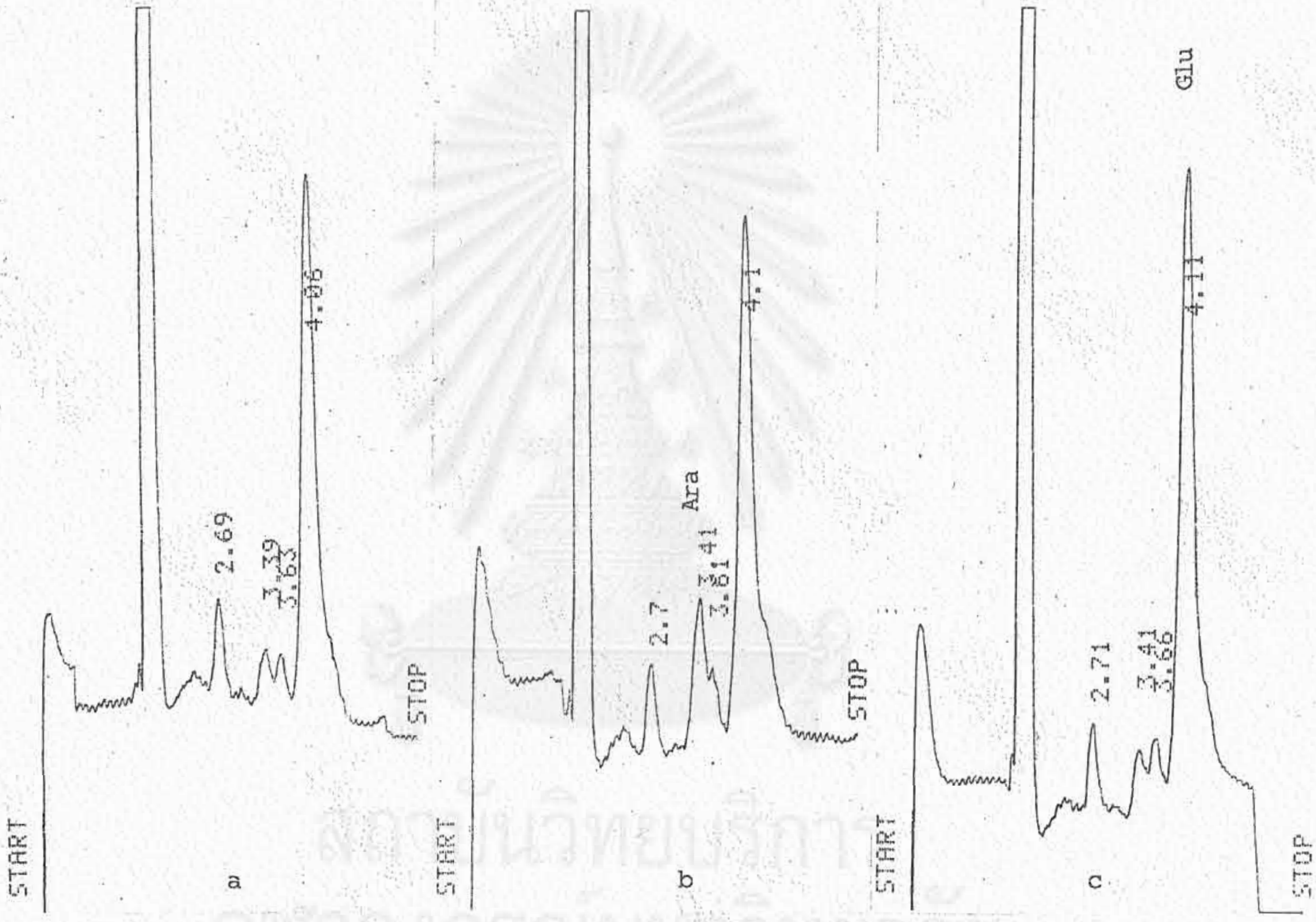

รูปที่ 5 การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F II acid hydrolyzate จาก column Supelcosil LC-$NH_2$ ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase มี flow rate 1.0 ml/min, recorder speed 2 mm/min.




รูปที่ 6 การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F II acid hydrolyzate จาก colume Supelcosil LC-$NH_2$ ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase มี flow rate 1.0 ml/min, recorder speed 10 mm/min. (a) F II + standard glucose 0.03 mg (b) F II + standard arabinose 0.03 mg (c) F II + standard rhamnose 0.03 mg.




รูปที่ 7 การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F I acid hydrolyzate จาก column Suplecosil LC-$NH_2$ ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase มี flow rate 1.0 ml/min. recorder speed 10 mm/min. (a) F I (b) F I + standard rhamnose 0.03 mg (c) F I + standard fructose 0.03 mg.




รูปที่ 8 การแยกน้ำตาลด้วย HPLC ของสารละลาย F I acid hydrolyzate จาก colume Suplelcosil LC-$NH_2$ ใช้ 75% acetonitrile ในน้ำเป็น mobile phase flow rate 1.0 ml/min. recorder speed 10 mm/min. (a) F I (b) F I + standard arabinose 0.03 mg (c) F I + standard glucose 0.03 mg.

เมื่อฉีดเข้า HPLC จะได้ผลดังรูปที่ 7 (b) จะพบที่ peak ที่ retention time 2.69 มี peak height เพิ่มขึ้น แสดงว่าเป็น peak ของ standard rhamnose ซึ่งออกมาตรงกับ peak 2.69 ในตัวอย่าง F I (รูปที่ 7 (a)) และเมื่อเติม standard fructose ผสมลงใน hydrolyzate ของ F I ผลที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 7 (c) fructose จะออกมาที่ peak ที่มี retention time 3.65 ซึ่งจะเป็น peak เดียวกับ peak ที่พบในตัวอย่าง F I คือ peak ที่ 3.63, 3.62, 3.61 และ 3.66 ในรูปที่ 7 (a), 7 (b), 8 (b) และ 8 (c) ตามลำดับ

การเติม standard arabinose ผสมลงใน hydrolyzate ของ F I และฉีดผ่านเข้าเครื่อง HPLC จะได้ผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 (b) พบ peak ของ arabinose ออกมาที่ retention time 3.41 ซึ่งจะเป็น peak เดียวกับ peak หนึ่งในสารตัวอย่าง F I ซึ่งตรงกับ peak ที่ 3.39, 3.37, 3.4 และ 3.41 ในญูปที่ 7 (a), 7 (b), 7 (c) และ 8 (c) ตามลำดับ

เมื่อเติม standard glucose 0.03 มก. ผสมกับ hydrolyzate ของ F I และฉีดผ่านเข้า HPLC ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 8 (c) จะเห็นว่ามี peak ที่ retention time 4.11 เพิ่มขึ้น อาจสังเกตได้ไม่ชัดเพราะ สารตัวอย่าง F I จะมี peak นี้ค่อนข้างสูง การทดลองพบว่า peak ที่ 3.41 ในรูปที่ 8 (c) มี peak height 786 ในขณะที่ peak นี้ในสารตัวอย่างพบเพียง 676 แสดงว่า standard glucose ที่เติมลงไปจะออกมาที่ peak เดียวกับ peak ของสารที่พบใน F I ซึ่งตรงกับ peak ที่ 4.06, 4.1, 4.07 และ 4.08 ในรูปที่ 8 (a), 8 (b), 7 (b) และ 7 (c) ตามลำดับ

จากรูปที่ 7 (a) สารสกัด F I เมื่อผ่าน HPLC จะแยกน้ำตาลได้เป็น 4 peak ที่ retention time เท่ากับ 2.69, 3.39, 3.63 และ 4.06 มีค่า peak height เท่ากับ 117, 78, 82 และ 676 ตามลำดับเทียบเท่ากับ Standard Rhamnose Arabinose Fructose และ Glucose ในปริมาณ 0.021 mg, 0.021 mg, 0.013 mg และ 0.184 mg ตามลำดับ

อย่างไรก็ดีน้ำตาลพวก glucuronic acid และ galacturonic acid ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้จากวิธีวิเคราะห์โดยวัด refractive index โดยการ detection ด้วยเครื่องวัด Refractive Index จากเครื่อง HPLC นี้

**2.5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Total Carbohydrate**

การวิเคราะห์ปริมาณของ carbohydrate โดยวิธีวัดสีที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของสารคาร์โบฮัยเดรตในรูปของ glucose กับ anthrone reagent ได้เป็นสารสีเขียว ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สารสกัด F I และ F II แสดงไว้ในตารางที่ 7 พบมีปริมาณของคาร์ดบอัยเดรตใน F I และ F II เท่ากับ 9.02% และ 9.49% ตามลำดับ อย่างไรก็ดีค่าที่ได้อาจไม่ถูกต้องนักเนื่องจากน้ำตาลแต่ละชนิดอาจให้สีเขียวที่แตกต่างกัน และเนื่องจากตัวอย่างมิได้มีเฉพาะน้ำตาล glucose เท่านั้น ค่าที่ได้จึงอาจไม่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง

**2.6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture)**

ปริมาณความชื้นในสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 พบมีความชื้นเป็น 9.10% และ 12.00% ในสารตัวอย่าง F I และ F II ตามลำดับ สารสกัด F II มีลักษณะค่อนข้างแข็งกว่า F I ซึ่งเปราะกว่า จึงอาจทำให้ปริมาณน้ำใน F II ถูกเก็บอยู่มากกว่า

**2.7 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash)**

ปริมาณของเถ้าที่พบมีอยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II พบมีปริมาณเท่ากับ 54.76% และ 41.45% ตามลำดับ ผลที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7 พบว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนจะมีส่วนประกอบของเถ้าสูงมาก

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน

| ตัวอย่าง | คาร์โบไฮเดรต (% glucose) | ความชื้น % | เส้นใยอาหาร % | เถ้า % |
|---|---|---|---|---|
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F I | 9.20 | 9.10 | - | 54.76 |
| สารสกัดเปลือกทุเรียน F II | 9.48 | 12.00 | - | 41.45 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร (crude fiber)

การวิเคราะห์หาปริมาณของเส้นใยอาหาร (crude fiber) ในสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II โดยวิธีการที่ใช้ในการทดลองนี้ ไม่พบว่ามีสารเส้นใยอาหาร (crude fiber) อยู่เลย การ hydrolysed ด้วย 1.25% $H_2SO_4$ ในเวลา 30 นาที จะสลายสารตัวอย่างทั้ง F I และ F II ได้หมด ไม่มีกากหรือตะกอนเหลืออยู่เลย จึงไม่พบมี crude fiber ใน F I และ F II ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 7

## 2.9 ผลการทดลองการย่อยด้วยเอ็นไซม์

การทดสอบการย่อย polysaccharide พวกแป้งด้วยเอ็นไซม์ amylase จากน้ำลายพบว่า สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II สามารถถูกย่อยได้บางส่วนด้วย amylase เพราะหลังจากการย่อย 10 นาที พบว่าสารจากการย่อยไม่ให้ ⊕ ve test กับ iodine solution คือไม่เห็นสีม่วงแดงเกิดขึ้น ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 การใช้ soluble starch เป็น control พบว่าได้ผลเช่นเดียวกับสารตัวอย่างทั้ง F I และ F II ต่อปฏิกิริยากับ iodine แต่เมื่อนำสารหลังจากการย่อยมาวิเคราะห์หาการเกิดปฏิกิริยา reduction โดย Fehling's test จะให้ผล ⊖ ve test ในขณะที่การทดลอง control ซึ่งใช้ soluble starch จะให้ผล ⊕ ve test ชัดเจน พบมีตะกอนแดงเกิดขึ้นภายในเวลา 1 นาที แสดงว่า amylase จากน้ำลายสามารถย่อย soluble starch ได้สมบูรณ์จนเป็น monosaccharide ของ glucose ในขณะที่ F I และ F II ถูกย่อยได้บางส่วน แต่ถูกย่อยไม่ได้สมบูรณ์จนถึง monosaccharide โดย polysaccharide ของ F I และ F II อาจถูกย่อยด้วย amylase ได้เป็นสารโมเลกุลสั้น ๆ ที่ไม่ให้สีกับ iodine solution เท่านั้น

## 2.10 ผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ

### 2.10.1 การสังเกตลักษณะภายนอก

ลักษณะต่าง ๆ จากการดูด้วยตาเปล่า การดมกลิ่นและการชิมรส ได้รายงานไว้ในตารางที่ 1 สารสกัด F I และ F II มีลักษณะ

ตารางที่ 8 แสดงการย่อยด้วย amylase จากน้ำลาย

| สารตัวอย่าง | เวลาที่ใช้ย่อย | $I_2$-solution test | Fehling's test |
|---|---|---|---|
| สารสกัด | หลังย่อยด้วย amylase 0 นาที | ⊕ ve สีม่วงแดง | ⊖ ve (5 นาที) |
| F I | หลังย่อยด้วย amylase 10 นาที | ⊖ ve | ⊖ ve (5 นาที) |
| สารสกัด | หลังย่อยด้วย amylase 0 นาที | ⊕ ve สีม่วงแดง | ⊖ ve (5 นาที) |
| F II | หลังย่อยด้วย amylase 10 นาที | ⊖ ve | ⊖ ve (5 นาที) |
| Soluble Starch | หลังย่อยด้วย amylase 0 นาที | ⊕ ve สีม่วง | ⊖ ve (5 นาที) |
| (Control) | หลังย่อยด้วย amylase 10 นาที | ⊖ ve | ⊕ ve (1 นาที) |
| น้ำกลั่น | หลังย่อยด้วย amylase 0 นาที | ⊖ ve | ⊖ ve (5 นาที) |
| (Blank) | หลังย่อยด้วย amylase 10 นาที | ⊖ ve | ⊖ ve (5 นาที) |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

