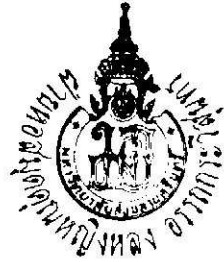


รายงานการวิจัย

เรื่อง



การศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดคาร์โบไฮเดรตจากเปลือกด้านในขนุนและจาปาตะ

The Studies of Properties of Carbohydrate Extracts from
inner rinds of Jack-fruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.)
and Jam-pa-da (*Artocarpus champeden* Spreng.)

อนุชิต พลบุรีการ

อรุณพร อธิรัตน์

คณะ เกสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ประจำปี 2533

ทศ - วิจัย
จังหวัด - ราช

110

เลขที่ ๑๕๑๕ ๐๖ ๒๕๓๓
เลขทะเบียน 016454
11 พ.ย. 2534

บทคัดย่อ

การสกัดสารคาร์โบไฮเดรตจากเปลือกด้านในของขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) และจำปาตะ (*Artocarpus champeden* Spreng.) โดยการคกตะกอนสารซึ่งสกัดด้วยน้ำจากเปลือกผลไม้แต่ละชนิดด้วย แอลกอฮอล์ 95 % จะได้สารสกัดคิดเป็นร้อยละ 1.69 และ 1.87 ตามลำดับ ลักษณะของสารสกัด จากผลไม้แต่ละชนิดที่ได้โดยการทำให้แห้งด้วยวิธีอบและวิธี freeze dry มีลักษณะเป็นของแข็ง มีสี และ รส ต่างกัน ปริมาณความชื้นของ สารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนด้วยวิธีอบและวิธี freeze dry วัดได้ 8.8 % และ 6.4 % ประมาณแก้ววัดได้ 8.29 % และ 6.72 % ส่วนปริมาณความชื้นของ สารสกัดจากเปลือกด้านในของจำปาตะด้วยวิธีอบและวิธี freeze dry วัดได้ 6.72 % และ 7.43 % สารสกัดทุกตัวสามารถพองตัว และละลายได้ในน้ำได้ สารละลายชั้นหนืด สารละลาย 2% ของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนด้วยวิธีอบ และ freeze dry มีความเป็นกรด-ด่าง 5.17 และ 5.25 มีความหนืดของ สารละลายวัดได้ 15.46 cps และ 16.31 cps ส่วนสารสกัดจากจำปาตะ มีความเป็นกรด-ด่าง 5.23 และ 5.34 ความหนืดของสารละลายวัดได้ 18.97 cps และ 21.12 cps ตามลำดับส่วนค่า equivalent weight ของจำปาตะจะมีค่ามากกว่าขนุนและ เพคตินที่ใช้น้ำในเกล็ดชกรรม

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากขนุนและจำปาตะพบว่าสารสกัด ทั้งสองชนิดเป็นสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตพวก polyuronide ซึ่งแสดงคุณสมบัติเป็น reducing sugar ได้เมื่อสารสกัดนั้นถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดและมีส่วนประกอบเป็น สารพวก glucuronic acid และน้ำตาลที่มีหมู่ keto ในโมเลกุล

Abstracts

Carbohydrate extracts from inner rinds of *Artocarpus heterophyllus* Lamk. and *Artocarpus champeden* Spreng. were extracted by precipitating water extracts from each fruit with 95% ethanol. Their yields are 1.69% and 1.87% respectively. The characteristics of the extracts dried by baking method and freeze drying method are solid with different colors and tastes. The quantities moisture in extracts from *A. heterophyllus*, dried by baking method and freeze-drying method, are 8.8 % and 6.4 % and ash quantities are 8.29 % and 6.72%. The quantities of moisture in extracts from *A. champeden*, dried in the same ways, are 8.6% and 8.45% and ash quantities are 6.72% and 7.43%. All of the extracts can swell and dissolve in water, making viscous solutions. The extracts from *A. heterophyllus*, dried by baking method and freeze drying method and made to be 2 % solution in water, will have pH values at 5.17 and 5.25 and viscosity at 15.46 cps. and 16.31 cps. The solution of extracts from *A. champeden* provide pH values at 5.23 and 5.34 and viscosity at 18.97 and 21.12 cps. Equivalent weights of extraacts form *A. champeden* are more than those from *A. heterophyllus* and pharmaceutical pectins.

In chemical property determinations of extracts from both fruits, it is found that both of them are carbohydrate compounds in the group of polyuronide. The extracts can show the property of reducing sugar after being hydrolized by acid and there are glucuronic acids and ketose sugars in their molecules.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหาและ เหตุผลของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 วัสดุและวิธีวิจัย (Material and Method)	3
วัสดุ	3
วัตถุดิบ	3
สารเคมี	3
น้ำยาเคมี	4
เครื่องมือ	4
วิธีวิจัย	5
การเตรียมตัวอย่างและการสกัด	5
การทดสอบคุณสมบัติทาง เคมี	5
การทดสอบสารคาร์โบไฮเดรททั่วไป	6
การทดสอบน้ำตาลอิมเลกุลเดี่ยว	6
การทดสอบ polysaccharide	7
การทดสอบ uronic acid	8

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติอื่น ๆ	8
การตรวจ pH	8
การตรวจสอบความหนืด	8
การหาปริมาณความชื้น	9
การหาปริมาณแก้ว	9
การหาค่า equivalent weight และ methoxy content	10
บทที่ 3 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล	11
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	19
บรรณานุกรม	20
ภาคผนวก	22

สารบัญตาราง

- ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุน และจำปาตะ
ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาตะ
และสารที่ชี้เปรียบเทียบ
ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาตะ
และสารที่ชี้เปรียบเทียบ