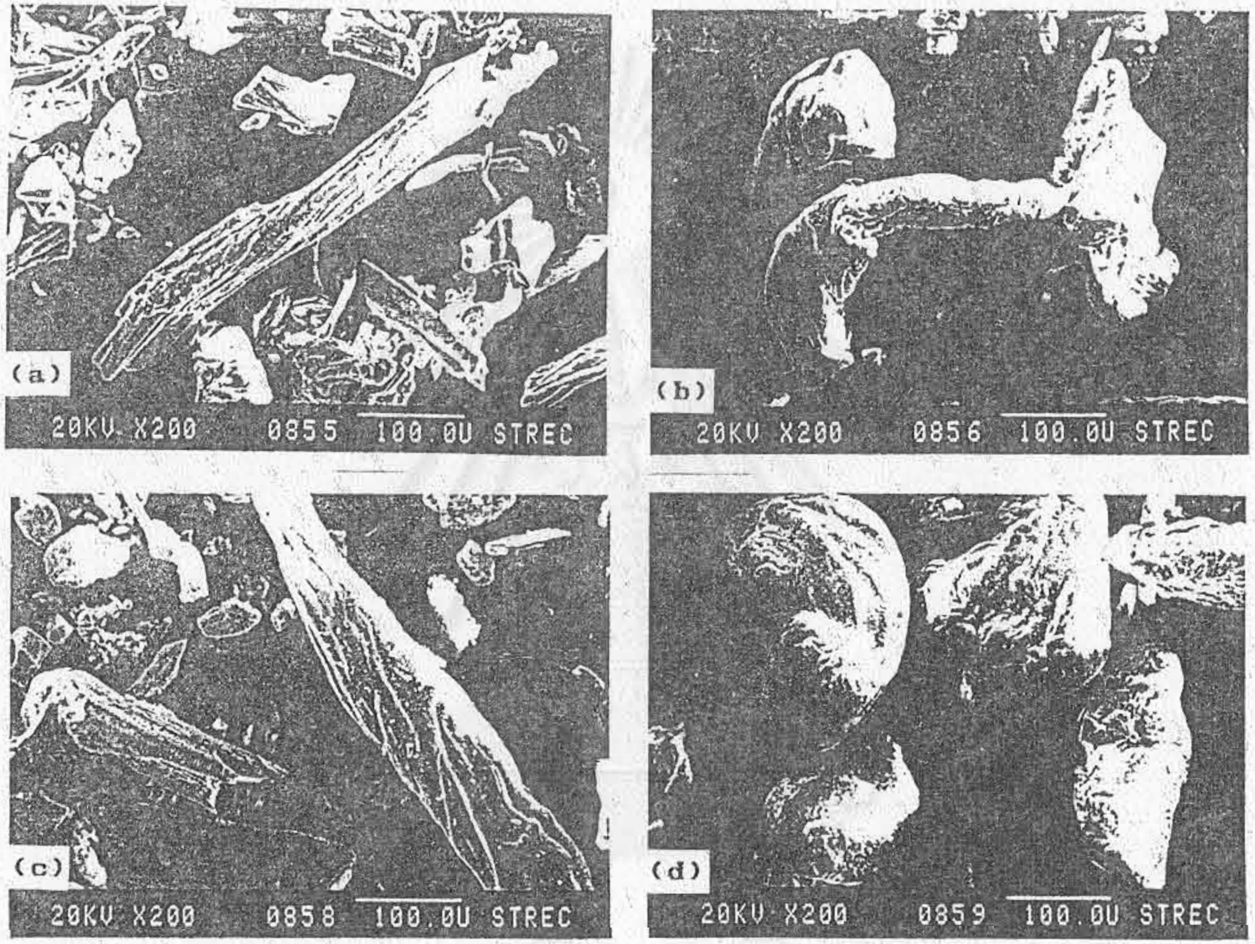
เป็นของแข็งมีสีสีน้ำตาลอ่อนและสีขาวนวล ตามลำดับ มีรสเปรี้ยวอมขม มีกลิ่นเฉพาะค่อนข้างฉุน

2.10.2 การวิเคราะห์รูปร่างลักษณะและขนาดของสาร F I และ F II ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Scanning Electron Microscope ผลที่ได้จากการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของสารสกัด F I และ F II ได้แสดงไว้ในรูปที่ 9 ลักษณะและขนาดต่าง ๆ ของผง F I ภายใต้กำลังขยาย 200 เท่า แสดงไว้ในรูปที่ 9 (a)(b) ลักษณะและขนาดต่าง ๆ ของ F II แสดงไว้ในรูปที่ 9 (c)(d) จะเห็นว่ารูปร่างของสารสกัดเปลือกทุเรียนที่ได้จากการบดละเอียดผ่านแร่ง 80 mesh มีรูปร่างเป็น amorphous มีทั้งเป็นก้อนทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึงประมาณ 300 ไมครอน และ fiber ยาวมีขนาดยาวจนถึง ประมาณ 500 ไมครอน กว้าง 200 ไมครอน

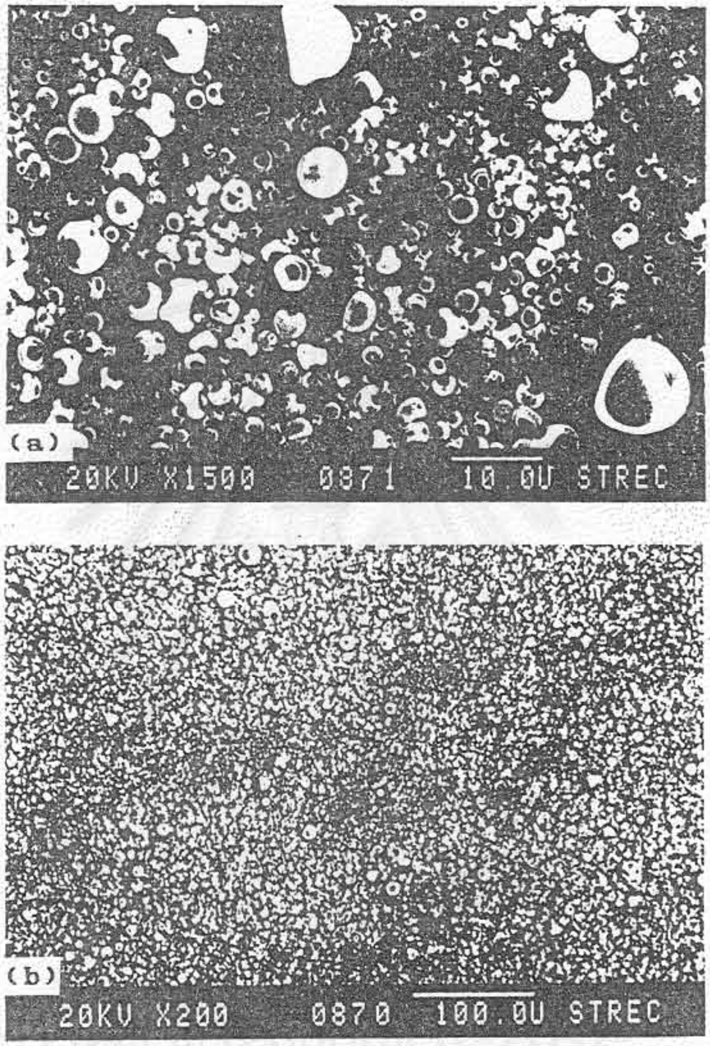
สารสกัดเปลือกทุเรียน F II ที่ได้ภายหลังจากการทำ Spray Dried ของสารละลาย F II ผงตัวอย่างมีสีขาว จะมีรูปร่างและขนาดที่เห็น ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 10 (a)(b) ในรูปที่ 10 (a) คือ F II จาก Spray Dried ถ่ายภาพขนาดกำลังขยาย 1500 เท่า รูปที่ 10 (b) เป็นภาพถ่ายที่กำลังขยาย 200 เท่า จะเห็นว่า มีขนาดของผงตัวอย่างเล็กลงกว่าเดิมมากมีรูปร่างคล้ายฟองอากาศค่อนข้างกลมและกลอง มีขนาดประมาณ 2-10 ไมครอน

ได้ทดลองถ่ายภาพจาก Scanning Electron Microscope ของสารอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดเปลือกทุเรียน ได้แก่ ภาพของผง pectin แสดงไว้ในรูปที่ 11 (a),(b) ภาพของผง carboxymethyl cellulose (CMC) แสดงไว้ในรูปที่ 12 (a)(b) และภาพของ cellulose แสดงไว้ในรูปที่ 12 (c)(d) จะพบว่าทั้ง pectin CMC และ cellulose จะมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างจากสารสกัดเปลือกทุเรียน

2.10.3 การทดลองหาจุดหลอมเหลว (melting point) หรือจุดสลายตัว (decompose) ของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II โดยการใส่ผงสารตัวอย่างลงในหลอด capillary และ นำไปทำให้ร้อนโดยใส่ใน

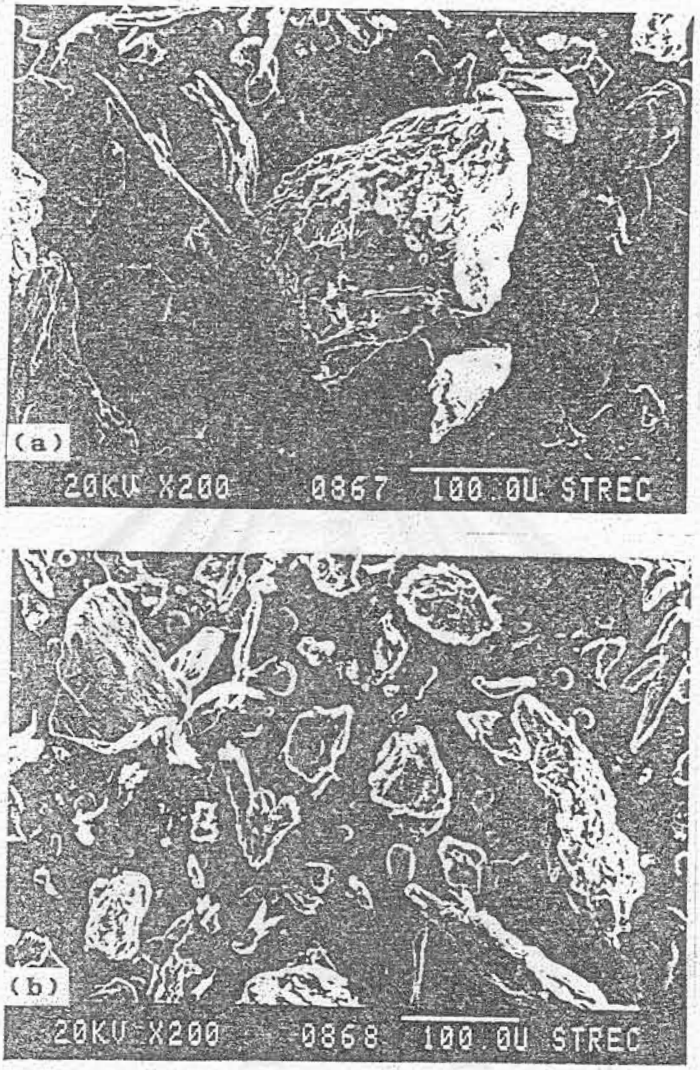



รูปที่ 9 ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า ของผงสารสกัดเปลือกทุเรียน (a) F I ลักษณะ fiber ยาว (b) F I ลักษณะก้อนกลม (c) F II ลักษณะ fiber ยาว (d) F II ลักษณะก้อนกลม แสดงมาตราส่วนเปรียบเทียบ 100.0 ไมครอน



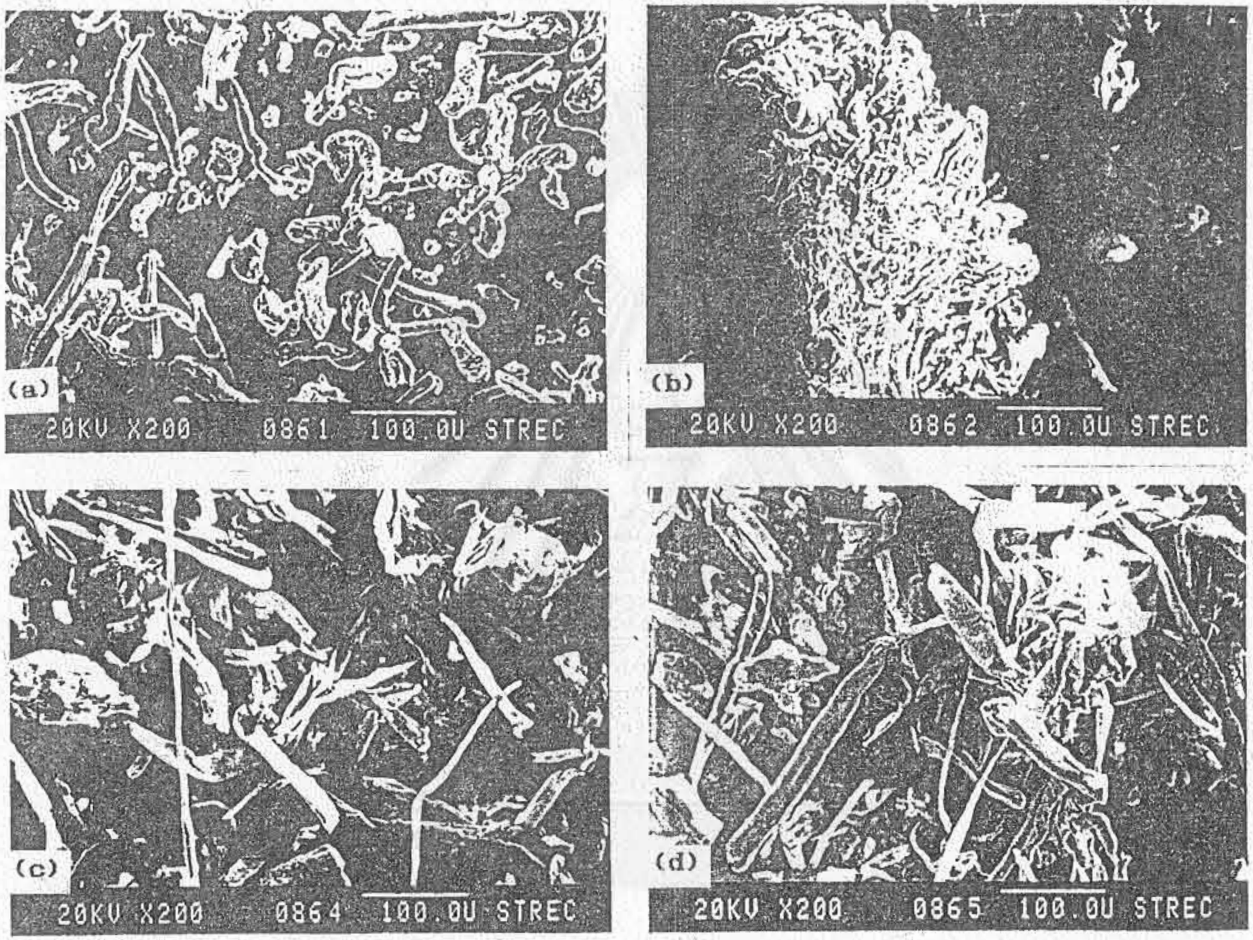

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 10 ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microsope ของผงสารสกัดเปลือกทุเรียน F II จากการทำ Spray Dried (a) F II จากการทำ Spray Dried ขนาดกำลังขยาย 1500 เท่า แสดงมาตราส่วนเปรียบเทียบ 10.0 ไมครอน (b) F II จากการทำ Spray Dried ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า แสดงมาตราส่วนเปรียบเทียบ 100.0 ไมครอน




สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 11 ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า ของผง pectin (a) pectin ลักษณะก้อนกลม (b) pectin ลักษณะค่อนข้างยาวรี แสดงมาตราส่วนเปรียบเทียบ 100.0 ไมครอน




รูปที่ 12 ภาพถ่ายจาก Scanning Electron Microsope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า (a) ผง CMC ลักษณะ fiber สั้น ๆ และก้อนกลม (b) ผง CMC ลักษณะเป็นก้อนกลมขนาดใหญ่ (c) ผง cellulose ลักษณะ fiber ยาว (d) ผง cellulose ลักษณะ fiber ยาวเกาะกันเป็นก้อน แสดงมาตราส่วนเปรียบเทียบ 100.0 ไมครอน

เครื่อง Gallenkamp Melting Point Apparatus ผลที่ได้ไม่พบมีการหลอมเหลวเกิดขึ้น แต่จะค่อย ๆ decompose โดยค่อย ๆ เริ่มไหม้จนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออุณหภูมิขึ้นถึง 174-176 °ซ ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

2.10.4 ลักษณะการละลายในน้ำ และ pH ของสารสกัดเปลือกทุเรียนในน้ำ พบว่าสารสกัดทั้ง F I และ F II จะพองตัวในน้ำ เมื่อวัด pH ของสารละลาย 3% ของ F I และ F II ในน้ำมีค่าเท่ากับ 5.8 และ 2.8 ตามลำดับ ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

2.10.5 การทดลองวัดความหนืดของสารละลาย F I และ F II ในน้ำ โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Cone and Plate Viscometer พบว่าสารละลาย 3% ของ F I และ F II มีค่าความหนืดเป็น 130.6 cps และ 207.6 cps ตามลำดับ ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 1 การวัดใช้ Cone # CP-41 ที่ rate of shear เท่ากับ 50 rpm อุณหภูมิ 30 °ซ ขณะวัด ส่วนสารละลาย 3% pectin มีความหนืดเพียง 79.4 cps

3. <u>ผลการศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมน้ำแขวนตะกอน</u>

จากการทดลองเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน 2 ตำรับ คือ Kaolin Mixture with Pectin และ Calamine Lotion โดยการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทนสาร pectin tragacanth และ CMC ในตำรับยามาตรฐาน ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

**3.1 ลักษณะทางกายภาพของยาน้ำแขวนตะกอน**

**ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin**

การใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทนสารแขวนตะกอน pectin และ tragacanth ในตำรับยานำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin เปรียบเทียบกับตำรับยามาตรฐาน เป็น Standard

และตำรับที่ไม่มีสารแขวนตะกอนเป็น control และ control ที่มี pectin เพียงตัวเดียวหรือ tragacanth เพียงตัวเดียว สังเกตลักษณะของตำรับยาที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ กับเมื่อตั้งทิ้งไว้นาน 60 วัน ผลที่ได้บรรยายไว้ในตารางที่ 9 พบว่าตำรับที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก ผงยากระจายตัวได้สม่ำเสมอ มองไม่เห็นการตกตะกอน เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชม. แต่หลังจากตั้งทิ้งไว้นาน 60 วัน จะมองเห็นการตกตะกอนนอนก้นได้ชัดเจนทุกตำรับที่เตรียมมีน้ำใสส่วนบน ชั้นล่างเป็นผงยา เมื่อเขย่าจะกลับกระจายตัวได้ไม่ยาก ยกเว้นตำรับ K-CT มีตะกอนอัดค่อนข้างแน่นเขย่าได้ยากกว่าตำรับอื่น ๆ ตำรับ K-C (control) เขย่าได้ไม่ยากนัก แต่มีลักษณะของตะกอนเกาะกันเป็นก้อนเล็ก ๆ ค่อนข้างมากกว่าตำรับอื่น ๆ และเกาะเต็มข้างขวด ตำรับที่ใช้ F I และ F II แทน pectin (K-F I T และ K-F II T) มีลักษณะใกล้เคียงกับ K-S (Standard) ในขณะที่ตำรับที่ใช้ F I และ F II แทนทั้ง pectin และ tragacanth (K-F I และ K-F II) มีตะกอนละเอียดและเนียน กว่าไม่ติดข้างขวดมากเท่า K-S (Standard) อย่างไรก็ดี F I จะพบมีจุดไข่ปลาเห็นได้ที่ผนังด้านในขวดเมื่อเอียงขวดให้ตะกอนยาเคลือบเป็นฟิล์มบาง ๆ ข้างขวด

### ตำรับที่ 2 Calamine Lotion

การใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทนสารแขวนตะกอน CMC ในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion เปรียบเทียบกับตำรับยามาตรฐานเป็น Standard และตำรับที่ไม่มีสารแขวนตะกอนเป็น control สังเกตลักษณะของตำรับยาที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ กับเมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 วัน ผลที่ได้บรรยายไว้ในตาราง 12 พบว่าตำรับยาที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ ของตำรับที่ใช้ F II ปริมาณเท่า CMC คือ 1.5 กรัม (ในตำรับยา 50 มล.) และตำรับที่ใช้ F II ปริมาณ 1.0 กรัม มีลักษณะคล้ายคลึงกับตำรับ C-S (Standard) ผงของตะกอนละเอียดเนียน เนื้อยาข้นหนืด ในขณะที่ตำรับ C-C (Control) เนื้อยาไม่หนืด ส่วนตำรับ C- F I มีข้อแตกต่างที่สีของตำรับยาไม่เป็นสีชมพู แต่มีสีชมพูอมม่วง ยาน้ำแขวนตะกอนทุกตำรับมีผงยากระจายตัวสม่ำเสมอ มองไม่เห็นการตกตะกอน เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชม. หลังจากการตั้งทิ้งไว้นาน 60 วัน พบว่ามีการตกตะกอนน้อยมาก น้ำส่วนบนค่อนข้างขุ่น ยกเว้นตำรับ C-C (Control) และ C-F I มีการตกตะกอนลงมามากมีค่า F ต่ำ และมีน้ำส่วนบนใส แต่ตำรับที่ใช้ F I ส่วนน้ำใส

ตารางที่ 9 ลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin

| ตำรับ | หลังเตรียมเสร็จใหม่ ๆ | หลังตั้งทิ้งไว้ 60 วัน |
|---|---|---|
| K-S[a] (standard) | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น ค่อนข้างหนืด ผงยาเบา ละเอียด เนื้อเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจนมีน้ำใสส่วนบน ตะกอนค่อนข้างหยาบ เขย่ากลับกระจายตัวงาย เนื้อไม่เนียน มีตะกอนจับเป็นก้อนเล็กน้อย |
| K-C[b] (Control) | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น ไม่หนืด ผงยาละเอียดเนื้อเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียดเกาะกัน เขย่ากลับกระจายตัวง่าย เนื้อไม่เนียน ตะกอนเกาะกันเป็นก้อนเล็ก ๆ มาก |
| K-CP[c] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น ไม่หนืด ผงยาเบาละเอียด เนื้อเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียด เขย่ากลับกระจายตัวง่าย เนื้อเนียน |
| K-CT[d] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น ค่อนข้างหนืด ผงยาเบา ละเอียดเนื้อเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนหยาบ เขย่ากลับกระจายตัวได้ง่าย เนื้อไม่เนียน มีตะกอนจับเป็นก้อนเล็กน้อย |

a = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin NF XIII มาตรฐาน

b = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ไม่มี pectin และ tragacanth

c = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี pectin ไม่มี tragacanth

d = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ไม่มี pectin มี tragacanth

ตารางที่ 9 ลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin (ต่อ)

| ตำรับ | หลังเตรียมเสร็จใหม่ ๆ | หลังตั้งทิ้งไว้ 60 วัน |
|---|---|---|
| K-F I T[e] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น มีจุดไข่ปลา ค่อนข้างหนืด ผงยาเบาละเอียดเนื้อเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียดเขย่ากลับกระจายตัวง่าย เนื้อไม่เนียน มีจุดไข่ปลา ตะกอนจับกันเป็นก้อนเล็กน้อย |
| K-F II T[f] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น ค่อนข้างหนืด ผงยาละเอียดเนื้อเนียนกระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียดเขย่ากลับกระจายตัวได้ง่าย เนื้อไม่เนียน ตะกอนจับเป็นก้อนเล็กน้อย |
| K-F I[g] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น มีจุดไข่ปลาไม่หนืด ผงยาละเอียดเนื้อเนียน กระจายได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบนสีเหลืองจาง ๆ ตะกอนละเอียดเขย่ากลับกระจายตัวง่ายเนื้อเนียนมีจุดไข่ปลา |
| K-F II[h] | ยาน้ำแขวนตะกอนขาวข้น หนืดเล็กน้อย ผงยาละเอียดเนื้อเนียนกระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียดเขย่ากลับกระจายตัวง่าย เนื้อเนียนตะกอนจับเป็นก้อนเล็กน้อย |

e = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F I แทน pectin มี tragacanth

f = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F II แทน pectin มี tragacanth

g = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F I แทน pectin ไม่มี tragacanth

h = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F II แทน pectin ไม่มี tragacanth

จะมีสีน้ำตาลเข้ม ภายใน 2 สัปดาห์ ที่ตั้งทิ้งไว้เมื่อเขย่าจะกลับกระจายตัวได้ไม่ยาก แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ 30 วัน ตำรับที่ใช้ F II จะแข็งเป็นเจลไม่สามารถเขย่าให้กระจายตัวได้ในขณะที่ตำรับอื่น ๆ ยังคงเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ง่าย เมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 วัน ตำรับอื่น ๆ ยกเว้นตำรับที่มี F II ก็ยังคงเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ง่ายเช่นกัน เนื้อยาของแต่ละตำรับจะละเอียดเนียน ตำรับ C-S (Standard) จะข้นหนืดเช่นเดิม ส่วน C-C (Control) และ C-F I จะไม่หนืด สังเกตุสีของตำรับ C-F I จะใกล้เคียงกับตำรับ C-S (Standard)

### 3.2 ความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน

จากการประเมินความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอนเมื่อใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II เป็นสารแขวนตะกอน โดยการประเมินจากค่าต่าง ๆ ได้แก่ Sedimentation Volume(F), Redispersibility และ Dense of Sediment ของตำรับยาน้ำแขวนตะกอนทั้ง 2 ตำรับ พบว่าให้ผลดังต่อไปนี้