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหาและ เหตุผลการวิจัย

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า พืชและสมุนไพรหลายชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางยาทั้งในรูปของตัวยาและสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยา (Pharmaceutical Aids) ในอุตสาหกรรมยามีการนำเข้าวัตถุดิบมากมาย เพื่อใช้ในการเตรียมยาต่าง ๆ ซึ่งสารหรือวัตถุดิบเหล่านี้หลายชนิด เป็นผลผลิตจากธรรมชาติที่สกัดออกมาจากพืช ได้แก่ สารคาร์โบไฮเดรต เช่น เพคติน ซึ่งเป็นสารที่สกัดจากเปลือกผลไม้ จากพวกส้ม (*Citrus spp*) หรือจากกากของผลแอปเปิ้ล เป็นต้น นอกจากนี้ใช้เพคตินในเครื่องชงยาเตรียมแล้ว ยังใช้เพคตินในการเตรียมอาหารสำเร็จรูป ได้แก่ แยม เยลลี่ และ มาร์มาเลต เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีผู้สกัดสารจากพืชหลายชนิด ใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) และสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยาทั้งยาน้ำและยาเม็ด ได้แก่ สารสกัดจาก ยางมะตูม (Beal Gum) (1) สารเมือกที่สกัดจากเม็ดแมงลัก (Hoary Basil) (2) และสารสกัดจากเปลือกทุเรียน (3) ซึ่งสารต่าง ๆ ดังกล่าวล้วนเป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณสมบัติพองตัวและละลายน้ำได้ และเป็นสารชั้นหนืดที่อาจนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยาต่าง ๆ ดังกล่าวได้ อีกทั้งประเทศไทยก็ยังเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีพืช ผัก ผลไม้ มากมายหลายชนิด ดังนั้นก็ย่อมจะมีผลิตผลจากการเกษตรที่เป็นของเหลือใช้มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเปลือกผลไม้ต่าง ๆ ดังนั้นถ้าจะนำของเหลือทิ้งเหล่านี้ มาทำการวิจัยเพื่อเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ให้เป็น ประโยชน์ได้และยังช่วยทำให้เราได้ใช้ผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นทั้งนี้ นอกจากจะเป็นการกำจัดขยะที่เหลือทิ้งแล้ว ยังได้ประโยชน์ที่มีคุณค่าจากสิ่งเหลือทิ้งนั้นด้วย เปลือกผลไม้ที่ให้ของเหลือทิ้งมากมายที่น่าศึกษาคือ ขนุนและจำปาดะ

ชุนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* Lamk. และ
 จาปาตะมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ^{!A}*Artocarpus champeden* Spreng. ซึ่งผลไม้ทั้งสองชนิด
 อยู่ในวงศ์เดียวกันคือ วงศ์ Moraceae ในเปลือกด้านในของผลไม้ทั้งสองชนิดคาดว่าน่า
 จะมีสารคาร์โบไฮเดรตจากพวกเพคติน อีกทั้งจาปาตะก็ยังเป็นผลไม้ที่ปลูกมากทางภาคใต้
 ของไทย ดังนั้นการศึกษานี้เพื่อเป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของคุณสมบัติจากสารสกัด
 จากเปลือกผลไม้ทั้งสองว่า จะมีคุณสมบัติในการใช้ เป็นสารช่วยแชนตะกอนที่ใช้ในทาง
 เกษษกรรมได้หรือไม่ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี
 ระหว่างสารสกัดจากเปลือกด้านในของผลไม้ทั้งสองชนิดกับ สารช่วยแชนตะกอนที่ใช้ใน
 เกษษกรรม เช่น เพคติน acacia และ CMC เป็นต้น

นอกจากนี้ยังศึกษาผลผลิตที่ได้จากการสกัดเปลือกด้านในของชุนและ
 จาปาตะด้วยวิธีการทากแห้งด้วยวิธีการอบ และ วิธีแช่แข็ง
 (Freeze Dry) โดยใช้เครื่อง lyophilizer ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกัน
 อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการสกัดเปลือกด้านในของชุนและ
 จาปาตะด้วยวิธีการทากแห้งโดยวิธีการอบ และ freeze dry โดยใช้
 เครื่อง lyophilizer
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อวินิจฉัยว่าจะนำสารสกัดที่ได้จากเปลือก
 ด้านในผลไม้ทั้งสองมาใช้เป็นยาช่วยแชนตะกอน
3. เป็นการหาสิ่งทดแทนสารช่วยแชนตะกอนที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศและ
 เป็นการประหยัดเงินตราภายในประเทศ

บทที่ 2วัสดุและวิธีวิจัย (Materials and Method)วัสดุ (Materials)วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาคือเปลือกด้านในและ ซังของขนุนและ จำปาตะสด จากตลาดสดเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สารเคมี

- แอลฟาแนพทอล (E.Merck)
- แอลกอฮอล์ 95 % (บริษัท เอส. อาร์. แล็บ. จำกัด กรุงเทพ)
- ไอโอดีน (E.Merck)
- โบแตสเซียมไอโอไดด์ (E.Merck)
- กรดเกลือเข้มข้น (E.Merck)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (E.Merck)
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น (E.Merck)
- โบแตสเซียมโซเดียมคาร์เตรท(E.Merck)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์(E.Merck)
- ออร์ซินอล (E.Merck)
- เหล็กคลอไรด์ (E.Merck)
- 1,3 แนพทาลีนไดออล(E.Merck)
- เลคอะซีเตด(E.Merck)
- น้ำยาแอมโมเนีย (E.Merck)
- acacia (ห้างขายยาศรีจันทร์ สหโอสถ กรุงเทพฯ)
- CMC (วิทยากรม กรุงเทพฯ)
- Kieselgur (E.Merck)

น้ำยาเคมี

Molisch 's reagent

Iodine solution

Fehling reagent

Bial's reagent

1% Tollen's Naphthalene-diol reagent

Lead acetate solution

10 % Ferric chloride

เครื่องมือ

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter condensed instruction ของ Beckman)

เครื่องวัดความหนืด (Stromer Viscometer)

ตู้อบ (Memmert Germany)

เตาเผาสาร (Muffle Furnace)

เครื่อง Lyophilizer (Eyela)

เครื่องบดอาหาร (National^(R) superblender)

หม้อน้ำ (Water Bath)

ปั๊มน้ำช่วยกรอง (Aspirator A3S ของ Eyela)

วิธีการวิจัย (Methods)

การเตรียมตัวอย่างและการสกัด (4)

นำส่วนของเปลือกด้านในของ ขนุน และ จาปาตะล้างให้สะอาด ต้มน้ำให้เป็นอินเล็กซ์ซึ่งหาหน้าหนักแล้วนำมาต้มกับแอลกอฮอล์ 95 % ให้เดือดนาน 5 นาทีเพื่อสกัดเอาสีและยางออกแล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง และบีบเอาแอลกอฮอล์ออกให้หมดหลังจากนั้นนำกากที่เหลือของผลไม้ทั้งสองมาต้มกับน้ำให้เดือดนาน 30 นาที กรองแล้วนำสารละลายที่กรองได้มาปรับ pH ให้เป็นกลางหรือ pH ประมาณ 6.5 โดยใช้สารละลายแอมโมเนีย 1 โมลาร์ ต้มด้วยไฟอ่อนๆ อีกประมาณ 30 นาทีเพื่อระเหยน้ำออกบางส่วน จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางอีกครั้ง นำสารละลายที่กรองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนในปริมาณที่เท่า ๆ กัน นำสารละลายทั้งสองส่วนมาตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ 95 % แล้วผ่านกรองผ่านกระดาษกรองโดย ผ่านเครื่องกรองระบบสุญญากาศแล้วล้างตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ 95 % 2-3 ครั้ง จนตะกอนที่ได้มีสีขาวขึ้น นำตะกอนทั้งสองส่วนไปทำให้แห้งด้วยวิธีอบที่อุณหภูมิ 50 ° c ในตู้อบ และวิธี freeze dry ด้วยเครื่อง lyophilizer นำตะกอนที่แห้งแล้วบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดอาหาร (blender)

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี (5)

สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

- สารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจาปาตะที่ทำให้แห้งด้วยวิธีอบและวิธี freeze dry
- สารที่ใช้เป็น Standard เพื่อเปรียบเทียบคือ Pectin , Acacia Carboxymethylcellulose (CMC)

วิธีเตรียมสารละลายตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างความเข้มข้น 2 % จำนวน 100 มิลลิลิตรเตรียมโดยไปบรยผงสารตัวอย่าง 2 กรัม ลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรปั่นให้สารตัวอย่างละลายจนเป็นเนื้อเดียว

การทดสอบสารคาร์โบไฮเดรต

Molisch 's test

ใช้สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตร เติม 5% -naphthol in alcohol ลงไป 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากันแล้วจึงค่อย ๆ ริน Conc H_2SO_4 ลงไปข้างหลอดอย่างช้า ๆ จนปรากฏเป็นช่องเหลว 2 ชั้น (โดยชั้นแรกจะอยู่ด้านล่าง) สังเกตดูการเปลี่ยนแปลงที่รอยต่อระหว่างของเหลว ถ้ามีสารคาร์โบไฮเดรตจะเห็นวงแหวนสีม่วงที่รอยต่อ แสดงว่า ผล positive(+)

การทดสอบน้ำตาลโมลกุลเดี่ยว

Fehling 's test

Fehling 's test เป็นการทดสอบคุณสมบัติการเป็นตัว reduce ของน้ำตาล ใช้สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ต้มน้ำหลอดทดลองเติม Fehling's reagent A และ Fehling's reagent B อย่างละ 1.5 มิลลิลิตร ต้มน้ำใน water bath (ผล positive จะสังเกตพบตะกอนสีแดงอิฐของ Cuprous Oxide) ถ้ามีน้ำตาลโมลกุลเดี่ยวจะให้ตะกอนภายใน 1/2 -1 นาที

Bial's Test ทดสอบน้ำตาล Pentose

ใช้สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติม conc HCl 4 มิลลิลิตร และ Bial's reagent 5 หยด ต้มน้ำให้เดือดแล้วสังเกตสีที่เกิดขึ้น ถ้าสารตัวอย่างมีน้ำตาล Pentose อยู่จะให้ผล positive ได้สีเขียวสดเกิดขึ้น

Seliwanoff's Test ทดสอบ keto group ของน้ำตาล

ใช้สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติม seliwanoff's reagent จำนวน 3 มิลลิลิตร นำไปต้มน้ำให้เดือด โดยใช้เวลาไม่เกิน 30 วินาที แล้วทำให้เย็น สังเกตสีที่เกิดขึ้นถ้ามีน้ำตาล ketose อยู่จะให้สีแดงเข้ม (ผล positive)

สำหรับการทดสอบน้ำตาลโมลกุลเดี่ยวนี้ ต้องทดสอบสารตัวอย่างที่ได้หลังจาก Acid hydrolysis อีกครั้งด้วยการทำ Fehling's Test, Bial's Test, Seliwanoff's resorcinol Test อีกครั้งหนึ่งตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น

การทำ Acid hydrolysis เพื่อ hydrolyse สาร polysaccharide ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ใส่สารละลายของสารตัวอย่าง 2 % จำนวน 3 มิลลิลิตรใส่ Test tube ยาวแล้วเติม 3 M HCl 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปต้มใน Water bath ที่เดือดจับเวลา 45 - 60 นาที แล้วนำมาทำให้เป็นกลางด้วย 50 % NaOH โดยใส่ ประมาณ 0.7 - 0.8 มิลลิลิตร

การทดสอบ Polysaccharide

Iodine test

ใส่สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในจานหลุม เติม 0.1 N Iodine solution จำนวน 2-3 หยดลงไป แล้วสังเกตุสีที่เกิดขึ้น