**ตำรับที่ 1 Kaoline Mixture with Pectin**

Sedimentation Volume (F) ทดลองเตรียมตำรับยาจากสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II เปรียบเทียบกับตำรับ Standard และ Control ได้ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 จะพบว่าการตกตะกอนของผงยาจะมากขึ้นเมื่อตั้งทิ้งไว้นานขึ้น ตำรับที่พบว่ามีการตกตะกอนลงมามากที่สุดคือตำรับ K-CT ซึ่งเป็น Control มี tragacanth ตัวเดียวไม่มี pectin พบมีค่า F ต่ำสุดใน 7 วันแรก ตำรับทดลองที่ใช้ F I และ F II เพียงอย่างเดียว (K-F I และ K-F II) พบมีการตกตะกอนไม่ต่างจากตำรับ Standard มากนัก จะเห็นมีการตกตะกอนมากกว่า Standard เล็กน้อยในขณะที่ตำรับ K-F I T และ K-F II T เป็นตำรับซึ่งมี F I และ F II แทน pectin และมี Tragacanth จะพบว่ามีการตกตะกอนมากกว่าโดยมีค่า F ต่ำกว่า และการตกตะกอนจะแน่นขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 10 ค่า Sedimentation volume ของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ที่เวลาต่าง ๆ ที่เมื่อตั้งทิ้งไว้

| ตำรับ | Sedimentation Volumne ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 |
| K-S[a] (standard) | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.89 | 0.86 |
| K-C[b] (Control) | 0.98 | 0.89 | 0.84 | 0.84 | 0.84 |
| K-CP[c] | 0.97 | 0.96 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| K-CT[d] | 0.89 | 0.75 | 0.74 | 0.70 | 0.69 |
| K-F I T[e] | 0.92 | 0.88 | 0.80 | 0.79 | 0.78 |
| K-F II T[f] | 0.90 | 0.82 | 0.78 | 0.77 | 0.77 |
| K-F I[g] | 0.92 | 0.92 | 0.84 | 0.83 | 0.77 |
| K-F II[h] | 0.94 | 0.89 | 0.80 | 0.73 | 0.71 |

a = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin NF XIII มาตรฐาน

b = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ไม่มี pectin และ tragacanth

c = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี pectin ไม่มี tragacanth

d = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ไม่มี pectin มี tragacanth

e = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F I แทน pectin มี tragacanth

f = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F II แทน pectin มี tragacanth

g = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F I แทน pectin ไม่มี tragacanth

h = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin มี F II แทน pectin ไม่มี tragacanth

ตารางที่ 11 ค่า Dense of Sediment และค่า Redispersibility Value ของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ที่เวลาต่าง ๆ กันเมื่อตั้งทิ้งไว้

| ตำรับ | Sense of Sediment ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | | Redispersibility Value (จำนวนครั้งที่เขย่า)* ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 |
| K-S (Standard) | – | – | – | – | ++ | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 |
| K-C (Control) | – | – | – | – | ++ | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| K-CP | – | – | – | – | + | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| K-CT | – | – | – | + | +++ | 2 | 2 | 3 | 4 | 14 |
| K-F I T | – | – | – | + | ++ | 2 | 2 | 2 | 3 | 7 |
| K-F II T | – | – | + | + | ++ | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| K-F I | – | – | – | – | – | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| K-F II | – | – | – | – | ++ | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 |

* ทำการกลับขวดขึ้น-ลง 1 ครั้ง ถือเป็นการเขย่า 1 ครั้ง

– ตะกอนไม่แน่น

\+ ตะกอนแน่นเล็กน้อย

++ ตะกอนแน่นปานกลาง

+++ ตะกอนแน่นมาก

ตารางที่ 12 ลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion

| ตำรับ | หลังเตรียมเสร็จใหม่ ๆ | หลังตั้งทิ้งไว้ 60 วัน |
|---|---|---|
| C-S[a] (Standard) | ยาน้ำแขวนตะกอนสีชมพูข้นหนืด ผงผงยาละเอียดเนียนกระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ไม่เห็นการตกตะกอนชัดเจน ตะกอนละเอียด เนื้อเนียนข้นหนืด กระจายตัวได้ไม่ยากเมื่อเขย่า |
| C-C[b] (Control) | ยาน้ำแขวนตะกอนสีชมพูไม่หนืด ผงยาละเอียดเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | เห็นการตกตะกอนแยกชั้นชัดเจนมีน้ำใสส่วนบน ตะกอนละเอียดเนื้อเนียน ไม่หนืด กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า |
| C-F I[c] | ยาน้ำแขวนตะกอนสีชมพูอมม่วง หนืดเล็กน้อย ผงยาไม่ละเอียด กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | เห็นการตกตะกอนแยกชั้นชัดเจน มีน้ำใสส่วนบนสีน้ำตาลเข้ม ตะกอนละเอียด เนื้อเนียนไม่หนืด กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า |
| C-F II[d] | ยาน้ำแขวนตะกอนมีชมพูข้นหนืด ผงยาละเอียดเนียน กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | ไม่เห็นการตกตะกอน ตะกอนละเอียด เนื้อแข็งเป็นเจลไม่ไม่กระจายตัวเมื่อเขย่าอย่างแรง |
| C-F II-1.0[e] | ยาน้ำแขวนตะกอนสีชมพู หนืดเล็กน้อย ผงยาละเอียด กระจายตัวได้ง่ายเมื่อเขย่า | เห็นการตกตะกอนแยกชั้น ชั้นบนเป็นน้ำขุ่นสีชมพู ชั้นกลางเป็นตะกอนหยาบสีชมพูเข้ม ชั้นล่างเป็นตะกอนละเอียดสีชมพูอ่อน ชั้นล่างแข็งไม่กระจายตัวเมื่อเขย่าอย่างแรง |

a = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine ตามสูตรมาตรฐานใน 50 มล. มี CMC ขนาด 1.5 กรัม เป็นสารแขวนตะกอน

b = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine ไม่มีสารแขวนตะกอนใด ๆ

c = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F I เป็นสารแขวนตะกอนแทน CMC

d = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F II เป็นสารแขวนตะกอนแทน CMC

e = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F II ขนาด 1.0 กรัม เป็นสารแขวนตะกอนแทน CMC

Dense of Sediment จากการสังเกตความแน่นของตะกอน พบว่า ยิ่งเวลาที่ตั้งทิ้งไว้นานขึ้นจะทำให้การตกตะกอนแน่นขึ้นตำรับทดลองที่ใช้ F I และ F II แทน pectin มีลักษณะของตะกอนค่อนข้างละเอียดกว่าตำรับที่มีแต่ tragacanth (K-CT) และตำรับ Control (K-C) ซึ่งตะกอนจะเกาะกันเป็นก้อนเล็ก ๆ ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 11

Redispersibility value การทดลองดูค่าการกลับกระจายตัวของยาน้ำแขวนตะกอนหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในระยะเวลาต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 พบว่ายาที่ทดลองเตรียมเกือบทุกตำรับมีการกลับกระจายตัวได้ง่ายโดยเฉพาะตำรับ K-F I และ K-CP ซึ่งเป็นตำรับที่มีเฉพาะ F I แทน pectin และ tragacanth (K-F I) และตำรับที่มีเฉพาะ pectin ไม่มี tragacanth (K-CP) ส่วนตำรับอื่นมีค่าการกลับกระจายตัวไม่แตกต่างกัน ส่วนตำรับ K-CT ซึ่งมีเฉพาะ Tragacanth จะกลับกระจายตัวได้ค่อนข้างยาก

**ตำรับที่ 2 Calamine Lotion**

Sedimentation Volume (F) ได้ทดลองเตรียมตำรับยาโดยใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทน CMC เปรียบเทียบกับตำรับ standard และ control ได้ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 13 พบว่าตำรับ C-S (Standard) และ C-F II ไม่ค่อยมีการตกตะกอนของผงยาและน้ำส่วนบนจะขุ่น ยกเว้นตำรับ C-C (Control) ซึ่งไม่มีสารแขวนตะกอนจะมีการตกตะกอนของผงยาลงมามากมีค่า F ต่ำ ตั้งแต่วันแรกที่ตั้งทิ้งไว้ ส่วนตำรับที่ใช้ F I จะค่อย ๆ มีการตกตะกอนซึ่งจะคงที่ใน 7 วัน และทั้ง 2 ตำรับที่มีการตกตะกอนจะแยกชั้นชัดเจน น้ำส่วนบนใส ส่วนตำรับ C-F II-1.0 ที่ใช้ F II แทน CMC โดยใช้ F II ขนาด 1.0 กรัม ในตำรับ (เท่ากับมีความเข้มข้นของ F II 2%) พบว่ามีชั้นของตะกอนแยกชั้น 2 ชั้น ตะกอนชั้นล่างมีสีชมพูอ่อนกว่าตะกอนชั้นบน ตะกอนชั้นล่างจะแข็งไม่สามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ส่วนตะกอนชั้นบนสามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ง่าย

ตารางที่ 13 ค่า Sedimentation Volume ของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อตั้งทิ้งไว้

| ตำรับ | Sedimentation Volumne ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 |
| C-S[a] | 0.98 | 0.97 | 0.97 | 0.95 | 0.94 |
| C-C[b] | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| C-F I[c] | 0.79 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.52 |
| C-F II[d] | 0.99 | 0.98 | 0.96 | 0.92 | 0.92 |
| C-F II-1.0[e] | 0.99 (มีตะกอน 2ชั้น) | 0.97 (มีตะกอน 2 ชั้น) | 0.92 (มีตะกอน 2 ชั้น) | 0.92 (มีตะกอน 2 ชั้น) | 0.89 (มีตะกอน 2 ชั้น) |

a = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine ตามสูตรมาตรฐานใน 50 มล. มี CMC 1.5 กรัม

b = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine ไม่มีสารแขวนตะกอนใด ๆ

c = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F I แทน CMC

d = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F II แทน CMC

e = ตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine มี F II ขนาด 1.0 กรัม แทน CMC

Dense of Sediment การสังเกตความแน่นของตะกอนตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion จากผลในตารางที่ 14 พบว่าตำรับที่ใช้ F II จะมีการจับของตะกอนเป็นก้อนเจล ไม่สามารถกลับกระจายตัวได้เมื่อเขย่าหลังจากตั้งทิ้งไว้นาน 30 วัน ในขณะที่ตำรับอื่น ๆ การตกตะกอนจะไม่แน่นและสามารถเขย่าให้กลับกระจายได้ง่าย ตำรับที่ใช้ F I จะไม่มีความหนืด ส่วนตำรับ Standard จะข้นหนืด ตำรับที่ใช้ F II ขนาด 1.0 กรัม แทน CMC จะพบมีการตกตะกอนโดยมีชั้นของตะกอนแยกเป็น 2 ชั้น ชั้นล่างสุดมีสีชมพูอ่อนกว่าตะกอนชั้นบน และเป็นตะกอนแข็งไม่สามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ ส่วนตะกอนชั้นบนมีสีชมพูเข้มเป็นตะกอนค่อนข้างหยาบ ชั้นบนเป็นชั้นน้ำขุ่น ๆ มีตะกอนเบาลอยอยู่

Redispersibility Value ผลการทดลองค่าการกลับกระจายตัวของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion พบว่าตำรับที่ใช้ F II เมื่อตั้งทิ้งไว้ 30 วันจะกลับกระจายตัวยาก และเมื่อทิ้งไว้ 60 วัน จะแข็งเป็นเจลไม่กลับกระจายตัวได้เมื่อเขย่า ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 14 ส่วนตำรับที่ใช้ F I เมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 วัน จะมีการกลับกระจายตัวได้ง่าย ตำรับยาไม่หนืดเท่ากับตำรับ Standard ซึ่งมีตัวยาข้นหนืด เขย่าให้กระจายตัวได้ไม่ยาก

ตารางที่ 14 ค่า Dense of Sediment และค่า Redispersibility Value ของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันเมื่อตั้งทิ้งไว้

| ตำรับ | Sense of Sediment ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | | Redispersibility Value (จำนวนครั้งที่เขย่า) ที่ระยะเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 | 1 | 7 | 14 | 30 | 60 |
| C-S | – | – | – | + | + | 2 | 2 | 5 | 5 | 6 |
| C-C | – | – | – | + | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 |
| C-F I | – | – | – | – | + | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 |
| C-F II | – | – | – | +++ | +++ | 2 | 2 | 3 | แข็ง | แข็ง |
| C-F II-1.0 | – | – | – | +++ | +++ | 2 | 2 | 5 | 22 | ชั้นล่างแข็ง |

– ตะกอนไม่แน่น

\+ ตะกอนแน่นเล็กน้อย

++ ตะกอนแน่นปานกลาง

+++ ตะกอนแน่นมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# วิจารณ์และสรุป