การทดสอบ Polyuronide

Ferric Chloride Test

ใส่สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติม 10 % Ferric chloride จำนวน 4-5 หยด แล้วสังเกตุตะกอนที่งอกขึ้น

Lead Acetate Test

ใส่สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใน test tube เติม lead acetate solution จำนวน 4-5 หยดแล้วสังเกตุตะกอนที่งอกขึ้น

Alcohol 95 % Test

ใส่สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใน test tube เติม Alcohol 95 % จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และสังเกตุตะกอนที่งอกขึ้น

การทดสอบ Uronic acid

Tollen's Naphtoresorcinol Test(6)

ใส่สารละลายของสารตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตร เติม Tollen's reagent จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงแล้วเขย่าให้เข้ากันแล้วเติม ether 2 - 4 มิลลิลิตร ลงไปเขย่าแล้วสังเกตผลในชั้น ether จะมีสีม่วงเข้มถ้ามี uroinc acid

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติอื่น ๆ

การตรวจ pH

เตรียมสารละลายของสารสกัดตัวอย่าง 1-2 % W/V ในน้ำกลั่นแล้ววัด pH ด้วยเครื่อง pH - meter (Beckman รุ่น Condensed instruction)

การหาค่าความหนืด (6)

เตรียมสารละลายของสารสกัดตัวอย่างจากเปลือกผลไม้ 2 % W/V ใน น้ำกลั่นทำการวัดความหนืดด้วยเครื่อง Stormer Viscometer โดยใส่ของเหลวตัวอย่าง ในเครื่องซึ่งมี ลักษณะ เป็นกระบอกยาวและมีภาชนะใส่น้ำรองรับอยู่เพื่อปรับอุณหภูมิให้คงที่ แขนงค้อนน้ำหนักคงที่คือ 30 กรัม และกำหนดจำนวนรอบของการหมุนที่คงที่คือ 20 รอบ (ดูจากสเกลที่เป็น rpm) จับเวลาการเคลื่อนตัวของค้อนน้ำหนักที่หมุนได้ 20 รอบ แล้วคำนวณหาความหนืดของของเหลว โดยการใช้ของเหลวที่รู้ค่าความหนืดแน่นอนเป็นมาตรฐานแล้ว เปรียบคำนวณหาความหนืด โดยใช้สูตร

$$\text{ความหนืดของของสารสกัดตัวอย่าง } (n)_1 = \frac{t_1 n}{t}$$

n = ความหนืดของสารที่เป็นมาตรฐาน (480 Cps)

t = เวลาที่ใช้กับสารมาตรฐานที่ทำการวัดจำนวนรอบได้ 20 รอบ

t_1 = เวลาที่ใช้กับสารสกัดตัวอย่างที่ทำการวัดจำนวนรอบได้ 20 รอบ

การหาปริมาณความชื้น (5)

ใช้สารสกัดตัวอย่างบดให้ละเอียดประมาณ 4 กรัม ใส่จานแก้วที่มีฝาปิด ซึ่งได้ออบแห้งและชั่งจนมีน้ำหนักคงที่แล้ว ออบตัวอย่างโดยเปิดฝาไว้ใน hot air-oven (Memmert Germany) ที่ 105 -110 องศาเซลเซียสนาน 2-3 ชั่วโมง ปิดฝาจานแก้ว แล้วนำออกมาทิ้งให้เย็นใน dessicator ซึ่งน้ำหนักแล้วนำไปอบต่ออีกครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักอีกทีเช่นนี้จนน้ำหนักที่ใดคงที่ จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณ น้ำที่มีอยู่ใน สารสกัดตัวอย่าง ทำการทดลองตัวอย่างเดียวกันถึง 2 ครั้ง นำค่าที่ได้ที่มีแตกต่างกันไม่เกิน 3 % มาหาค่าเฉลี่ยความชื้นโดยคำนวณได้ดังนี้

$$x \text{ ความชื้น (moisture)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของสารสกัด (กรัม)}} \times 100$$

การหาปริมาณเถ้า (Ash) (7)

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่เผาและชั่ง น้ำหนักแน่นอนแล้ว
2. เผาตัวอย่างสารสกัดด้วยอุณหภูมิต่ำกว่าจนหมดควัน
3. นำตัวอย่างไปเผาในตู้อบเผา (Muffle Furnace) ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง
4. ทิ้งให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก
5. เผาตัวอย่างซ้ำ ครั้งละ 1 ชั่วโมงจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสอง ครั้งติดต่อกันต่างกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
6. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$x \text{ เถ้า (ash)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} \times 100$$

7. วิเคราะห์ตัวอย่าง 2 ครั้ง นำค่าที่ได้ที่ต่างกันไม่เกิน 5 % มาหาค่าเฉลี่ยของ ash

การวิเคราะห์หา equivalent weight (9)

ชั่งผงเพคตินที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (ประมาณ 5-10 กรัม) ลงใน beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายผงตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นที่ใส่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน 0.1 นอร์มอล โดยวิธี potentiometric titration นำผลการทดลองมาสร้าง titration curve เพื่อหาปริมาตรที่จุดยุติ จากนั้นคำนวณหา equivalent weight ตามสูตร

$$\text{equivalent weight} = \frac{1000S}{NV}$$

NV

เมื่อ S = น้ำหนักแห้งของผงเพคตินที่ใช้ (กรัม)

N = จำนวนนอร์มอลลิตีของสารละลายต่างที่ใช้เป็นการไตเตรต

V = ปริมาตรของต่างที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

การวิเคราะห์ methoxy content (MeO) (9)

สารละลายที่ผ่านการหา equivalent weight นำมาเติมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิด 0.25 นอร์มอล 25 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดแก้วตั้งไว้ 30 นาที เติมสารละลายกรดเกลือชนิด 0.25 นอร์มอล 25 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตด้วยสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน 0.1 นอร์มอล จน indicator เปลี่ยนสีแล้วคำนวณหา เปอร์เซนต์ methoxy content ตามสูตร

$$\text{MeO (\%)} = \frac{(N)(V)(E)}{1000S} \cdot 100$$

1000S

เมื่อ N = จำนวนนอร์มอลลิตีของต่างที่ใช้ในการไตเตรต

V = ปริมาตรของต่างที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

E = equivalent weight ของ methoxy เท่ากับ 31

S = น้ำหนักแห้งของเพคตินที่ใช้ (กรัม)

บทที่ 3

ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

ลักษณะทั่วไปของสารสกัด

จากการสกัดเปลือกด้านในของขนุนและจำปาจะพบว่าจากตัวอย่างของเปลือกด้านในของขนุนสดหนัก 2.23 กิโลกรัม จะสกัดได้สารทั้งหมด 37.7 กรัม คิดเป็นสารสกัดที่ได้ร้อยละ 1.69 ของตัวอย่างสด ส่วนเปลือกด้านในของจำปาดะสด 1.66 กิโลกรัม จะสกัดได้สารทั้งหมด 21.7 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 1.87 ของตัวอย่างสด แสดงว่าผลผลิตที่ได้จากการสกัดในปริมาณที่เท่า ๆ กันจำปาดะจะให้ผลผลิตในปริมาณที่สูงกว่าขนุน และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของสารสกัดที่ทากให้แห้งด้วยวิธีอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ freeze dry พบว่าเมื่อดูจากลักษณะของสารสกัด การละลาย ปริมาณความชื้นและปริมาณแก้วที่ได้จะมีลักษณะและค่าต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 1 จากการเปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของสารสกัดที่ได้ด้วยวิธีการทากให้แห้งด้วยวิธีการอบ หรือ วิธี freeze dry พบว่าในน้ำหนักที่เท่า ๆ กันสารสกัดที่ได้ด้วยวิธีการอบสีจะคล้ำกว่าและปริมาณเนื้อที่ได้น้อยกว่าวิธี freeze dry แต่ลักษณะการการละลายของสารสกัดของพืช 2 ชนิดจะไม่ต่างกันถึงแม้ว่าจะทากให้แห้งด้วยวิธีต่างกันส่วนการหาปริมาณความชื้นพบว่า freeze dry จะให้ผลผลิตที่มีความชื้นน้อยกว่า

การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัด

เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากขนุน และจำปาดะที่ทากให้แห้งด้วยวิธีการอบและวิธี freeze dry พบว่าสารสกัดของผลไม้แต่ละชนิดเมื่อทากให้แห้งด้วยวิธีต่างกัน คุณสมบัติทางเคมียังคงเหมือนกันและเมื่อทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับ acacia CMC และ เพคตินดั่งผลการทดลองที่ปรากฏในตารางที่ 2

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดทั้งสองพบว่า สารสกัดทั้งสองมีคุณสมบัติเหมือนกับ เพคตินที่ขายในท้องตลาดมากกว่า CMC และ acacia และเมื่อแปลผลการทดลองจากตารางที่ 1 พบว่าสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาดะ มีคุณสมบัติเหมือนกันคือเป็นสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากให้ผล positive กับ Molisch's test และส่วนประกอบของน้ำตาลมีเพียงเป็น ketose แต่ไม่มี pentose เนื่องจากหลังจากการไฮดรอลิซด้วยกรดจะให้ positive test กับ Selifwanoff's test แต่ไม่แสดงผลกับ

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาตะ

	สารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุน		สารสกัดจากเปลือกด้านในของจำปาตะ	
	วิธีอบ	วิธี freeze dry	วิธีอบ	วิธี freeze dry
ลักษณะสารสกัด	- เป็นของแข็ง สีน้ำตาลอ่อน - มีกลิ่นเฉพาะ	- เป็นผงสีขาวนวล - กลิ่นเฉพาะ	- เป็นของแข็ง สีน้ำตาล - มีกลิ่นเฉพาะ	- เป็นผงสี สีน้ำตาลอ่อน - มีกลิ่นเฉพาะ
การละลาย	- พองตัวและ ละลายได้ในน้ำ ได้เป็นสาร ละลายขุ่นสีขาว นวล - พองตัวเป็น เจลแข็งใน แอลกอฮอล์	- พองตัวและละลาย ได้ในน้ำได้เป็นสาร ละลายขุ่นสีขาวนวล - พองตัวเป็นเจลแข็ง ในแอลกอฮอล์	- พองตัวและ ละลายได้ในน้ำได้ เป็นสารละลายขุ่น สีน้ำตาลอ่อน - พองตัวเป็นเจล ในแอลกอฮอล์	- พองตัวและละลาย ได้ในน้ำได้เป็นสาร ละลายขุ่นสีน้ำตาลอ่อน - พองตัวเป็นเจลแข็ง ในแอลกอฮอล์
ความชื้น	8.8 %	6.4 %	8.6 %	8.4 %
เถ้า	8.29 %	8.13 %	6.72 %	7.43 %

* กรดที่ใช้ทดสอบคือ IN HCl

** ด่างที่ใช้ทดสอบคือ IN NaOH

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาตะและสารที่ใช้เปรียบเทียบ

การทดสอบ	เปลือกด้านในของขนุน		เปลือกด้านในของจำปาตะ		เฟลคติน	CMC	acacia	หมายเหตุ
	วิธีอบ	freeze dry	วิธีอบ	freeze dry				
Molisch's Test	+	+	+	+	+	+	+	positive จะให้สีม่วงแสดงว่ามีคุณสมบัติเป็นคาร์โบไฮเดรต
Fehling Test								
- ก่อน acid hydrolysis	+	+	+	+	+	-	-	positive test จะให้ตะกอนแดงแสดงว่ามีคุณสมบัติเป็น reducing sugar
- หลัง acid hydrolysis	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	
Bial's Test								
- ก่อน acid hydrolysis	-	-	-	-	-	-	+	positive ให้ตะกอนสีเขียวแสดงว่าเป็น pentose
- หลัง acid hydrolysis	-	-	-	-	-	-	+	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การทดสอบ	เปลือกด้านในของขนุน		เปลือกด้านในของจำปาละ		เพคติน	CMC	acacia	หมายเหตุ
	วิธีอบ	freeze dry	วิธีอบ	freeze dry				
Selivanoff's Test								
- ก่อน acid hydrolysis	-	-	-	-	-	-	-	positive ให้สารละลายสี แดงสดแสดงว่าเป็น ketose
- หลัง acid hydrolysis	+	+	+	+	+	-	-	
I ₂ solution	-	-	-	-	-	-	-	positive คีลสีเปลี่ยน ไปจากเดิมแสดงว่าเป็น polysaccharide