การนำเปลือกทุเรียนซึ่งเป็นผลิตผลเหลือทิ้งจากผลผลิตทางเกษตรกรรมของประเทศมาศึกษาเพื่อค้นหาสิ่งซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ อันเป็นแนวความคิดในการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากผลผลิตทางเกษตรกรรมภายในประเทศให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้มีการศึกษาการนำเปลือกผลไม้และผลไม้หลายชนิดมาทดลองสกัดสารพวกเพคติน ได้พบว่าเปลือกทุเรียนสามารถนำมาสกัดเอาสารพวกคาร์โบฮัยเดรตที่มีลักษณะคล้ายเพคตินได้ในปริมาณที่มากใกล้เคียงกับการสกัดสารเพคตินจากกากของผลแอปเปิ้ล (5,32) ในการวิจัยนี้จึงศึกษาการสกัดสารจากเปลือกทุเรียน การทำให้บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นและศึกษาคุณสมบัติและส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียนและการใช้ประโยชน์เป็นสารแขวนตะกอนในยาน้ำแขวนตะกอน

1. <u>การสกัดสารจากเปลือกทุเรียน</u>

ตัวอย่างเปลือกทุเรียนใช้ตัวอย่างเปลือกสดตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีขาว (mesocarp) ของเปลือก ส่วนหนามที่เป็นสีเขียวจะทิ้งไป เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาการปนเปื้อนของพวกคลอโรฟิลล์หรือสารอื่น ๆ ที่อาจติดเข้ามา ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการศึกษาเบื้องต้น วิธีการสกัดที่ได้ศึกษาทั้ง 2 วิธี ดังมีขั้นตอนของการสกัดแสดงไว้ในรูปที่ 2 คือ alcohol extraction และรูปที่ 3 คือ acid-alcohol extraction

การสกัดสารโดยวิธี alcohol extraction เป็นวิธีการสกัดที่ทำการตกตะกอนเพียงขั้นตอนเดียวของสารละลาย aqueous extract จากเปลือกทุเรียนใน 60% alcohol สารสกัดที่ได้ค่อนข้างจะ crude มีสีค่อนข้างเข้ม ผลที่ได้เป็น crude fraction (F I) พบว่าได้ yield เท่ากับ 2.18% เป็นวิธีที่สิ้นเปลือง solvent น้อยกว่า ส่วนการทำวิธี acid-alcohol extraction จะเป็นการ purify สารสกัดอีกขั้นตอนหนึ่ง การสกัดครั้งแรกด้วย acid-alcohol ได้ crude extract ซึ่งผลที่ได้มี yield เท่ากับ 1.60% เมื่อนำมา purify โดยการตกตะกอนซ้ำด้วย 70% alcohol ผลของสารสกัดเป็น purified fraction (F II) พบว่าสารสกัดที่ได้ค่อนข้างจะบริสุทธิ์ (partially purify) ได้ผลให้ yield เท่ากับ 1.03% อย่างไรก็ดีผลิต

ผลของสารคาร์โบฮัยเดรตที่ได้จากการสกัดจากเปลือกทุเรียน พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกับการสกัดสารเพคตินจากกากผลแอปเปิ้ล ซึ่งให้ yield 1.6% (32) หรือการสกัดสารเมือกจากยางมะตูม ซึ่งให้ yield 2.1% (2) และการสกัดสารคาร์โบฮัยเดรตจากผลไม้และเปลือกผลไม้อื่น ๆ (4,5)

## 2. <u>การทดสอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารสกัดเปลือกทุเรียน</u>

คุณลักษณะต่าง ๆ จากการสังเกตด้วยตาเปล่า การดมกลิ่น และการชิมรส ของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ดังที่รายงานไว้ในตารางที่ 1 สารสกัด F I และ F II มีลักษณะเป็นของแข็ง มีกลิ่นค่อนข้างฉุน มีรสเปรี้ยวอมขม F I จะมีสีน้ำตาลอ่อน ในขณะที่ F II มีสีขาวนวล สารสกัดเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติที่พองตัวได้ในน้ำ F II จะได้เป็นของเหลวข้นหนืด ค่อนข้างใสไม่มีสี แต่ F I จะขุ่นและมีสีน้ำตาลอ่อน ทั้งนี้เนื่องจาก F I มีสารปนเปื้อนอื่น ๆ อยู่ด้วยในขณะที่ F II ได้ผ่านขั้นตอนทำให้บริสุทธิ์บ้างแล้ว ลักษณะการละลายในน้ำของสารสกัดเปลือกทุเรียนจะแตกต่างจากเพคตินซึ่งพบมีลักษณะเป็นสารละลายมีตะกอนขุ่นขาว สารละลายของสารสกัดเปลือกทุเรียนในน้ำจะมีความหนืดมากกว่าสารละลายของเพคตินในความเข้มที่เท่ากัน (ตารางที่ 1)

### 2.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของธาตุ

จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Elemental Analyzer วิเคราะห์ตัวอย่าง F I และ F II ไม่พบมีส่วนประกอบของ Nitrogen (N) อยู่เลย (ตารางที่ 2) จึงอาจกล่าวได้ว่า สารสกัดเปลือกทุเรียนไม่ควรจะมีสารประกอบพวกโปรตีน กรดอมิโน และพวก amino sugar เป็นส่วนประกอบ สารสกัดเปลือกทุเรียนประกอบด้วยธาตุ Carbon (C) และ Hydrogen (H) อย่างไรก็ดีไม่ได้ทำการวิเคราะห์หา Oxygen (O) ส่วนประกอบของ C และ H ในสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II ที่อบแห้งเอาความชื้นออกแล้วจะมีปริมาณของ H น้อยลง ในขณะที่มีปริมาณของ C มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ยังมีความชื้นอยู่ นั่นคือปริมาณน้ำ ($H_2O$) ที่ถูกกำจัดออกไป ทำให้ตัวอย่างแห้งมีปริมาณของ H ลดลง

## 2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

การทดสอบปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของสารสกัด F I และ F II ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังต่อไปนี้

2.2.1 <u>การทดสอบ Color test for carbohydrate</u> จากการทดสอบ Anthrone test และ Molisch's test ซึ่งเกิดปฏิกิริยากับหมู่ secondary alcohol ของน้ำตาล กับ mineral acid โดยที่กรดไปดึงน้ำ (dehydration) จากโมเลกุลของน้ำตาลได้เป็นสารพวก furfural ซึ่งน้ำตาลพวก aldohexose และ ketohexose จะให้ hydroxymethyl furfural ส่วนน้ำตาล pentose จะให้ furfural และสารพวก furfural นี้ จะทำปฏิกิริยา condensation ได้กับสาร anthrone (Anthrone test) ได้สารสีเขียว และกับสาร 1-naphthol (Molisch's test) ได้สารสีม่วงเกิดขึ้น (14) การทดสอบทั้ง 2 วิธีถ้าให้ผล ⊖ ve test แสดงว่าไม่มีสารพวกคาร์โบฮัยเดรต และจากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 สารสกัด F I และ F II ให้ ⊕ ve test กับทั้ง Anthrone test และ Molisch's test กับตัวอย่างทั้งก่อนและหลังทำ acid hydrolysis ด้วย N HCl ของ F I และ F II ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติทางเคมีของสารคาร์โบฮัยเดรตใน F I และ F II การทดสอบกับ pectin และ gum arabic ซึ่งเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตพบว่าให้ผล ⊕ ve test เช่นเดียวกับ F I และ F II ทำให้อาจเสนอแนะว่า F I และ F II มีคุณสมบัติของการเป็นสารคาร์โบฮัยเดรต

2.2.2 <u>การทดสอบ Reduction test for carbohydrate</u> โดยการทดสอบปฏิกิริยา Fehling's test ซึ่งใช้เป็นวิธีการตรวจคุณสมบัติการเป็นสาร reduce ของน้ำตาล (reducing sugar test) โดยปฏิกิริยาของ oxidizing solution คือสารละลาย alkaline copper solution หลังจากอุ่นสารปฏิกิริยาในน้ำเดือด สารละลาย cupric sulfate ในด่างจะถูก reduce ด้วยน้ำตาลได้เป็นตะกอนสีเหลืองหรือแดงของ cuprous oxide (15) ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นกับ functional group คือ aldehyde หรือ ketone บนโมเลกุลของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ส่วนพวก polysaccharides จะไม่ทำปฏิกิริยา reduction ได้ เนื่องจาก functional group ของมันไม่เป็น

อิสระจนกว่าจะถูกต้มไปนาน ๆ ความร้อนจะทำให้ polysaccharides สลายลงจนได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจึงจะเห็นผล ⊕ ve test เกิดขึ้น ถ้าสารตัวอย่างมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือน้ำตาล reducing sugar อยู่จะแสดงผล ⊕ ve test ได้ภายใน 1/2-1 นาที ผลการทดสอบกับตัวอย่าง sucrose จะไม่ให้ ⊕ ve test แม้จะต้มนานถึง 5 นาที ทั้งนี้เนื่องจาก functional group (aldehyde และ ketone) ของน้ำตาล sucrose ไม่เป็นอิสระ จากผลในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าสารสกัด F I และ F II ที่เป็นตัวอย่างหลังจากการทำ acid hydrolysis จะให้ ⊕ ve test กับ Fehling's test ภายใน 1 นาที ขณะที่สารละลายตัวอย่าง F I และ F II โดยตรงจะไม่ให้ผล ⊕ ve test แม้จะต้มนานถึง 5 นาที แสดงว่าสารสกัด F I และ F II หลังจากถูกย่อยด้วยกรดจะให้สารที่เป็นสาร reduce ได้ การทดลองกับ pectin และ gum arabic ซึ่งเป็น polysaccharides จะให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบสาร F I และ F II อาจกล่าวได้ว่า F I และ F II อาจเป็นสารพวก polysaccharide ชนิดหนึ่ง ซึ่งหลังจากการทำ acid hydrolysis แล้วมันสามารถแตกออกเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว จึงทำให้แสดงผล ⊕ ve test กับ Fehling's test อย่างไรก็ดี สารที่ทดสอบทั้งหมดคือ F I F II pectin gum arabic และ sucrose เมื่อต้มกับน้ำยา Fehling solution ไปนาน ๆ (>> 5 นาที) จะให้ผล ⊕ ve ทุกตัว แสดงว่ามีการแตกออกของโมเลกุลใหญ่ของ polysaccharide และ disaccharide จนได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเกิดขึ้นทำให้เกิด ⊕ ve test กับปฏิกิริยา Fehling's test ในขณะที่การทำ blank (มีแต่น้ำยา Fehling solution ไม่พบมีปฏิกิริยาใด ๆ เกิดขึ้น จากการทดลองอาจกล่าวได้ว่า F I และ F II น่าจะเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตที่เป็น polysaccharide ชนิดหนึ่ง

2.2.3 <u>การทดสอบ Iodine solution test for polysaccharides</u> สารคาร์โบฮัยเดรตพวก polysaccharide ของแป้งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาล glucose จะจับที่ตำแหน่งของ α (1 ---> 4) ต่อกันเป็นสายยาวเป็นเกลียว เรียกโครงสร้างแบบนี้ว่า helical coil structure โครงสร้างเช่นนี้สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำยา iodine โดยจะจับอย่างหลวม ๆ กับโมเลกุลของ iodine ได้เป็นสาร complex ซึ่งมองเห็นสีต่าง ๆ จากสีน้ำเงินจนถึงสีม่วง-แดง ขึ้นกับขนาดความยาวของสาย polysaccharide ดังนี้คือ helical coil structure ของแป้ง (amylose) จับกับ iodine จะ

ให้สารสีน้ำเงิน (16) โครงสร้างของ amylose อาจเกิดจากการจับกันของโมเลกุล glucose จับกันเป็นสายยาวได้ตั้งแต่ 15-2,500 โมเลกุลต่อกันด้วย $\alpha$ (1 ---> 4) เมื่อสายของน้ำตาลสั้นลง ๆ การเกิดสีกับ iodine จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นสีม่วงหรือแดงจนถึงไม่มีสี ตามลำดับ ถ้าสายของน้ำตาลสั้นลงเหลือ 24-30 โมเลกุล หรือมีการจับของ glucose ที่ branch point คือการจับ glucose ที่ตำแหน่ง $\alpha$ (1 --> 6) ที่ทุก ๆ 24-30 โมเลกุล ของ glucose โครงสร้างเช่นนี้เมื่อจับกับ iodine จะให้สารสีม่วงแดงเกิดขึ้น ได้แก่พวก amylopectin และเมื่อความยาวของสาย helical coil structure ลดลงเหลือเพียง 8-12 โมเลกุลของ glucose ได้แก่พวก glycogen ซึ่งมี branch point ทุก ๆ 8-12 โมเลกุลของ glucose เมื่อจับกับ iodine จะให้สารสีน้ำตาลแดงเกิดขึ้น (32) เป็นต้น

จากการทดลองกับสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II พบว่าทำปฏิกิริยากับน้ำยา iodine ให้เป็นสารสีม่วงแดง (ตารางที่ 3) ในขณะที่สาร pectin และ gum arabic ไม่ให้ ⊕ ve test กับน้ำยา iodine จากผลที่ได้อาจเสนอแนะได้ว่า โครงสร้างของสารสกัดเปลือกทุเรียนอาจมีส่วนของ helical coil structure ประกอบอยู่ อาจมีการจับของโมเลกุลของน้ำตาล glucose ยาวอย่างน้อย 24-30 โมเลกุลหรืออาจมี branch point ที่ทุก ๆ 24-30 โมเลกุลของ glucose ในขณะที่ pectin และ gum arabic ไม่มีโครงสร้างเช่นนี้

2.2.4 <u>การทดสอบ glycuronic acid</u> ทำการทดสอบโดยวิธีของ Tollen's naphthoresorcinol พวกน้ำตาล pentose, hexose และ hexouronate เมื่อนำมาต้มกับ HCl และ naphthoresorcinol จะเกิดปฏิกิริยา condensation ให้เป็นสารมีสีต่าง ๆ และละลายได้ดีต่างกันใน ether สารสีม่วงเข้ม (deep purple) ที่เกิดจาก glycuronate จะละลายได้ดีใน ether ซึ่งจะอยู่ชั้นบน ส่วนชั้นล่างเป็นน้ำจะเกือบไม่มีสี และมีสีเรืองแสงสีเขียว (green fluorescence) ในชั้นน้ำ (18) จากผลในตารางที่ 3 พบว่า สารตัวอย่างจากเปลือกทุเรียน F I และ F II จะให้ ⊕ ve test กับ Tollen's naphthoresorcinol เห็นชั้นสีม่วงเข้ม (deep purple) ชัดเจนในชั้นของ

ether เช่นเดียวกับ gum arabic จะให้ ⊕ ve test ส่วน pectin จะเห็นผลไม่ชัดเจน

การทดสอบน้ำตาลพวก pentose โดยการทำปฏิกิริยา Bial's orcinol test (14) ปฏิกิริยา ⊕ ve test ของน้ำตาล pentose จะได้สารสีน้ำเงินอมเขียว แต่การทดสอบกับสาร F I และ F II จะเห็นสี ⊕ ve test ไม่ชัดเจนในขณะที่สาร gum arabic จะให้ ⊕ ve test ชัดเจนกว่า

การทดสอบ functional group พวก keto-group ของน้ำตาล ketose เช่น fructose โดยวิธี Seliwanoff test (14) ปฏิกิริยา ⊕ ve test จะได้สารสีแดงอมส้มเข้ม พบว่าทั้ง F I และ F II ให้ผลไม่ชัดเจน สารละลาย F I หลังจากทำ acid-hydrolysis จะให้ผล ⊕ ve test ไม่ชัดเจนจะเห็นสีส้มอ่อน ๆ ในขณะที่ F II ไม่ให้สี

จากแผลที่ได้ทำให้เสนอแนะได้ว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนน่าจะมีน้ำตาลพวก glycuronic acid เป็นส่วนประกอบ อาจจะไม่มีน้ำตาลพวก pentose หรือมีน้อยมาก ส่วนน้ำตาลพวก fructose อาจไม่มีหรือมีน้อยมากในสารสกัดเปลือกทุเรียนโดยเฉพาะใน fraction F I

2.2.5 <u>Precipitation test</u> เป็นการทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอนของสารคาร์โบฮัยเดรต พวก polyuronides ได้แก่พวก pectin และ gum arabic ซึ่งจะตกตะกอนในสารละลาย alcohol จากผลการทดลองในตารางที่ 4 จะเห็นว่าสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II จะตกตะกอนเป็นวุ้นแข็งกับ 95% alcohol เช่นเดียวกับ pectin ในขณะที่ gum arabic จะตกเป็นตะกอนละเอียด ปฏิกิริยากับเกลือของโลหะหนักพวก Lead acetate Ferric chloride และ Thorium nitrate จะเห็นว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนและ pectin จะทำปฏิกิริยาเป็นตะกอนวุ้นแข็งกับ Lead acetate และ Ferric chloride ส่วน Thorium nitrate จะเกิดเป็นตะกอนวุ้นเบา ๆ กับสารสกัดเปลือกทุเรียน แต่จะเป็นตะกอนวุ้นแข็งกับ pectin การตกตะกอนวุ้นแข็งกับ Thorium nitrate ใช้เป็นวิธีการทดสอบ pectin วิธีหนึ่ง (18) ส่วน gum arabic จะเกิดตะกอนละเอียดกับสารละลายเกลือของโลหะหนักที่ทดสอบทั้งหมด

จากการทดลองนี้ทำให้เสนอแนะว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปจากสารพวก pectin และ gum arabic และอาจมีสารประกอบพวก polyuronide ประกอบอยู่ด้วย

### 2.3 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแร่ธาตุ

พบมีส่วนประกอบของแร่ธาตุต่าง ๆ หลายอย่างในสารสกัดเปลือกทุเรียน จากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 และ 6 แร่ธาตุเกือบทุกชนิดคือ K Na Mg พบมีอยู่ใน F I มากกว่าใน F II ยกเว้น Ca จะพบมีใน F II มากกว่า (ตารางที่ 5) การทำให้บริสุทธิ์จะช่วยกำจัดแร่ธาตุต่าง ๆ ออกไปในขณะที่ Ca อาจเป็นส่วนประกอบหลักของสารสกัดเปลือกทุเรียนซึ่งอาจเป็นคาร์โบฮัยเดรตที่อยู่ในรูปของเกลือแคลเซียม จะพบว่าแร่ธาตุ K จะมีอยู่มาก มีถึง 2% ใน F II และ 5% ใน F I แร่ธาตุส่วนน้อยได้แก่ Mn Fe Cu Zn Al และ Si พบในปริมาณเป็นมิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ในสารสกัดเปลือกทุเรียน พบว่าใน purified fraction (F II) จะมีแร่ธาตุเหล่านี้ลดลง มี Pb น้อยกว่า 0.08 ppm ในสารสกัดเปลือกทุเรียน และไม่พบมีสาร Arsenic (As) (ตารางที่ 6) ได้มีผู้ทำการการวิเคราะห์พบว่าในเนื้อและเปลือกทุเรียนมีสาร AS อยู่ แต่สารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียนในการวิจัยนี้ไม่พบมีสาร Arsenic

### 2.4 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาล

การตรวจชนิดของน้ำตาลที่ประกอบอยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียนได้ทดสอบเบื้องต้นด้วยวิธีแยกน้ำตาลด้วย Thin Layer Chromatography (TLC) บน Silica gel เปรียบเทียบ spot ของน้ำตาลที่แยกได้จากสารละลาย hydrolyzate ที่ได้จากการทำ acid hydrolysis ของสารสกัด F I และ F II ด้วย $H_2SO_4$ จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลที่พบใน F I และ F II มี spot ที่ตรงกับ Standard น้ำตาล rhamnose glucose และ galactose อย่างไรก็ดีน้ำตาลพวก glycuronic acid มองเห็นไม่ชัดเจน

ได้ทำการวิเคราะห์ซ้ำโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) แยกน้ำตาลจาก

hydrolyzate ของ F I (รูปที่ 7,8) และ F II (รูปที่ 5,6) พบว่าด้วยเครื่อง HPLC จะแยกน้ำตาลใน F II ได้เป็น 3 peak ที่ retention time 2.76, 3.45 และ 4.13 (รูปที่ 5) ซึ่งตรงกับ Standard Rhamnose Arabinose และ Glucose ตามลำดับ ดังผลที่แสดงไว้ในรูปที่ 6 ซึ่งได้เพิ่มความเร็วของกระดาษ record ให้วิ่งเร็วเป็น 5 เท่าของรูปที่ 5 เพื่อจะได้มองเห็นลักษณะของ peak ได้ชัดเจนขึ้น เมื่อเทียบความเข้มข้นของน้ำตาลใน F II จาก peak height กับ Standard จะมีปริมาณเท่ากับ 0.013 มก, 0.013 มก. และ 0.38 มก. ตามลำดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าใน F II มีน้ำตาลที่ตรงกับ Standard Rhamnose : Arabinose : Glucose เท่ากับ 1 : 1 : 3

การแยกน้ำตาลของ hydrolyzate จาก F I (รูปที่ 7,8) จะเห็นว่าจาก HPLC สามารถแยกน้ำตาลใน F I ได้ทั้งหมด 4 peak (รูปที่ 7 (a)) ที่มี retention time เท่ากับ 2.69, 3.39, 3.63 และ 4.06 ซึ่งจะตรงกับ Standard Rhamnose (รูปที่ 7 (b)) Fructose (รูปที่ 7 (c)) Arabinose (รูปที่ 8 (b)) และ Glucose (รูปที่ 8 (c)) ตามลำดับ ในรูปที่ 7 และ 8 ได้ขยายรูปของ peak ให้กว้างขึ้นเพื่อให้เห็นชัดเจนโดยการเพิ่มความเร็วของ paper speed ให้เร็วเป็น 5 เท่าของรูปที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของน้ำตาลใน F I จาก peak height กับ Standard จะมีปริมาณเท่ากับ 0.021 มก, 0.021 มก., 0.013 มก. และ 0.184 มก. ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่าใน F I มีน้ำตาลที่ตรงกับ Standard Rham : Ara : Fru : Glu เท่ากับ 2 : 2 : 1 : 18

## 2.5 การหาปริมาณส่วนประกอบของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของคาร์โบฮัยเดรต ความชื้น (moisture) เถ้า (Ash) และเส้นใยอาหาร (Crude fiber) จากผลในตารางที่ 7 แสดงค่าปริมาณของ total carbohydrate ในสารสกัด F I และ F II เท่ากับ 9.20% และ 9.49% ตามลำดับ มีความชื้น 9.10% และ 12.00% ตามลำดับ มี เถ้า 54.76% และ 41.45% ตามลำดับ ไม่พบมีเส้นใยอาหารในสารสกัดเปลือกทุเรียน เช่นเดียวกับที่ไม่พบมีใน pectin ส่วนการวิเคราะห์คาร์โบฮัยเดรตในการทดลองนี้ วิเคราะห์โดยวิธี Manual Clegg Anthrone

Method (25) โดยวัดความเข้มของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำตาลกับ anthrone reagent โดยเทียบกับ Standard glucose ปฏิกิริยาจะให้สารสีเขียวเกิดขึ้น พวกน้ำตาล hexose เช่น glucose จะให้สารพวก hydroxy methyl furfural ในขณะที่น้ำตาล pentose จะให้สาร furfural และน้ำตาล methyl pentose ได้แก่ rhamnose จะให้สาร methyl furfural เมื่อน้ำตาลต่าง ๆ เหล่านั้นถูกดึงน้ำ (dehydration) ออกจากโมเลกุลของมันด้วยกรดกำมะถันเข้มข้น และสารพวก furfural จะทำปฏิกิริยากับ anthrone reagent ทำให้ได้ condensation product ที่มีลักษณะของสีและความเข้มของสีที่มีความจำเพาะต่าง ๆ กัน การตรวจสารคาร์โบฮัยเดรตพวกแป้งซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล glucose ด้วยวิธีนี้จะได้ผลที่มีความถูกต้องดีกว่าพวกคาร์โบฮัยเดรตที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลอื่น ๆ อยู่ด้วยนอกเหนือจาก glucose ดังนั้นในกรณีของสารสกัดเปลือกทุเรียนนี้ผลที่ได้อาจไม่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงนักเนื่องจากโมเลกุลของมันไม่ได้มีแต่ glucose เพียงเท่านั้น จึงทำให้ได้ผลค่อนข้างต่ำ และยังพบว่าได้ค่าต่ำกว่าการตรวจวิเคราะห์ใน pectin อย่างไรก็ดีในสารสกัดเปลือกทุเรียนจะมีเถ้าอยู่สูงมากและพบว่ามันมีส่วนประกอบของแร่ธาตุอยู่สูงมากด้วย ซึ่งเป็นผลที่สอดคล้องกัน ใน F II จะมีปริมาณของ moisture สูงกว่า F I ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะของ F II จะเป็นของแข็งและทำให้แห้งได้ยากกว่า F I

### 2.6 การทดสอบการย่อยด้วยเอ็นไซม์

จากผลที่ได้พอจะสรุปว่า สารสกัดเปลือกทุเรียนอาจจะมีโครงสร้างบางส่วนที่เกิดจากการต่อกันของโมเลกุล glucose ที่ตำแหน่ง $\alpha$(1 ---> 4) ได้เป็นสาย glucose เป็นเกลียว (helical coil structure) ยาว 24-30 โมเลกุลของ glucose ถ้าเป็นเช่นนี้ย่อมจะมีความจำเพาะเช่นเดียวกับพวกแป้งที่สามารถย่อยได้ด้วยเอ็นไซม์ amylase ซึ่งมีความจำเพาะจะตัดสายของ glucose ที่จับกันด้วย $\alpha$(1 ---> 4) จากภายใน แป้งพวก amylose จะถูกตัดด้วย amylase จนได้เป็น glucose และ maltose ส่วน polysaccharide ที่ branch chain ซึ่งจับกันด้วย $\alpha$(1 ---> 6) จะไม่ถูกตัดโดย amylase จึงไม่ถูกย่อยได้หมดเช่นเดียวกับ amylose เพื่อพิสูจน์เรื่องนี้จึงต้องทดสอบดูความสามารถการย่อยด้วยเอ็นไซม์ amylase จากน้ำลาย จากผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนถูกย่อยได้บางส่วนด้วย amylase ในขณะที่แป้งสามารถ