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การทดสอบ	เปลือกด้านในของขนุน		เปลือกด้านในของจำปาละ		เพคติน	CMC	acacia	หมายเหตุ
	วิธีอบ	freeze dry	วิธีอบ	freeze dry				
Tollen's naphthoresocinol Test - ก่อน acid hydrolysis - หลัง acid hydrolysis	+ ++	+ ++	+ ++	+ ++	+ ++	+ +	+ ++	positive ให้สีม่วงเข้ม แสดงว่ามี uronic acid
Ferric chloride test	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอน ละเอียดขาว	เกิดตะกอนแสดงว่าเป็น น้ำตาล polyuronide
Alcohol 95 %	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้นแข็ง ใส	ตะกอนวุ้น แข็งใส	ตะกอนละ- เอียดน้อยมาก	เกิดตะกอนแสดงว่าเป็น น้ำตาล polyuronide

Bial's test ซึ่งคุณสมบัตินี้จะต่างกับ acacia เพราะ acacia จะประกอบด้วย น้ำตาลโสมเลกุลเดี่ยวคือ pentose แต่ไม่มี ketose ส่วน CMC จะไม่มีทั้งน้ำตาล pentose และ ketose และสารสกัดทั้งสองชนิดยังมีน้ำตาลที่มีคุณสมบัติเป็นคาร์โบไฮเดรตได้ทั้งก่อนและ หลังการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด เช่นเดียวกับ เพคติน แต่ acacia และ CMC จะแสดงคุณสมบัติ เป็นคาร์โบไฮเดรตเมื่อมีการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด นอกจากนี้สารสกัดทุกตัวไม่สามารถแสดงคุณสมบัติ การเป็น polysaccharide ซึ่งจะ เหมือนกับสารเปรียบเทียบทั้ง 3 ตัว เนื่องจากไม่มีการ เปลี่ยนแปลงสีเมื่อทดสอบด้วยน้ำยาไอโอดีน และ เมื่อทดสอบคุณสมบัติและโครงสร้างของ โสมเลกุลว่าเป็น polyuroride (น้ำตาลที่ต่อประกอบด้วยกลุ่มโสมเลกุลที่เป็น Uronic acid) พบว่าสารสกัดและสารที่นำมาเปรียบเทียบแสดงคุณสมบัติ polyuroride เนื่องจากให้ ตะกอนเมื่อทดสอบกับ Ferric chloride test และ alcohol 95 % แต่ตะกอนของ acacia จะต่างกับตัวอื่นเนื่องจากส่วนประกอบของโสมเลกุลของ acacia ประกอบด้วย น้ำตาลหลายชนิดในอัตราส่วนต่างกันซึ่งต่างกับเพคติน และ CMC ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล กลุ่มเดี่ยวแต่ลักษณะการเกิดตะกอนจะพบว่าสารสกัดของ เปลือกด้านในของขนุนและจำปาจะให้ ตะกอนุ่นใสเช่นเดียวกับเพคตินและ เมื่อทดสอบกลุ่มของ Uronic acid โดยวิธี Tollen's naphthorescinol Test ทดสอบพบว่าก่อนและหลังในการใช้กรดเพื่อสลาย โสมเลกุลของสารทุกตัวจะให้ผล positive

ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัด

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุน และจำปา ซึ่งทำให้แห้งด้วยวิธีอบ และ freeze dry ดังแสดงในตารางที่ 3 จะพบว่า สารสกัดของผลไม้ทั้งสองซึ่งสามารถพองตัวได้ในน้ำและ เมื่อทำให้เป็นสารละลาย 2 % จะมี pH ค่อนมาทางเป็นกรดคือ pH เท่ากับ 5.17, 5.28, 5.23 และ 5.34 ตามลำดับ และ เมื่อทดสอบความความคงตัวในกรดและด่างพบว่าสารสกัดทั้งหมดจะคงตัวในกรด แต่ไม่คงตัว ในด่าง เพราะ เมื่อสารสกัดของผลไม้ทั้งสองชนิดอยู่ในสภาวะที่สารละลายเป็นด่าง จะเกิดผล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งคุณสมบัตินี้ใกล้เคียงกับเพคตินซึ่งเป็นสารที่มี pH เป็นกรดและ คงตัวในกรดแต่ไม่คงตัวในสภาวะที่เป็นด่าง แต่จะต่างกับ acacia และ CMC เพราะ acacia ละลายน้ำได้น้อยและไม่คงตัวในกรด ส่วน CMC ไม่ละลายน้ำแต่พองตัวในน้ำและ pH ของสารละลายค่อนข้างเป็นด่าง

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุน จำปาละ และสารที่นำมาเปรียบเทียบ

คุณสมบัติทางกายภาพ	สารสกัดจาก เปลือกด้านในของขนุน		สารสกัดจาก เปลือกด้านในของจำปาละ		เพคติน	acacia	CMC
	วิธีอบ	freeze dry	วิธีอบ	freeze dry			
- pH	5.17	5.25	5.23	5.34	2.6	4.36	7.18
- ความหนืด (cps)	15.46	16.31	18.97	21.12	25.31	16.25	4515.67
- equivalent weight	2840.3	2851.6	8210.0	8226.1	794.47	*	*
- Methoxy Content	**	**	**	**	12.09	*	*

หมายเหตุ

* ไม่ได้ทำการทดลอง

** หาค่าไม่ได้

ค่าความหนืดของสารละลายของสารสกัดทั้งสองและสารที่นำมาเปรียบเทียบจะ
เรียงจากความหนืดมากไปน้อยดังนี้ CMC > เพคติน > สารสกัดจากเปลือกด้านในจำปาตะ
ที่ทำแห้งด้วยวิธี freeze dry > สารสกัดจากเปลือกด้านในจำปาตะที่ทำแห้งด้วย
วิธีอบ > สารสกัดจากขนุนด้วยวิธี freeze dry > acacia > สารสกัดจากขนุนด้วยวิธีอบ
ซึ่งมีความหนืดเท่ากับ 4515.67 Cps, 25.31 Cps, 21.12 Cps, 18.97 Cps,
16.31 Cps, 16.25 Cps และ 15.46 Cps ตามลำดับและพบว่าความหนืดของสารสกัด
จากจำปาตะให้ผลใกล้เคียงกับเพคตินมากกว่าสารสกัดจากขนุนและ เมื่อเปรียบเทียบการ
ทำแห้งด้วยวิธีการต่างกันในผลไม้แต่ละชนิดพบว่าการทำแห้งด้วยวิธี freeze dry
จะทำให้สารละลายที่ได้มีค่าความหนืดสูงกว่า การทำแห้งด้วยวิธีอบ

เมื่อหาค่า equivalent weight ของสารสกัดทุกตัวและเพคตินพบว่าเมื่อ
เรียงลำดับค่า equivalent weight จากมากไปน้อยคือ สารสกัดจากเปลือกด้านใน
ของจำปาตะที่ทำแห้งด้วย freeze dry > จำปาตะที่ทำแห้งด้วยวิธีอบ > สารสกัด
จากเปลือกด้านในของขนุนที่ทำแห้งด้วย freeze dry > ขนุนที่ทำแห้งด้วยวิธีอบ >
เพคตินมีค่าเท่ากับ 8226.1, 8210.0, 2851.6, 2840.3, 794.49 ตามลำดับ จากค่า
equivalent weight ของสารสกัดจะพบว่าโมเลกุลสารสกัดจากจำปาตะและขนุนมีค่า
น้ำหนักโมเลกุลมากกว่าเพคติน ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการเตรียมเพคตินที่ขายใน
ท้องตลาดหรือที่เตรียมในทางอุตสาหกรรมจะต้องย่อยสลายโมเลกุลก่อนการสกัด⁽⁹⁾ เพราะ
จะทำให้ได้ปริมาณของสารสกัดสูงกว่าหรืออีกนัยหนึ่ง เพคตินที่ขายเตรียมจากเปลือกผิวส้ม
จึงทำให้ค่าน้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกันและ เมื่อนำสารละลายที่หาค่า equivalent weight
แล้วมาหาค่า Methoxy Content พบว่าเพคตินที่ขายในท้องตลาดมีค่า Methoxy content
เท่ากับ 12.09 ส่วนการหาค่า methoxy content ของสารสกัดของเปลือกด้านในของ
ผลไม้ทั้งสองชนิด ทำการทดลองต่อไปไม่ได้ เนื่องจากสารสกัดทุกตัวไม่คงตัวในค่าดังนั้น
เมื่อวิเคราะห์หาค่า methoxy content ซึ่งต้องเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
0.25 นอร์มอล 25 มิลลิลิตร ทำให้สารละลายเป็นเจลแข็งเสียก่อน ที่จะวิเคราะห์ จากผลที่ได้
แสดงว่าสารสกัดของเปลือกผลไม้ไม่คงตัวในค่า เพราะสารละลายต่างซึ่งมีค่านอร์มอลดี
ค่า ก็ยังสามารถทำให้เกิดเจลได้ในขณะที่เพคตินที่ขายไม่เกิดเจล ดังนั้นเพคตินที่ขายจึง
สามารถหาค่า Methoxy Content ได้

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

จากการสกัดสารจากเปลือกด้านในของขนุนและจำปาจะพบว่า เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะทั่วไปอื่น ๆ มีความใกล้เคียงกับเพคตินที่ชายหรือเพคตินที่สกัดจากผิวส้ม ถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติที่ได้แตกต่างกันบ้างในเรื่อง คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง (pH) equivalent weight และ methoxy content แต่คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดของเปลือกด้านในของผลไม้ทั้งสองเป็นสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตพาก polyuronide ซึ่งสามารถแสดงคุณสมบัติเป็น reducing sugar ได้ เมื่อสารสกัดนั้นถูกย่อยสลายโมเลกุล ด้วยกรดและมีส่วนประกอบเป็นสารจำพวก glucuronic acid และน้ำตาลที่มีหมู่ keto ในโมเลกุล และคุณสมบัติของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทั้งสองจะแตกต่างกับ acacia และ CMC ดังนั้นจากคุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของสารสกัดของผลไม้ทั้งสองที่เหมือนกับเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกผิวส้มหรือเพคตินที่ชายเพื่อใช้ในทางเภสัชกรรม ดังนั้นจึงน่าจะทดลองนำสารสกัดทั้งสองมาใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอนได้ โดยเฉพาะสารสกัดที่สกัดให้แห้งด้วยวิธี freeze dry เพราะจะให้ผลิตภัณฑ์ที่สีค่อนข้างขาวละลายน้ำได้ง่ายกว่าสารสกัดที่สกัดให้แห้งด้วยวิธีอบ และสารสกัดจากเปลือกจำปาคะน่าจะให้ผลในการเป็นสารช่วยแขวนตะกอนดีกว่า สารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุน เนื่องจากค่าความหนืดของจำปาคะ มีค่าสูงกว่าขนุนเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเท่ากัน นอกจากนี้ปริมาณสารสกัดจากเปลือกด้านในของจำปาคะก็มีปริมาณมากกว่าสารสกัดจากเปลือกด้านในของขนุนและสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทั้งสองก็ยังมีข้อดีกว่า เพคตินเพราะค่าความเป็นกรดต่างค่อนข้างเป็นกลางมากกว่า ดังนั้นน่าจะเข้ากับตัวยาคได้ดีกว่า เพคตินที่ชายทางเภสัชกรรม

บรรณานุกรม

1. รพีพล ภีรวิภาท และพิมพ์วรรณ พิทยานุกุล (2529) การศึกษาขบวนการเคลื่อนสารเมือกจากธรรมชาติ ตอนที่ 1 วิธีสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ ไทยเภสัชสาร 11 (2): 81
2. ปลื้มจิต วิจารณ์ธ์ และคณะ (2528) เมล็ดแมงลักและการศึกษาคุณสมบัติของสารเมือก วารสารมหิตล 12(1) 1-9
3. สุนันท์ พงษ์สามารถ และคณะ (2531) การสกัดสารคล้าย pectin จากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้ในยาเตรียมและอาหารสำเร็จรูป การประชุมเสนอผลงานวิจัย คณะ เกษศาสตร์ ครั้งที่ 7 วันที่ 7 ธันวาคม 2531 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บทความย่อเลขที่ 4
4. ถนอมจิต สุภาวิตา (2529) คู่มือปฏิบัติการวิชาพฤกษเคมี คณะ เกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา
5. สุนันท์ พงษ์สามารถ และคณะ (2532) การศึกษาสารสกัดคาร์โบไฮเดรตจากเปลือกผลไม้เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอนในคาวียา รายงานการวิจัย คณะ เกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ฯ
6. Martin A.N., Swarbrick.J., Cammarata.A. Physical Pharmacy 2nd Ed. Lea&Febiger, Philadelphia p 510
7. ธวัชชัย เลาหกุล (2532) การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำน้ำเชื่อมโดยการผสมน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา

8. Bhattia, B.S., Krishnamurhy, G.V and Lal, G (1959)
Preperation of pectin from raw papaya
(*Carica papaya* aluminium chloride precipitation method.)
Fd. Techrol. 24, 553-556

9. นัยทัศน์ กุศลรัญย์ (2529) การศึกษาการสกัดเพคตินจากส่วนเปลือก
ของจำปาตะ รายงานการวิจัย คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา

ภาคผนวกMolisch's reagent

ประกอบด้วย - naphthol 5 กรัม
ethanol 95 % qs. 100 มิลลิลิตร

วิธีเตรียมน้ำยา Molisch

- ละลาย - naphthol ใน ethanol ปริมาตร 70 มิลลิลิตร คนให้ละลาย
- ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย ethanol

Iodine solution

ประกอบด้วย Iodine 1.4 กรัม
Potassium Iodide 3.6 กรัม
Conc HCl 0.015 มิลลิลิตร
Distilled water qs 100 มิลลิลิตร

วิธีเตรียมน้ำยา Iodine

- ละลาย Potassium iodide ในน้ำ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ iodide ลงในสารละลายคนให้ละลายหมด
- เติม Conc HCl 0.015 มิลลิลิตร เติมน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตร

Fehling reagent ประกอบด้วยน้ำยา Fehling reagent A และ Fehling reagent B

Fehling reagent A ประกอบด้วย

Copper sulfate 7 กรัม
Conc H₂SO₄ 0.1 มิลลิลิตร
Distilled water to 100 มิลลิลิตร

วิธีเตรียมน้ำยา Fehling A

- ละลาย Copper sulfate 7 กรัม ในน้ำปริมาตร 70 มิลลิลิตร
จนให้ละลายหมด
- เติม conc H₂SO₄ 0.1 มิลลิลิตร
- ปรับปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ

Fehling reagent B ประกอบด้วย

Potassium sodium tartate	35	กรัม
Sodium hydroxide	15.5	กรัม
Distilled water to	100	กรัม

วิธีเตรียมน้ำยา Fehling B

- ละลาย Potassium sodium tartate ด้วยน้ำปริมาณ 70 มิลลิลิตร
จนให้ละลาย
- ละลาย Sodium hydroxide ด้วยน้ำ 25 มิลลิลิตร แล้วจึงเทลงผสม
กับสารละลาย Potassium Sodium tartate
ปรับปริมาตรด้วยน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตร

Bial's reagent ประกอบด้วย

Orcinol	1	กรัม
Ferric chloride	8	หยด
Conc. HCl to	100	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมน้ำยา Bial

- ละลาย orcinol ใน conc HCl ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่แช่เย็น
ใน ice-bath จนให้ละลาย
- เติม ferric chloride ลงผสมให้เข้ากัน
- ปรับปริมาตรด้วย conc. HCl ให้ครบ 100 มิลลิลิตร

1 % Tollen's Naphtalen-diol reagent (naphthoresorcinol)

ประกอบด้วย : naphthalene-diol (1,3)	4	กรัม
alcohol qs.	400	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมน้ำยา

- ละลาย naphthaene-diol (1,3) จำนวน 4 กรัม ใน alcohol ปริมาณ 50 มิลลิลิตร คนให้ละลายหมด
- เติม alcohol จนครบ 400 มิลลิลิตร

10 % Ferric chloride ประกอบด้วย

Ferric chloride	10	กรัม
Distilled water to	100	มล.

วิธีเตรียมน้ำยา 10 % Ferric chloride

- ละลาย Ferric chloride ในน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร คนให้ละลาย
- ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ

Lead acetate solution ประกอบด้วย

Lead acetate
Distilled water

วิธีเตรียม Lead acetate solution

- ละลาย lead acetate ในน้ำ 100 มล. แล้วเติม lead acetate จนเกิดสารละลายที่อิ่มตัว