ถูกย่อยหมดสมบูรณ์จนได้เป็นน้ำตาล glucose ภายในเวลา 10 นาที อย่างไรก็ดี สารสกัดทั้ง F I และ F II สามารถถูกย่อยจนได้โมเลกุลสั้นลงจนไม่ให้สีกับน้ำยา iodine แต่ไม่ถูกย่อยจนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดียวที่สามารถทำปฏิกิริยา reduction กับ Fehling's test ได้ ทำให้เสนอแนะได้ว่าสารคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกทุเรียนสามารถถูกย่อยได้เพียงบางส่วนด้วยเอ็นไซม์ amylase จากน้ำลาย

## 2.7 การทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติอื่น ๆ

2.7.1 การตรวจสอบดูลักษณะต่าง ๆ ของสารสกัดจากเปลือกทุเรียน ดังที่บรรยายความแตกต่างไว้ในตารางที่ 1 พบว่า F II จะค่อนข้างแข็งและเหนียวกว่า F I ซึ่งเปราะกว่า F II จะทำให้แห้งได้ยาก การทำให้สารที่สกัดบริสุทธิ์ขึ้นจะได้เป็นของแข็งค่อนข้างใส เมื่อบดเป็นผงจะมีสีค่อนข้างขาว (F II) สารสกัดทั้ง F I และ F II จะมีรสเปรี้ยวอมขม และกลิ่นจำเพาะค่อนข้างฉุน เมื่อนำ F II ไปละลายในน้ำ แล้วทำ Spray Dried จะได้เป็นผงละเอียดสีขาวเหมือนแป้ง มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ไม่มีรสขมเหลืออยู่

2.7.2 การตรวจดูรูปร่างและขนาดของผงสารสกัดเปลือกทุเรียนภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนโดยเครื่อง Scanning Electron Microscope และดูภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 200 เท่า และ 1500 เท่า (ตัวอย่าง F II จากการทำ spray dried) เปรียบเทียบกับสารอื่น ๆ ได้แก่ pectin carboxy methyl cellulose (CMC) และ cellulose จะมองเห็นความแตกต่างของรูปร่างและขนาดของ F I, F II (รูปที่ 9) และ F II จาก Spray Dried (รูปที่ 10) กับรูปร่างของ Pectin (รูปที่ 11) CMC และ cellulose (รูปที่ 12) ได้อย่างชัดเจน จะเห็นได้ว่า F I และ F II จะมีรูปร่างไม่ต่างกัน มีทั้งลักษณะที่เป็นก้อนค่อนข้างกลมและ fiber ยาว ขนาดของ F II จะใหญ่กว่า F I และตัวอย่าง F II จาก spray dried จะมีรูปร่างคล้ายฟองอากาศมีขนาดเล็กต้องใช้กำลังขยายถึง 1500 เท่า จึงจะเห็นได้ชัดเจน มีรูปร่างกลมกลวง ขนาดประมาณ 2-10 ไมครอน

2.7.3 การดูคุณสมบัติการหลอมเหลวหรือสลายตัวโดยวัดจุด melting-point หรือจุด decompose ของผงสารสกัดเปลือกทุเรียนจะไม่พบมีจุดหลอมเหลวเมื่ออุณหภูมิขึ้นถึง 174-176 °ซ (ตารางที่ 1) จะสังเกตเห็นการไหม้โดยเริ่มการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นจนเกือบดำในที่สุดซึ่งเกิดจากการ decompose ของสาร

2.7.4 การละลายในน้ำของสารสกัดเปลือกทุเรียน พบว่ามีการพองตัวในน้ำเป็นสารข้นหนืด สารละลายในน้ำของ F I มี pH 5.8 ส่วน F II มี pH 2.8 (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเกิดจากกระบวนการของการสกัดสาร เนื่องจากการสกัด F II มีการใช้ acid-alcohol ช่วยการสกัดอาจทำให้ยังคงความเป็นกรดอ่อน ๆ อยู่

2.7.5 เนื่องจากสารสกัดจากเปลือกทุเรียนจะพองตัวและเป็นของเหลวข้นหนืดในน้ำสามารถวัดความหนืดได้ พบว่าในความเข้มข้น 3% สารสกัด F II จะมีความหนืด 207.6 cps หนืดกว่าสารสกัด F I ซึ่งวัดความหนืดได้ 130.6 cps สารสกัดเปลือกทุเรียนทั้ง 2 fraction มีความหนืดมากกว่า pectin ในความเข้มข้นเท่ากันซึ่งวัดได้เพียง 79.4 cps ลักษณะของสารละลายของ F II จะค่อนข้างใสและข้นหนืดเมื่อมีความเข้มข้นมากขึ้น (4-5%) จะคล้ายเจลในขณะที่ F I จะมีตะกอนมากกว่าหนืดน้อยกว่า และจะต่างจากเพคตินคือเพคตินมีตะกอนขาวขุ่นและหนืดน้อยกว่า

3. <u>ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน</u>

การศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารแขวนตะกอนของสารสกัดจากเปลือกทุเรียนได้มีการศึกษาในรายละเอียดไว้แล้ว (12) สารสกัดเปลือกทุเรียนเป็นสารจากธรรมชาติได้จากพืชเช่นเดียวกับเพคติน เป็นสารที่พองตัวได้ในน้ำและมีความหนืดจะใช้เวลาในการพองตัวเต็มที่ ความร้อนจะมีผลทำให้ความหนืดลดลง การให้ความร้อนสูงเกินไปอาจทำให้เกิดการสลายของสารทำให้ไม่กลับหนืดเหมือนเดิมเมื่อทำให้เย็นลง (33) ความหนืดจะลดลงที่ pH สูงมากกว่า 7 ขึ้นไป (12) สารสกัดเปลือกทุเรียนสามารถเข้ากันได้ดีกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นส่วนใหญ่ที่เป็น monovalence ion สารละลายแคลเซียมคลอไรด์จะทำให้เกิดการเป็นเจล

ขึ้นอาจเป็นเพราะความเป็น divalene ion ของ $Ca^{2+}$ ไปทำให้มีการเกิด crosslink ของโมเลกุลของสารสกัดเปลือกทุเรียนทำให้มีลักษณะของเจลเกิดขึ้น ตัวทำละลายในน้ำกระสายยาส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ alcohol จะทำให้เกิดเป็นเจลได้ สารกันบูดสามารถเข้ากันได้กับสารสกัดเปลือกทุเรียน

สารสกัดเปลือกทุเรียนเมื่อพองตัวเป็นสารละลายในน้ำจะเป็นของเหลวข้นหนืดมีคุณสมบัติการไหลจัดอยู่ในกลุ่ม Non-newtonian เป็นแบบ pseudoplastic (12) ซึ่งเป็นคุณสมบัติการไหลของสารแขวนตะกอนที่ดีแบบหนึ่ง สารของเหลวพวกนี้เมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีความหนืดสูง แต่เมื่อเขย่าจะมีความหนืดลดลง เมื่อดูจากคุณสมบัติการไหลเช่นนี้อาจคาดได้ว่าสารสกัดจากเปลือกทุเรียนอาจนำมาใช้เป็นสารแขวนตะกอนที่ดีได้ในยาน้ำแขวนตะกอน

### 3.1 ลักษณะทางกายภาพของยาน้ำแขวนตะกอน

#### ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin

โดยเปรียบเทียบตำรับยาน้ำแขวนตะกอนที่เตรียมขึ้นหลาย ๆ ตำรับโดยใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทน pectin และ tragacanth ในสูตรตำรับยาน้ำแขวนตะกอน จากผลที่บรรยายไว้ในตารางที่ 9 พบว่าการใช้ F I และ F II แทน pectin อย่างเดียวโดยมี tragacanth คือ K-F I T และ K-F II T จะได้ตำรับยาน้ำแขวนตะกอนที่มีลักษณะไม่แตกต่างจากตำรับ standard นอกจากตำรับ K-F I T จะหนืดน้อยกว่าและเห็นมีจุดไข่ปลาที่ผนังด้านในของขวดเวลาเอียงขวดในเนื้อยาเกาะเป็นฟิล์มข้างขวด ส่วนตำรับ K-F I และ K-F II จะได้ตำรับยาที่มีเนื้อละเอียดเนียนกว่า การจับเป็นก้อนของตะกอนในตำรับ K-F II เกิดขึ้นน้อยกว่าตำรับ Standard ส่วน K-F I ยังคงเห็นจุดไข่ปลา ยาเตรียมเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ จะขาวข้น ผงยาละเอียดเนื้อเนียน เขย่าแล้วกลับกระจายตัวได้ง่าย หลังจากตั้งทิ้งไว้ 60 วัน จะเกิดการตกตะกอนนอนก้นแยกชั้นเห็นชัดเจนมีน้ำส่วนบนใส (ตารางที่ 9) ตำรับที่มี F I จะมีสีเหลืองอ่อนจาง ๆ จากการประเมินค่า Sedimentation Volume, Dense of sediment และ Redispersibility จะเห็นตำรับที่ใช้สารสกัดเปลือก

ทุเรียนจะมีการตกตะกอนมากกว่า standard คือมีค่า Sedimentation Volume (F) น้อยกว่า (ตารางที่ 10) อย่างไรก็ดียาเตรียมสามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ไม่ยาก โดยเฉพาะตำรับที่ใช้ F I จะกลับกระจายตัวได้ดีมากและมีเนื้อยาเป็นผงละเอียดเนียน จะมีข้อเสียคือมองเห็นมีจุดไข่ปลา ทุกตำรับมีตะกอนของตัวยาไม่เกาะกันแน่นมาก (ตารางที่ 11) จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าสามารถใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเป็นสารแขวนตะกอนได้ดีในตำรับยา Kaolin Mixture with Pectin โดยสามารถใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนแทน pectin และ tragacanth ได้

การทดลองใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเตรียมตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin and Pectin Suspension (12) ที่ดัดแปลงจากสูตรของ NF XIII พบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจเช่นเดียวกันเมื่อใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนแทน pectin

ตำรับที่ 2 Calamine Lotion

เปรียบเทียบการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II แทนสารแขวนตะกอน CMC ในตำรับยา พบว่าลักษณะของยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion ดังที่บรรยายไว้ในตารางที่ 12 จะเห็นว่าตำรับยาที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ ของตำรับที่ใช้ F II (C-F II) จะดีเช่นเดียวกับตำรับ standard ตัวยามีความหนืดมีผงยาละเอียดเนียน ส่วนตำรับที่ใช้ F I (C-F I) เนื้อยาจะข้นหนืดน้อยกว่าและมีสีต่างจาก standard โดยมีสีออกชมพูม่วง ตำรับยาเมื่อตั้งทิ้งไว้ 14 วันจะยังคงรูปเดิมและกลับกระจายตัวได้ง่ายเทออกสะดวก แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 วัน ตำรับ C-F II จะแข็งเป็นเจลไม่สามารถเทออกได้ ส่วน C-F II-1.0 ซึ่งมี F II แทน CMC ใช้ในขนาด 1.0 กรัม (ในตำรับมี CMC 1.5 กรัม ในยาน้ำ 50 มล.) จะเกิดชั้นตะกอน 2 ชั้น ซึ่งชั้นล่างจะแข็งเขย่าไม่กระจายตัวในขณะที่ชั้นบนเขย่าให้กระจายตัวได้ อย่างไรก็ดีตำรับยาที่ใช้ F I (C-F I) เมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 วันจะมีการตกตะกอนเกิดขึ้นมีค่า Sedimentation Volume ต่ำมาก มีน้ำส่วนบนใสมีสีน้ำตาลเข้ม และตะกอนสามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้ง่าย ลักษณะของตะกอนไม่เกาะกันแน่นมาก ซึ่งต่างจากตำรับที่ใช้ F II ตะกอนจะเกาะกันเป็นเจลแข็งเทไม่ออก

จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนใช้ได้ไม่ดีในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion เมื่อตั้งทิ้งไว้นาน ๆ คุณสมบัติของยาจะเปลี่ยนรูปไป F I อาจใช้ได้ดีแต่จะมีสีที่ผิดไป อาจเป็นไปได้ว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนอาจเข้ากันไม่ได้กับตัวยาในตำรับ Calamin Lotion เนื่องจากสารประกอบของ Calamine เป็นพวก Zinc Oxide (ZnO) และ Ferric Oxide (34) ซึ่งสารพวก Ferric compound จะทำให้เกิดเป็นเจลกับสารสกัดเปลือกทุเรียนและนอกจากนี้ทั้ง Fe และ Zn เป็นสารที่เป็น di-trivalence ion อาจทำให้เกิดเป็นเจลกับสารสกัดเปลือกทุเรียน (12) จึงอาจสรุปได้ว่าการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนจะไม่เหมาะสมเป็นสารแขวนตะกอนในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion

**3.2 ความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอน**

**ตำรับที่ 1 Kaolin Mixture with Pectin**

จากการประเมินค่าความคงตัวของยาน้ำแขวนตะกอนจากค่า Sedimentation Volume, Dense of sediment และ Redispersibility ของยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin จากผลในตารางที่ 10 และ 11 จะเห็นว่าตำรับที่ใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนจะมีค่า Sedimentation Volume ลดลงเมื่อเวลาที่ตั้งทิ้งไว้นานขึ้น ตำรับทดลองที่ใช้ F I และ F II แทน pectin และ tragacanth มีค่า Sedimentation Volume ไม่แตกต่างกันมาก การตกตะกอนไม่แน่นมาก สามารถเขย่าให้ตะกอนกลับกระจายตัวได้ไม่ยาก อาจสรุปได้ว่า F I และ F II น่าจะใช้เป็นสารแขวนตะกอนได้ในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin

**ตำรับที่ 2** Calamine Lotion

การประเมินค่าความคงตัวของยาตำรับ Calamine Lotion จากตารางที่ 13 และ 14 จะมีค่า Sedimentation Volume สูงใกล้เคียงกับตำรับ standard แต่มีความแน่นของตะกอนโดยจับเป็นเจลในตำรับที่ใช้ F II ไม่สามารถเขย่าให้กลับกระจายตัวได้หลังจากตั้งทิ้งไว้นานกว่า 2 สัปดาห์ จากการทดลองสรุปได้ว่า สารสกัดเปลือกทุเรียนใช้ไม่ได้ผลในยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion

จากการทดลองทั้งหมดที่ได้ทำไปแล้วนี้ ได้ผลที่พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ในเปลือกทุเรียนมีสารประกอบพวกคาร์โบฮัยเดรตที่สามารถสกัดออกมาได้โดยให้สารสกัดประมาณ 1-2% จากเปลือกสด

2. ส่วนประกอบของธาตุต่าง ๆ ในสารสกัดเปลือกทุเรียนพบว่ามีทั้ง carbon hydrogen แต่ไม่พบมี nitrogen อยู่เลย ทำให้เสนอแนะได้ว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนไม่น่าจะมีส่วนประกอบของสารพวกที่มี nitrogen ได้แก่ โปรตีน กรดอมิโน และพวก amino sugar เป็นต้น

3. คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกทุเรียนให้ผลที่แสดงว่าเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตพวก polysaccharide ที่เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลาย ๆ โมเลกุล ที่อาจมีทั้งน้ำตาลพวก hexose pentose และ glycuronic acid โดยอาจมีโครงสร้างของมันบางส่วนที่เป็นเกลียวยาว (helical coil structure) คล้ายโครงสร้างของโมเลกุลแป้ง (amylose) แต่มีช่วงความยาวของเกลียวที่สั้นกว่าแป้ง

4. มีแร่ธาตุต่าง ๆ หลายชนิดอยู่ในสารสกัดเปลือกทุเรียนที่พบมากได้แก่ K Ca Na และ Mg แร่ธาตุส่วนน้อยอื่น ๆ ที่พบได้แก่ Al Fe Mn Si Zn และ Cu แทบไม่พบมี Pb และตรวจไม่พบ As

5. ส่วนประกอบของน้ำตาลที่มีอยู่ในโมเลกุล polysaccharide ของสารสกัดเปลือกทุเรียน พบมีน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้ตรงกันกับ standard rhamnose arabinose fructose และ glucose อยู่ในสารสกัด F I ในอัตราส่วน 2:2:1:18 และมีน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้ตรงกับ standard rhamnose arabinose และ glucose ในสารสกัด F II ในอัตราส่วน 1:1:3

6. สารสกัดจากเปลือกทุเรียนมีส่วนประกอบของน้ำ 9.10% ใน F I และ 12.00% ใน F II มีเถ้ามากใน F I มี 54.76% ใน F II มี 41.45% ไม่พบมีเส้นใยอาหารอยู่เลย

7. สาร polysaccharide ในสารสกัดเปลือกทุเรียน สามารถถูกย่อยได้บางส่วนด้วยเอ็นไซม์ amylase จากน้ำตาล แต่จะไม่ถูกย่อยได้อย่างสมบูรณ์จนเป็น mono- หรือ disaccharide เพียงแต่ตัดให้สาย polysaccharide ของมันสั้นลง

8. ลักษณะของสารสกัดเปลือกทุเรียนที่สังเกตพบเป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อน ( F I) และสีขาวนวล (F II) มีรสเปรี้ยวอมขมและมีกลิ่นค่อนข้างฉุน ลักษณะและขนาดของผงสารสกัด F I และ F II หลังจากบดละเอียดผ่านแร่ง 80 mesh จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ Scanning Electron Microscope ภายใต้กำลังขยาย 200 เท่า พบมีรูปร่างทั้งก้อนกลมและเป็นไฟเบอร์ยาวมีขนาดต่าง ๆ กันจนถึงขนาดใหญ่ 300 ไมครอนส่วนของไฟเบอร์จะมีขนาดยาวจนถึง 500 ไมครอน และกว้างจนถึง 200 ไมครอน ขนาดของผง F I จะเล็กกว่าผง F II สารสกัด F II ที่เตรียมจาก Spray Dried มีลักษณะคล้ายฟองอากาศกลมกลวง มีขนาดเล็กมากประมาณ 2-10 ไมครอน

9. สารสกัดเปลือกทุเรียนไม่มีจุดหลอมเหลวจะมีจุด decompose ที่ 174-176 °ซ ผงสารสกัดจะพองตัวได้ในน้ำได้เป็นของเหลวข้นหนืด F I จะเป็นของเหลวขุ่นสีน้ำตาลอ่อน ส่วน F II จะค่อนข้างใส สารละลายในน้ำ 3% จะมีความหนืดวัดได้ 130.6 cps ใน F I และมีความหนืด 207.6 cps ใน F II ที่อุณหภูมิ 30 °ซ จากการวัดด้วยเครื่อง Cone and Plate Viscometer ใช้ Cone # CP-41 ที่ rate of shear 50 rpm. สารละลาย F I และ F II มี pH 5.8 และ 2.8 ตามลำดับ

10. สารสกัดเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติที่อาจนำมาใช้เป็นสารแขวนตะกอนได้ สารละลายในน้ำเป็นของเหลวที่มีลักษณะของการไหลจัดอยู่ในพวก Non-Newtonian ชนิด pseudoplastic มันจะข้นหนืดเมื่อตั้งทิ้งไว้และเมื่อเขย่าความหนืดจะลดลง อันเป็นคุณสมบัติที่ดีของสารแขวนตะกอนโดยทั่ว ๆ ไป การใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเป็นสารแขวนตะกอนในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Kaolin Mixture with Pectin ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนการใช้ในตำรับยาน้ำแขวนตะกอน Calamine Lotion จะไม่เหมาะสม

<u>ข้อเสนอแนะอื่น ๆ</u>

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวของสารสกัดเปลือกทุเรียนที่ได้ศึกษาไปแล้วยังมีสิ่งที่น่าสนใจศึกษาเพิ่มเติมอีกหลายแนวทางได้แก่

1. การทำสารให้บริสุทธิ์เพิ่มขึ้น เพื่อลดปริมาณของเกลือแร่ต่าง ๆ ที่อาจเป็นตัวที่ทำให้มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่นำไปใช้

2. การศึกษาโครงสร้าง polysaccharide ของสารสกัดเปลือกทุเรียน ให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขึ้น

3. การศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนในการช่วยเตรียมเภสัชภัณฑ์อื่น ๆ ทั้งในยาเม็ดเป็น disintegrator และ binder ในยาน้ำอื่น ๆ ในรูปของอิมัลชั่น และครีมหรือเจล เป็นต้น

4. การศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนเพิ่มเติมในการเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพวก เยลลี่ แยม มาร์มาเลด และน้ำสลัด เป็นต้น

5. ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนในการเตรียมอาหารพวก diet food

6. ศึกษาความปลอดภัยของการบริโภคสารสกัดเปลือกทุเรียน

7. ศึกษาการเตรียมผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรม

# เอกสารอ้างอิง


1. ปลื้มจิต โรจน์พันธุ์ และคณะ (2528) เมล็ดแมงลัก II : คุณสมบัติของสารเมือก วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 12(1),1-9
2. รพีพล ภโววาท และพิมลพรรณ พิทยานุกุล (2529) การศึกษายางมะตูม สารสกัดเมือกจากธรรมชาติ ตอนที่ 1 : วิธีการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ และการหาองค์ประกอบทางเคมี ไทยเภสัชสาร 11(2), 77-84
3. พิมลพรรณ พิทยานุกุล และ รพีพล ภโววาท (2529) การศึกษายางมะตูม สารเมือกจากธรรมชาติ ตอนที่ 2 : ประโยชน์ของยางมะตูมในการเป็นสารปรุงแต่งในตำรับยาน้ำกระจายตัว ไทยเภสัชสาร 11 (2), 85-97
4. อมรรัตน์ วุฒิสถิรภิญโญ และคณะ (2532) การศึกษาสารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกผลไม้เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอนในตำรับยา รายงานวิจัย โครงการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. สุนันท์ พงษ์สามารถ และ นรานินทร์ มารคแมน (2532) การสกัดสารคล้ายเพคตินและการทำให้บริสุทธิ์จากเปลือกผลไม้ไทย รายงานวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. Tem Smithinand (1980) Thaiplant Names (Botanical-Names-Vernaular Names) Funny Publishing Ltd. Part. Bangkok, Thailand. p. 132-133
7. ไกรสีห์ อัมพรายน์ สุนันท์ พงษ์สามารถ และ ฤดีกร เกียรติมั่นคง (2532) ศึกษาการใช้สารสกัดจากเปลือกทุเรียนเพื่อเป็นสารยึดเกาะและสารช่วยการกระจายตัวในการเตรียมเภสัชภัณฑ์ยาเม็ด รายงานการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. Dittert, L.W. (1974) Sprowl's American Pharmacy $7^{th}$ ed., J.B. Lippincott Co., Philadelphia p. 190
9. Hoover, J.E. (1967) Dispensing of Medication, $8^{th}$ ed., Mack Publishing Co., Pennsylvania, p. 201.


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. Matin, A., Swarbrick, J., and Camarata, A. (1983), Physical Pharmacy $3^{rd}$ ed., Lea & Febiger, Philadelphia. p. 545

11. Sprowls, J.B. (1970) Prescription Pharmacy $2^{nd}$ ed., J. B. Lippincott Co. Philadelphia U.S.A. p. 207-213.

12. เรวดี ธรรมอุปกรณ์ ธิติรัตน์ ปานม่วง และ สุนันท์ พงษ์สามารถ (2532) การใช้สารคล้ายเพคตินจากเปลือกทุเรียนในยาเตรียมและอาหารสำรวจรูป รายงานวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. Ranganna, S. (1977) Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products., Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., New Delhi p. 21-22.

14. Koch, F.C. and Hanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, $6^{th}$ ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore U.S.A. p. 12-17

15. Koch, F.C. and Hanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, $6^{th}$ ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore U.S.A. p. 7-9

16. Koch, F.C. and Hanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, $6^{th}$ ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore U.S.A. p. 22

17. Koch, F.C. and Hanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, $6^{th}$ ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore U.S.A. p. 17

18. The United States Pharmaceopeia XX (1980). United States Pharmacopeial Convention Inc. Rockville, M.D. U.S.A. p. 590.

19. Osborne, D.R. and Voogt, P. (1978) The Analysis of Nutrient in Foods, Academic Press. London. p. 168-171

20. Harold, E., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981) Pearson's Chemical Analysis of Foods $8^{th}$ ed., Churchill Livingstone, N.Y. p. 20-24.

21. Osborne, D.R. and Voogt, P. (1978) The Analysis of Nutrients in Foods. Academic Press. London. p. 166-167.

22. The United States Pharmacopeia XXI (1985). United States Pharmacopeial Convention, Inc. Rockville, M.D. U.S.A. p. 1187-1188

23. Fourth Supplement, USP XXI-NF XVI (1982) United States Pharmacopeial Convention, Inc., Rockville, MD. U.S.A. p. 2245-2246

24. Stahl, E. (1969). Thin-Layer Chromatography. $2^{nd}$ ed. Springer-Verlag, N.Y. p. 811-834

25. Osborne, D.R. and Voogt, P. (1978). The Analysis of Nutrients in Foods. Academic Press. London. p. 130-131.

26. Osborne, D.R. and Voogt, P. (1978). The Analysis of Nutrients in Foods. Academic Press. London. p. 107-108.

27. Lee, R. (1975) Food Analysis, in Analytical and Quality Control Methods for the Food Manufacture and Buyer. $3^{rd}$ ed. Leonard Hill Books, London. p. 84

28. Koch, F.C. and Kanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, $6^{th}$ ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore, U.S.A. p. 26

29. National Formulary XIII (1970) American Pharmaceutical Association, Washington, D.C. U.S.A. p. 388

30. Lachman, L., Lieberman, H.A., Kanig, J.L. (1986) The theory and Practice of Industrial Pharmacy, $3^{rd}$ ed. Lea & Febiger, Philadelphia, p. 492.

31. Martin, A., Swarbrick, J., and Cammarata, A. (1983). Physical Pharmacy, Physical Chemical Principles in the Pharmaceutical Sciences. 3rd ed. Lea & Febiger. Philadelphia. U.S.A. p. 547-548.

32. Roehring, K.L. (1984) Carbohydrate Biochemistry and Metabolism. AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut, U.S.A. p. 19-20.

33. Parrott, E.L. (1971) Pharmaceutical Technology Burgess Publishing, Minneapolis. p. 341-349.

34. Remington's Pharmaceutical Sciences (1965) 13th ed. Martin, E.W. ed. Mack Publishing Co. Pennsylvania, p. 848

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย