รายงานวิจัย

เรื่อง

การสกัดสารคล้ายเพคตินและการทำให้บริสุทธิ์จากเปลือกผลไม้ไทย

Extraction and Purification of Pectin-like Substance from Thai-fruit Rinds

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ

และ

นางสาว นรานิมทร์ มารคแมน

ได้รับทุนวิจัยจากคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีงบประมาณ 2529

ภาควิชาชีวเคมี คณะเภสัชศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมษายน 2532

I10551796

การสกัดสารคล้ายเพคตินและการทำให้บริสุทธิ์จากเปลือกผลไม้ไทย

สุนันท์ พงษ์สามารถ และ นรานินทร์ มารคแมน

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การสกัดสารคล้ายเพคตินจากเปลือกผลไม้ 2 ชนิด คือ เปลือกทุเรียน (Durio zibethinus Linn.) และเปลือกส้มโอ (Citrus maxima Merr.) และจากผลไม้ 2 ชนิดคือ พุทรา (Zizyphus mauritiana Lamk.) และฝรั่ง (Psidium guajava Linn.) โดยการตกตะกอน aqueous extracts ของผลไม้ตัวอย่างใน 60% alcohol ได้สารสกัด crude extract คิดเป็น % yield เท่ากับ 0.8% 0.6% 1.7% และ 0.9% ตามลำดับ การเติมโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต (Sodium hexametaphosphate) ขณะทำ aqueous extraction สามารถช่วยเพิ่ม yield ของการสกัดสารคล้ายเพคตินจากเปลือกทุเรียนทำให้ได้สารสกัด crude fraction (F I) เป็น 2.18% yield การทำสารสกัดเปลือกทุเรียนให้บริสุทธิ์โดยตกตะกอนด้วย 75% alcohol ของสารละลาย crude extract ที่ได้จากการตกตะกอน acid-alcohol ของ aqueous extract จากเปลือกทุเรียนจะได้สารสกัด partially purify fraction (F II) เป็น 1.08% yield

สารสกัดของแต่ละตัวอย่างมีลักษณะเป็นของแข็ง มีสี กลิ่น และรสต่าง ๆ กัน สารสกัดทั้ง 4 ชนิดมีคุณสมบัติพองตัวละลายในน้ำได้เป็นสารขันหนืดมี pH เป็นกรด สารสกัดเปลือกทุเรียน F I มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อน พองตัวในน้ำได้เป็นของเหลวข้นหนืดสีน้ำตาลอ่อนค่อนข้างขุ่น ส่วนสารสกัดเปลือกทุเรียน F II เป็นของแข็งสีขาวนวล พองตัวในน้ำได้ของเหลวข้นหนืดใสไม่มีสี สารละลาย 3% ของ F I และ F II มี pH 5.8 และ 2.8 ตามลำดับ และมีความหนืด 130.6 cps และ 154.8 cps ตามลำดับ F I มีความชื้น 9.04% มีเถ้า 53.93% ส่วน F II มีความชื้น 11.93% มีเถ้า 38.22% ทั้ง F I และ F II มีจุด decompose ที่ 174-176 ° ซ

สารสกัดทั้ง 4 ชนิด แสดงคุณสมบัติของสารคาร์โบฮัยเดรตกับ Molisch's test และ Anthrone test ไม่แสดงคุณสมบัติเป็นสาร reducing กับ Fehling's test แต่จะแสดงคุณสมบัติเป็นสาร reducing ได้ หลังจากผ่านการทำ acid hydrolysis ของสารสกัดแล้วเท่านั้น สารสกัดทั้ง 4 ชนิด แสดงคุณสมบัติของน้ำตาลพวก glycuronates กับปฏิกิริยา Tollen's naphthoresorcinol มีสารสกัดจากเปลือกทุเรียนเท่านั้นที่ทำปฏิกิริยาให้สารสีม่วงแดงกับ iodine ในขณะที่สารสกัดอื่น ๆ ไม่ให้ปฏิกิริยากับ iodine สารสกัดทั้ง 4 ชนิด แสดงคุณสมบัติของสารพวก polyuronides ด้วยการเกิดตะกอนวุ้นลักษณะต่าง ๆ กับสารละลายเกลือของโลหะหนัก ได้แก่ Thorium nitrate Ferric chloride และ Lead acetate และตกตะกอนวุ้นกับ 95% alcohol

จากผลที่ได้อาจเสนอแนะว่าสารสกัดจากผลไม้และเปลือกผลไม้ที่นำมาทดลองเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตพวก polysaccharides ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำตาล glycuronates หรือ polyuronides คล้ายสารเพคติน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Extraction and Purification of Pectin-like Substace from Thai-fruit Rinds

Sunanta Pongsamart and Naranin Markman

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University

ABSTRACT

Pectin-like substances were extracted from 2 kinds of fruit rinds, Durian (Durio zibethinus Linn.) and Pummelo (Citrus maxima Merr.) rinds, and from 2 kinds of fruit, Phutsaa (Zizyphus mauritiana Lamk.) and Guava (Psidium guajava Linn.). Crude extracts were isolated by precipitation of aqueous extracts from tested samples in 60% alcohol. The yield of crude extracts from Durian-rind, Pummelo-rind, Phutsaa and Guava was 0.8%, 0.6%, 1.7% and 0.9%, respectively. Addition of sodium hexametaphosphate in aqueous extraction step gave increasing in percent yield of crude fraction (F I) from Durian rind to 2.18%. Purification of Durian-rind extract was done by 75% alcohol precipitation of the solution of crude extract from acid-alcohol precipitation of aqueous extracts from Durian rind. Partially purify fraction (F II) from Durian-rind of 1.08% yield was obtained.

The extracts were solid and were different in color, odour and taste. The four extracts were swelling in water to give viscous fluid and had acid pH. Crude fraction (F I) of Durian rind extract was solid, light-brown color, swelling in water to give viscous fluid. Partially purify fraction (F II) of durian rind extract was solid,

creamy-white color, and swelling in water to give colorless clear viscous fluid. The 3% solution of F I and F II had pH of 5.8 and 2.8, respectively, and had viscosity of 130.6 cps and 154.8 cps, respectively. F I had 9.04% moisture and 53.93% ash. F II had 11.92% moisture and 38.22% ash. F I and F II were decomposed at 174-176° C.

The four extracts gave positive test with Molisch's test and Anthrone test, which was specific for carbohydrates. No reducing sugar test was observed by Fehling's test. Only solution after acid-hydrolysis of the extracts existed reducing sugar to give positive test with Fehling's test. The four extracts revealed glycuronate sugar with Tollen's naphthoresorcinol reaction. Only Durian rind extracts gave violet color complexes with iodine, while the others had no reaction with iodine. The four extracts showed polyuronide property tested by gelling formation with the solution of salts of heavy-metals sach as thoriam nitrate, ferric chloride, and lead acetate, and also forming gel precipitation with 95% alcohol.

The results suggested that the extracts from tested fruits and fruit-rinds were carbohydrate. It could be classified in polysaccharides, composed of glycuronate sugar or polyuronides like pectic substances.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2529

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้สนับสนุนงานวิจัยนี้ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประโชติ เปล่งวิทยา อดีตคณบดีคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้ความสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะอันมีคุณค่าเป็นอย่างมากต่อการวิจัย

2. รองศาสตราจารย์ บุญอรรถ สายศร คณบดี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนและอนุมัติเงินสนับสนุนการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
ชื่อเรื่องและชื่อผู้วิจัย	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iv
กิตติกรรมประกาศ	vi
สารบัญเรื่อง	vii
สารบัญตาราง	ix
สารบัญรูป	x
บทนำ	1
วัสดุและวิธีวิจัย	3
วัสดุ	3
สารเคมี	3
สารตัวอย่าง	3
วิธีวิจัย	4
การเก็บตัวอย่าง	4
วิธีการสกัด	4
alcohol extraction	4
acid-alcohol extraction	5
การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณลักษณะอื่น ๆ	6
การหาปริมาณความชื้น	7
การหาปริมาณเถ้า	7
การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี	8
Color test for carbohydrate	8
Reduction test for carbohydrate	8
Iodine solution test for carbohydrate	8
Tollen's naphthoresorcinol test for glycuronic acid	8
Precipitation test	8

หน้า

ผลการวิจัย..... 9
การสกัดสาร..... 9
ลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัด..... 9
คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัด..... 14
การทดสอบ color test for carbohydrate..... 14
การทดสอบ Reduction test for carbohydrate... 16
การทดสอบ glycuronic acid..... 16
การทดสอบ iodine solution test..... 16
การทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอน..... 18
วิจารณ์และสรุป..... 20
การสกัดสาร..... 20
คุณลักษณะทั่ว ๆ ไปและคุณสมบัติทางกายภาพ..... 21
คุณสมบัติทางเคมี..... 22
การทดสอบ color test for carbohydrate..... 22
การทดสอบ Reduction test for carbohydrate... 22
การทดสอบ Iodine solution test for Polysaccharide..... 23
การทดสอบ glycuronic acid..... 24
การทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอน..... 25
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ 27
เอกสารอ้างอิง..... 28

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัด crude extracts จากผลไม้และเปลือกผลไม้..... 11

2 เปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดเปลือกทุเรียน crude fraction และ purify fraction..... 15

3 คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปรียบเทียบกับ Pectin และ Gum 17

4 คุณสมบัติของสารสกัดเปลือกทุเรียนในสารละลายโลหะหนัก และ alcohol เปรียบเทียบกับ pectin gum และสารสกัดจากผลไม้อื่น ๆ..... 19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการสกัดสารจากผลไม้หรือเปลือกผลไม้.....	10
2	แสดงขั้นตอนการสกัดสาร crude fraction จากเปลือกทุเรียน	12
3	แสดงขั้นตอนการสกัดสาร partially purify fraction จากเปลือกทุเรียน.....	13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

มีสารจากธรรมชาติอยู่มากมายที่สกัดมาจากพืชหรือสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่ได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางยาและอาหาร ทั้งในรูปของตัวยาสำคัญ (active ingredient) เป็นสารช่วยในการเตรียมผลิตภัณฑ์ยา (Pharmaceutical Aids) และ เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ สารคาร์โบไฮเดรตพวกเพคติน (pectin) เป็นตัวหนึ่งที่ใช้มากทั้งในทางยาและอาหาร สารพวกเพคตินในปัจจุบันสามารถสกัดได้จากเปลือกผลไม้พวกส้ม (citrus fruit) และจากกากของผลแอบเปิ้ล เป็นต้น สารพวกเพคตินนี้ในปัจจุบันยังใช้เป็นตัวยาสำคัญและสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) ในยาน้ำแขวนตะกอน (suspension) ได้แก่ ตำรับยา Kaolin mixture et pectin NF XIII เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้มากในการช่วยเตรียมอาหารพวก แยม มาร์มาเลต และเยลลี่ เป็นต้น

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมาช้านาน มีพืลผลไม้มากมายหลายชนิดอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี ในปีหนึ่ง ๆ จะมีผลิตผลจากการเกษตรที่เป็นของเหลือทิ้งอยู่มากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเปลือกผลไม้ต่าง ๆ ตามฤดูกาล จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะศึกษาเพื่อเปลี่ยนแปลงสิ่งเหลือทิ้งเหล่านี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์เพื่อที่เราจะสามารถใช้ผลผลิตจากการเกษตรได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากจะเป็นวิธีการที่ช่วยขจัดขยะเหลือทิ้งเหล่านี้แล้ว เรายังจะได้รับประโยชน์ที่มีคุณค่าต่อวงการอุตสาหกรรมยาและอาหารอีกด้วย มีสารสกัดจากพืชที่มีผู้ศึกษาเพื่อใช้เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยนาน้ำและยาเม็ดได้แก่ สารเมือก สกัดจากเมล็ดแมงลัก (Ocimum canum) (1) สารสกัดของผลมะตูม (bael gum)(2,3) สารสกัดเปลือกลูกตาล (Borassus flabellifer Linn.) และสารสกัดเปลือกมะนาว (Lime) (4) เป็นต้น ซึ่งสารสกัดเหล่านี้ล้วนมีคุณสมบัติพองตัวละลายในน้ำได้เป็นสารที่ข้นหนืดที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังกล่าวได้ จึงเป็นการค้นคว้าวิจัยที่จะใช้ประโยชน์จากพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาสารคล้ายเพคตินที่อาจพบในผลไม้หรือเปลือกผลไม้บางชนิดที่เลือกมาศึกษา ได้แก่ พุทรา (Phutsaa) เป็นพืชในวงศ์ (Family) Rhamnaceae สกุล (Genus)

Zizyphus มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า Zizyphus mauritiana Lamk.(5) ผลไม้ชนิดที่สองคือฝรั่ง (Guava) เป็นพืชในวงศ์ Myrtaceae สกุล Psidium มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า Psidium guajava Linn. (6) ส่วนเปลือกผลไม้ที่เลือกมาศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เปลือกของผลส้มโอ (Pummelo) เป็นพืชในวงศ์ Rutaceae อยู่ในสกุล Citrus มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Citrus maxima Merr.(7) เนื่องจากพืชจากพวก Citrus ได้กล่าวแล้วว่าสามารถสกัดสารเพคตินจากเปลือกผลไม้พวกนี้ได้ ดังนั้นส้มโอซึ่งเป็นผลไม้พวก Citrus เช่นกัน และเป็นผลไม้ที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทย ต่างจากพวก Citrus อื่น ๆ ที่พบในต่างประเทศจึงเป็นตัวอย่างหนึ่งที่น่าจะนำมาศึกษาในครั้งนี้ด้วย นอกจากนี้ยังจะศึกษาในเปลือกผลไม้อีกชนิดหนึ่งคือเปลือกทุเรียน (Durian) เป็นพืชในวงศ์ Bombacaceae อยู่ในสกุล Durio มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Durio Zibethinus Linn. (8) เนื่องจากที่เปลือกของผลทุเรียนจะพบมียางมีลักษณะเป็นเมือกอยู่จึงคาดว่าน่าจะมีสารคล้ายเพคตินอยู่ในเปลือกทุกเรียน ในปัจจุบันเกษตรกรสามารถเพาะปลูกทุเรียนขายได้ตลอดทั้งปี เพราะเป็นผลไม้ที่ขายได้ราคาดีมีคนนิยมรับประทานกันมากทั้งในประเทศและประเทศใกล้เคียงจนเป็นผลไม้ที่สามารถส่งออกขายต่างประเทศในปีหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนมากทั้งในรูปที่แกะเนื้อออกบรรจุหีบห่อแช่แข็งและในรูปของทุเรียนกวน ในแต่ละปีจึงมีขยะเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งมากมาย ดังนั้นการศึกษาเพื่อนำขยะเปลือกผลไม้เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ได้จะเป็นผลดีอย่างยิ่งต่อประเทศชาติต่อไปในอนาคต

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์จะทำการศึกษาการสกัดสารจากผลไม้และเปลือกผลไม้ต่าง ๆ ดังกล่าว นำมาศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารสกัดทั้งทางเคมีและกายภาพ เพื่อจะดูว่าสารสกัดเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมจะนำมาใช้เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์ยาและอาหารได้เพียงใด ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมยาและอาหารต่อไปได้

วัสดุและวิธีวิจัย

วัสดุ

1. <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) จากห้างขายยาศรีจันทร์สห-โอสถ กทม. Kieselgur (Pure) จาก E.Merck Darmstadt, Germany

2. <u>สารตัวอย่าง</u>

ตัวอย่างเปลือกผลไม้สดได้แก่เปลือกทุเรียน รวบรวมจากตลาดสดสามย่านและมาบุญครองเซนเตอร์ เป็นทุเรียนพันธุ์หมอนทองมาจากจังหวัดระยองและจันทบุรี เปลือกส้มโอสดไม่จำกัดพันธุ์จากนครชัยศรี ตัวอย่างผลไม้สดคือ ฝรั่งและพุทราจากปากคลองตลาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิจัย

1. <u>การเก็บตัวอย่าง</u>

ตัวอย่างผลไม้คือฝรั่งและพุทรา ใช้ผลไม้ค่อนข้างสุก ใช้ส่วนเนื้อรวมทั้งเปลือก หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ก่อนนำไปสกัด ส่วนตัวอย่างเปลือกผลไม้คือเปลือกทุเรียนและเปลือกส้มโอ ใช้เปลือกผลไม้สด เฉือนเอาเปลือกนอกออกเหลือแต่เปลือกส่วนที่เป็นสีขาว หั่นเป็นชิ้นขนาด 1-2 ซม. แล้วนำไปบดให้เป็นชิ้นหยาบ ๆ ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (blender) นำตัวอย่างที่บดแล้วนี้ไปสกัด ตัวอย่างผลไม้และเปลือกผลไม้นี้ถ้ายังไม่สกัดทันทีอาจเก็บแช่แข็งไว้ในถุงพลาสติกที่ -10 °ซ จนกว่าจะนำไปสกัด

2. <u>วิธีการสกัด</u>

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

2.1 <u>alcohol-extraction</u>

2.1.1 นำผลไม้หรือเปลือกผลไม้ที่ต้องการสกัด 1 กก. ใส่ในภาชนะโลหะ stainless steel ขนาดจุ 10 ลิตร เติมน้ำร้อน 5 ลิตร ตั้งไฟให้เดือดอ่อน ๆ

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

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

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

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

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

2.1.7 ล้างตะกอนใน 75% alcohol 2 ครั้ง และล้างอีก 1 ครั้งใน 95% alcohol กรองตะกอนผ่านผ้าในลอน 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. สำหรับตัวอย่างเปลือกทุเรียน เรียกสารสกัดนี้เป็น Crude Fraction (F I)

2.2 acid-alcohol extraction เป็นวิธีที่ใช้สกัดเฉพาะเปลือกทุเรียน วิธีการสกัดที่ใช้ได้ดัดแปลงจากที่บรรยายไว้โดย Ranganna (9)

2.2.1 นำเปลือกทุเรียนที่เตรียมสำหรับสกัดน้ำหนัก 1 ก.ก. ใส่ในภาชนะ stainless steel ขนาดจุ 10 ลิตร เติมน้ำร้อน 5 ลิตร ตั้งไฟอ่อนให้เดือดอ่อน 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 Buchner 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 เท่า 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 Buchner 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. จะได้เป็นแผ่นแข็งของสารสกัดค่อนข้างใสสีส้มหรือสีเหลืองจาง ๆ

2.2.16 นำสารสกัดที่ได้มาบดละเอียดและผ่านแร่งขนาด 80 mesh จะได้สารสกัดเป็นผงละเอียดสีขาวนวล นำไปอบให้แห้งที่ 100 °ซ, 2 ชม. ได้เป็นสารสกัดเปลือกทุเรียน Partially Purify Fraction (F II)

3. <u>การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณลักษณะอื่น ๆ</u>

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดโดยการดูด้วยตา การชิมรส และการดมกลิ่น วัดจุด melting-point หรือจุด decompose ด้วยเครื่อง Gallenkamp Melting Point Apparatus ดูลักษณะของการละลายในน้ำ

และวัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (Radiometer) วัดความหนืดด้วยเครื่อง Cone and Plate Viscometer

3.1 <u>การหาปริมาณความชื้น</u> (10)

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

$$\% \text{ moisture} = \frac{\text{loss of wt. (g)}}{\text{wt (g) of Sample}} \times 100$$

ทำการทดลองตัวอย่างเดียวกันซ้ำ 2-3 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งมีความแตกต่างไม่เกิน ± 3% มาหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ความชื้นในตัวอย่าง

3.2 <u>การหาปริมาณเถ้า</u> (ash) วิเคราะห์ตามวิธี Dry Ashing (11,12) ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

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

3.2.2 เผาตัวอย่างด้วยเตาไฟฟ้าจนตัวอย่างเป็นสีดำและไม่มีควันเกิดขึ้นอีก

3.2.3 นำตัวอย่างไปทำให้เป็นเถ้าโดยเผาในเตาเผา (furnace) ที่ 550 °ซ จนได้เถ้าเป็นสีขาว

3.2.4 นำออกมาทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก (M_1) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเถ้า ดังนี้

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

วิเคราะห์ตัวอย่าง 2-3 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่เกิน ± 5% มาหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์เถ้า

4. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

นำสารสกัดแต่ละชนิดมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับสาร pectin และ gum arabic ดังต่อไปนี้

4.1 Color test for carbohydrate ทดสอบสารคาร์โบฮัยเดรตโดยปฏิกิริยาการเกิดสีของสาร furfural ที่ได้จากน้ำตาลถูกดูดน้ำออกโดยกรดแก่ และจะรวมตัวได้สารที่มีสีกับน้ำยา Anthrone หรือ α-naphthol ตามวิธีของ Anthrone test และ Molisch's test (13) ตามลำดับ ทดสอบสารตัวอย่างทั้งก่อนและหลังทำ acid hydrolysis ของสารสกัด

4.2 Reduction test for carbohydrate เป็นการทดสอบ reducing sugar test โดยวิธีของ Fehling's test (14) โดยใช้สารสกัดตัวอย่างทั้งก่อนและหลังจากทำ acid hydrolysis ของสารสกัด

4.3 Iodine solution test for carbohydrate ทดสอบสาร polysaccharides โดยดูการเกิดสีกับน้ำยาไอโอดีน (15)

4.4 Tollen's naphthoresorcinol test for glycuronic acid ทดสอบสารพวก glycuronates โดยดูการเกิดสีของสารที่ได้จากการต้มสารพวกน้ำตาลใน HCl กับ naphthoresorcinol (1,3 dihydroxynaphthalene) จะได้สารสีม่วงเข้มซึ่งละลายได้ดีใน ether (16)

4.5 Precipitation test ทดสอบสารพวก polysaccharides และ polyuronides โดยการตกตะกอนด้วย ethanol หรือ สารละลายเกลือของโลหะหนัก Thorium nitrate (17) Lead acetate และ Ferric choride เป็นต้น

ผลการวิจัย

1. การสกัดสาร

เปลือกผลไม้ที่นำมาวิจัยเพื่อสกัดสารพวกคล้ายเพคติน คือเปลือกทุเรียน และเปลือกส้มโอ และผลไม้ทั้งผลคือ ฝรั่ง และพุทรา ได้ทดลองสกัดสารโดยวิธี alcohol extraction จาก aqueous extract ของเปลือกทุเรียนและเปลือกส้มโอ และจากผลฝรั่งและผลพุทรา โดยวิธีการสกัดดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 สารสกัดที่ได้เป็น crude extract และจากการทดลองนี้พบว่าผลไม้แต่ละชนิดให้ yield ที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละของผลไม้หรือเปลือกผลไม้สดดังนี้ เปลือกทุเรียนให้ yield 0.8% เปลือกส้มโอให้ yield 0.6% ฝรั่งให้ yield 0.9% และพุทราให้ yield 1.7% ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 การสกัดสารจากตัวอย่างผลไม้ทั้ง 4 ชนิด พบว่าสารสกัดจากเปลือกทุเรียนเป็นตัวอย่างที่น่าสนใจศึกษามากที่สุด โดยมีลักษณะที่ค่อนข้างจำเพาะ ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ดี จึงเน้นการศึกษาในตัวอย่างเปลือกทุเรียนมากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ

การสกัดสารจากเปลือกทุเรียนได้ทดลองสกัดสารออกเป็น 2 fraction ดังต่อไปนี้ คือ

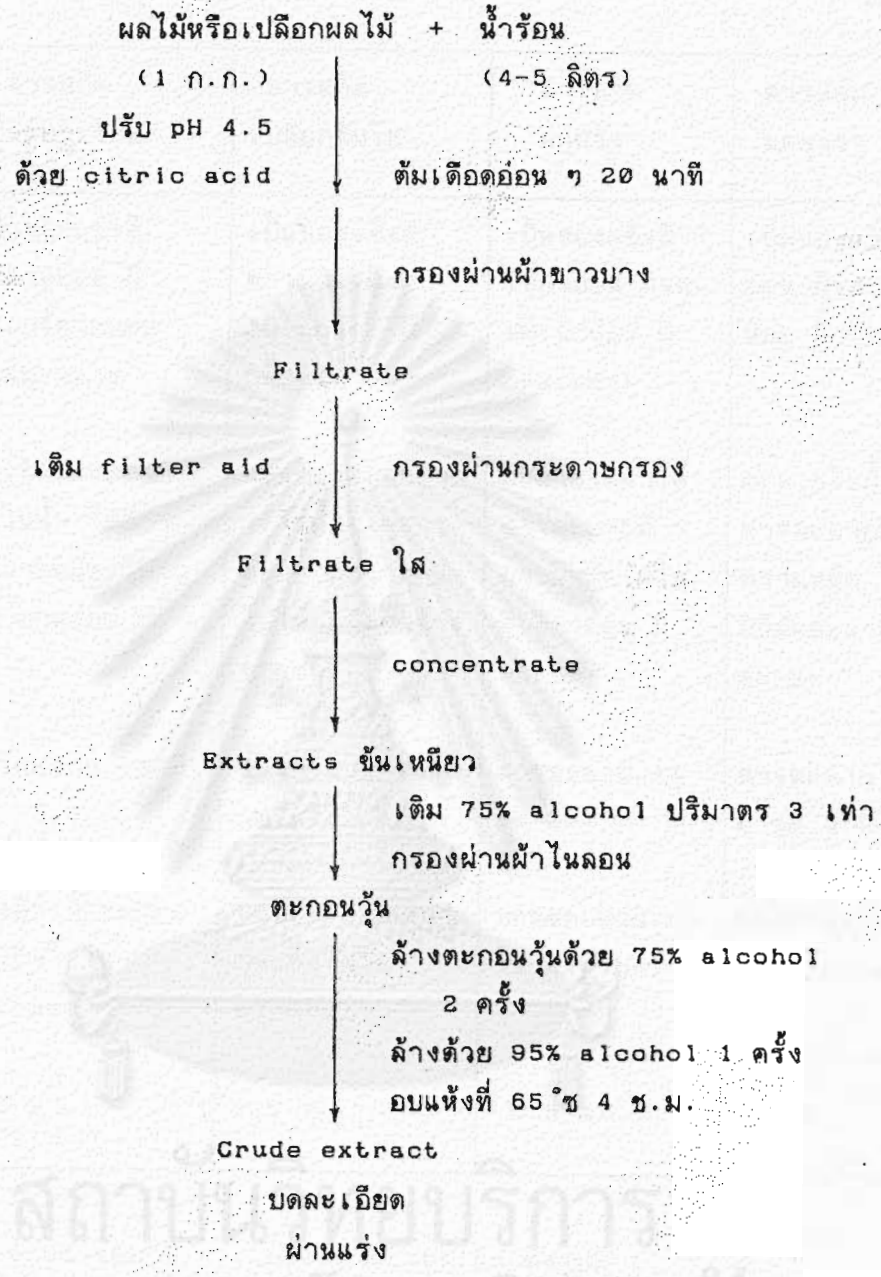
Crude fraction (F I) เป็นการสกัดโดยทำ alcohol extraction จาก aqueous extracts ของเปลือกทุเรียน ตามวิธีที่แสดงในรูปที่ 2 ได้สารสกัดเปลือกทุเรียน 2.18% yield

Partially Purify Fraction (F II) เป็นวิธีการที่มีการทำให้บริสุทธิ์อีกขั้นตอนหนึ่ง การสกัดทำโดย acid-alcohol extraction จาก aqueous extracts ของเปลือกทุเรียนจะได้เป็น crude extract ในขั้นตอนนี้ได้ yield 1.6% นำ crude extract มาละลายน้ำและกรองตะกอนออกแล้วจึงทำ alcohol extraction อีกครั้งตามวิธีที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 โดยวิธีการนี้จะได้สารสกัดเปลือกทุเรียนคิดเป็น 1.03% yield ของเปลือกทุเรียนสด

2. ลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัด

ลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ และผลไม้ทั้ง 4 ชนิด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 สารสกัดแต่ละชนิดมีลักษณะเป็นของแข็ง มีสี กลิ่น

วิธีเตรียมสารสกัด crude extract



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการสกัดสารจากผลไม้หรือเปลือกผลไม้

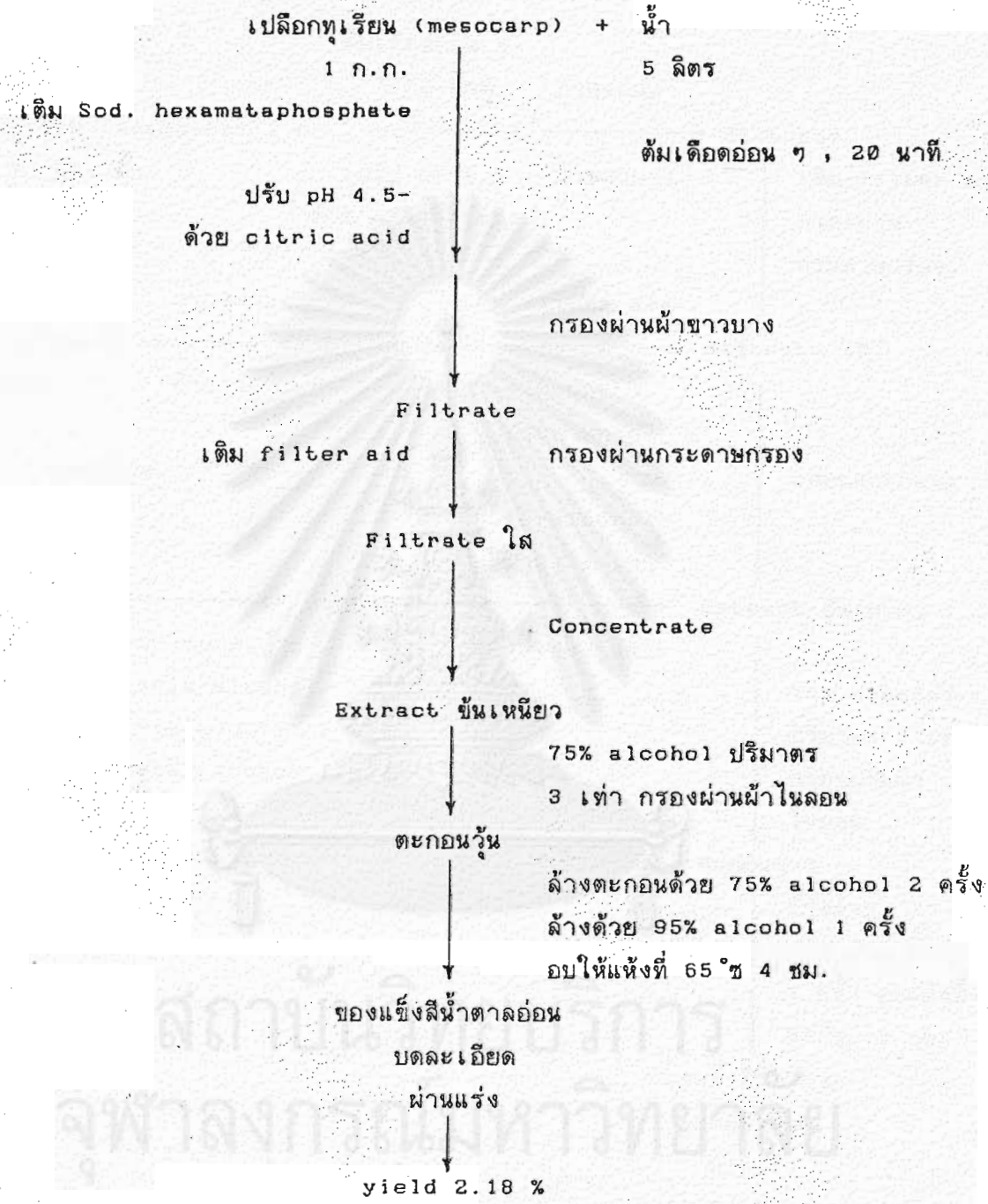
ตารางที่ 1 ตารางแสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัด crude extracts* จากผลไม้และเปลือกผลไม้

	สารสกัดเปลือกทุเรียน	สารสกัดเปลือกส้มโอ	สารสกัดผลฝรั่ง	สารสกัดผลพุทรา
ลักษณะทั่วๆ ไป	เป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อน มีรสเปรี้ยวอมขม มีกลิ่นเฉพาะ	เป็นของแข็งสีขาวนวล มีรสขมเล็กน้อย มีกลิ่นเฉพาะ	เป็นของแข็งสีเขียวอ่อน มีรสขมเล็กน้อย มีกลิ่นเฉพาะ	เป็นของแข็งสีส้มอ่อน มีรสขมเล็กน้อย มีกลิ่นเฉพาะ
การละลาย	พองตัวและละลายได้ในน้ำ ได้สารละลายหนืด ไม่ใส สีน้ำตาลอ่อน	พองตัวและละลายได้ในน้ำ ได้สารละลายมีความหนืดไม่ใส มีสีค่อนข้างขาวขุ่น	ละลายในน้ำได้สารละลายมีความหนืดไม่ใส สีเขียวอ่อน มีตะกอน	ละลายในน้ำได้สารละลายมีความหนืด ไม่ใส มีสีส้มอ่อน มีตะกอน
	สารละลาย 1% มี pH 5.8	สารละลาย 1% มี pH 4.3	สารละลาย 1% pH 2.7	สารละลาย 1% มี pH 5.6
	พองตัวเป็นตะกอนวุ้นแข็งใสใน alcohol	พองตัวเป็นตะกอนวุ้นแข็งใสใน alcohol	ตกตะกอนวุ้นเบาใน alcohol	ตกตะกอนวุ้นเบาใน alcohol
% yield	0.8 %	0.6 %	0.9 %	1.7 %

* สกัด crude extracts โดยวิธี alcohol extraction ดังรูปที่ 1

วิธีเตรียมสารสกัดเปลือกทุเรียน

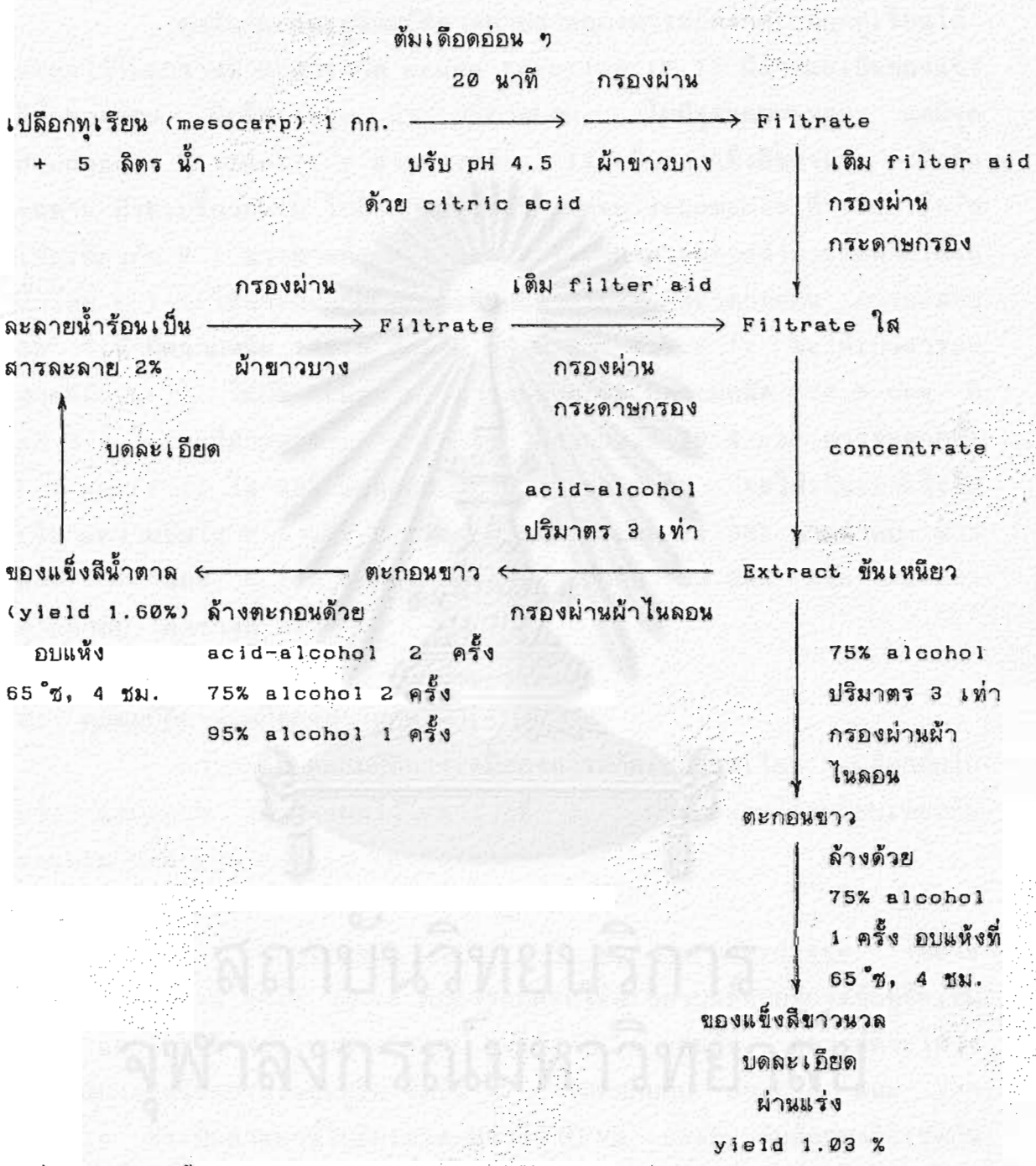
Crude Fraction (F I)



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการสกัดสาร crude fraction จากเปลือกทุเรียน

วิธีเตรียมสารสกัดเปลือกทุเรียน

Partially Purify Fraction (F II)



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการสกัดสาร partially purify fraction จากเปลือกทุเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รส แตกต่างกันเมื่อละลายในน้ำจะได้สารละลายข้นหนืด มีความเป็นกรด-ด่างค่อนมาทางกรด สารสกัดเหล่านี้จะตกตะกอนวุ้นใน 95% แอลกอฮอล์

คุณลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดจากเปลือกทุเรียนได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 สารสกัด crude fraction (F I) มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเฉพาะ มีรสเปรี้ยวอมขม ไม่มีจุดหลอมเหลว แต่มีจุด decompose ที่ 174-176 °ซ ส่วนสารสกัด F II เป็นของแข็งสีขาวนวล มีกลิ่นเฉพาะ มีรสเปรี้ยวอมขม ไม่มีจุดหลอมเหลว แต่จะ decompose ที่ 174-176 °ซ เช่นเดียวกับ F I สารสกัดทั้ง F I และ F II สามารถพองตัวและละลายได้ในน้ำโดย F I จะให้สารละลายมีลักษณะข้นหนืด ไม่ใส มีสีน้ำตาลอ่อน สารละลาย 3% ในน้ำมีความหนืด 130.6 cps มี pH 5.8 ส่วน F II จะได้เป็นสารละลายมีลักษณะใส ไม่มีสี หนืดมาก สารละลาย 3% มีความหนืด 154.8 cps มี pH 2.8 ในขณะที่สารละลาย 3% pectin มีความหนืด 79.4 cps สารละลายทั้ง F I และ F II ใน 95% แอลกอฮอล์ปริมาตรเท่า ๆ กัน จะให้เป็นเจลแข็งใส ปริมาณความชื้นใน F I และ F II พบมี 9.04% และ 11.93% ตามลำดับ สารสกัด F I และ F II พบมีปริมาณของเถ้าเท่ากับ 53.93% และ 38.22% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3. คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัด

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปลือกทุเรียน เปลือกส้มโอ ฝรั่ง และพุทรา ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 3 การทดลองได้เปรียบเทียบกับ pectin และ gum arabic (acacia)

3.1 การทดสอบ Color test for carbohydrate โดยวิธี Anthrone test จะได้ ⊕ ve คือสารสกัดจะให้สีเขียวบนชั้นของกรดซัลฟูริคเข้มข้น และโดยวิธี Molisch's test จะให้ ⊕ ve เช่นกัน สารสกัดจะให้วงแหวนสีม่วงบนชั้นของกรดซัลฟูริคเข้มข้น การทดสอบกับ pectin และ gum arabic ซึ่งเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตพบว่าให้ ⊕ ve test กับทั้งสองวิธีเช่นกัน นอกจากนี้สารละลายของสารสกัดหลังจากทำ acid hydrolysis แล้วพบว่ายังให้ผล ⊕ ve test กับการทดสอบข้างต้น แสดงว่า สารสกัดแสดงคุณสมบัติของสารคาร์โบฮัยเดรตได้ทั้งก่อนและหลัง acid hydrolysis (ตารางที่ 3) การต้ม

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดเปลือกทุเรียน crude fraction และ purify fraction

	Crude Fraction (F I)	Purify Fraction (F II)
วิธีการเตรียม	ตกตะกอนสารละลาย aqueous extract ของเปลือกทุเรียนใน 60% alcohol สกัดได้ yield 2.18 %	ตกตะกอนสารละลาย aqueous extract จากเปลือกทุเรียนด้วย acid alcohol ได้เป็น crude extract ตกตะกอนสารละลายน้ำของ crude extract ด้วย 75 % alcohol 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	พองตัวและละลายได้ในน้ำ เป็นสารละลายหนืด ใส ไม่มีสี
	สารละลายน้ำ 3% มีความหนืด 130.6 cps* มี pH 5.8 พองตัวเป็นเจลแข็งใส ใน alcohol	สารละลายน้ำ 3% มีความหนืด 154.8 cps* มี pH 2.8 พองตัวเป็นเจลแข็งใส ใน alcohol
ความชื้น	มีความชื้อน 9.04 %	มีความชื้น 11.93 %
เถ้า	มีเถ้า 53.93 %	มีเถ้า 38.22 %

* สารละลายน้ำ 3% pectin มีความหนืด 79.4 cps

ในกรด N HCl จะยังทำให้สารสกัดคงคุณสมบัติของการเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตไว้ได้

3.2 <u>การทดสอบ Reduction test for carbohydrate</u> สารสกัดของเปลือกทุเรียน เปลือกส้มโอ ฝรั่ง และพุทรา ไม่แสดงความสามารถในการเป็นสาร reduce ได้ โดยการทำปฏิกิริยา Fehling's test เมื่อต้มสารละลาย 1% ของสารสกัดในสารละลายของ $CuSO_4$ ในด่าง นานถึง 5 นาที จะไม่ให้ ⊕ ve test แต่เมื่อใช้สารสกัดหลังจากทำ acid hydrolysis แล้วโดยการต้มใน N HCl นาน 45 นาที แล้วทำให้สารละลายเป็นกลางด้วย NaOH เข้มข้น เมื่อนำมาทดสอบ Fehling's test อีกครั้งจะให้ผล ⊕ ve ภายใน 1-2 นาที คือจะเกิดเป็นตะกอนของ cuprous oxide สีแดง ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 3 การทดสอบให้ผลเช่นเดียวกันกับ pectin และ gum arabic อย่างไรก็ดีการทดสอบ Fehling's test กับสารทดลองทุกตัวอย่าง เมื่อต้มสารปฏิกิริยานาน ๆ กว่า 5 นาทีมาก ในที่สุดสารสกัดทุกชนิดที่ทดลองรวมทั้ง pectin และ gum arabic จะให้ผล ⊕ ve มีตะกอนแดงของ cuprous oxide เกิดขึ้นได้ทุกตัวอย่าง จากผลที่ได้แสดงว่าสารสกัดจะแสดงคุณสมบัติเป็นตัว reduce ทันทีได้ จะต้องใช้ตัวอย่างสารสกัดหลังจากทำการ hydrolyze ด้วยกรดแล้ว pectin และ gum arabic ซึ่งเป็นสารพวก carbohydrate ก็ได้ผลการทดลองเช่นเดียวกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด

3.3 <u>การทดสอบ glycuronic acid</u> ผลการทดสอบสารพวก glycuronic acidโดยวิธี Tollen's naphthoresorcinal กับสารสกัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 สารสกัดทั้ง 4 ชนิดทั้งก่อนและหลังทำ acid hydrolysis จะให้ ⊕ ve test โดยจะได้สารสีม่วงเข้ม (deep purple) ซึ่งละลายได้ดีในชั้น ether ลอยอยู่ชั้นบนส่วน aqueous phase จะอยู่ชั้นล่าง การทดลองกับ gum arabic ให้ ⊕ ve test เช่นเดียวกันส่วนการทดลองกับ pectin ไม่ให้ผล ⊕ ve ที่ชัดเจนเหมือนสารที่ทดลองอื่น ๆ

3.4 <u>การทดสอบ Iodine solution test</u> สารสกัดจากเปลือกทุเรียนจะให้ ⊕ ve test ได้เป็นสารสีม่วงแดง กับน้ำยา iodine ในขณะที่สารสกัดอื่น ๆ รวมทั้ง pectin และ gum arabic จะให้ ⊖ ve test ดังผลที่แสดง

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดเปรียบเทียบกับ Pectin และ Gum

ตัวอย่างสารทดลอง	Molisch's test	Anthrone test	Fehling's test	I_2-solution test	Tolen's naphtho-resorcinol
เปลือกทุเรียน F I	⊕ ve (ม่วง)	⊕ ve (เขียว)	⊖ ve (5 นาที)	⊕ ve (ม่วงแดง)	⊕ ve (ม่วงเข้ม)
acid hydrolysis F I	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงเข้ม)
เปลือกทุเรียน F II	⊕ ve (ม่วง)	⊕ ve (เขียว)	⊖ ve (5 นาที)	⊕ ve (ม่วงแดง)	⊕ ve (ม่วงเข้ม)
acid hydrolysis F II	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงเข้ม)
สกัดเปลือกส้มโอ	⊕ ve	⊕ ve	⊖ ve (5 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงเข้ม)
acid hydrolysis	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)		⊕ ve (ม่วงเข้ม)
สกัดพุทรา	⊕ ve	⊕ ve	⊖ ve (5 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงแดง)
acid hydrolysis	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)		⊕ ve (ม่วงแดง)
สกัดฝรั่ง	⊕ ve	⊕ ve	⊖ ve (5 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงแดง)
acid hydrolysis	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)		⊕ ve (ม่วงแดง)
Pectin	⊕ ve	⊕ ve	⊖ ve (5 นาที)	⊖ ve	⊖ ve
acid hydrolysis	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)		⊖ ve
Gum arabic	⊕ ve	⊕ ve	⊖ ve (5 นาที)	⊖ ve	⊕ ve (ม่วงแดง)
acid hydrolysis	⊕ ve	⊕ ve	⊕ ve (1 นาที)		⊕ ve (ม่วงเข้ม)

ไว้ในตารางที่ 3 แสดงว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนอาจมีพวก polysaccharide ที่มี glucose จับกันมีรูปร่างเป็น helical coil structure ที่สามารถจับเป็น complex กับ iodine ให้สารมีสีเกิดขึ้นได้ ซึ่งถ้าเป็นแป้งจะให้สีน้ำเงินและจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง และสีแดงจนถึงไม่มีสีเมื่อโมเลกุลของแป้งสั้นลงตามลำดับ

3.5 <u>การทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอน</u> (Precipitation test) สารพวก polyuronides จะมีคุณสมบัติที่ตกตะกอนได้กับ alcohol และกับสารละลายเกลือของโลหะหนัก จากผลในตารางที่ 4 พบว่าสารละลายของสารสกัดเปลือกทุเรียนจะตกตะกอนเป็นวุ้นแข็งกับ alcohol และกับสารละลาย Thorium nitrate Lead acetate และ Ferric chloride เช่นเดียวกับสารสกัดเปลือกส้มโอ และ pectin ส่วนสารสกัดจากฝรั่งและพุทรา จะให้ตะกอนวุ้นเบากับ alcohol และเป็นตะกอนขาวละเอียดกับสารละลายเกลือดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผลที่ได้จะคล้ายกับผลที่ได้ของ gum arabic ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของสารสกัดเปลือกทุเรียนในสารละลายโลหะหนัก และ alcohol เปรียบเทียบกับ pectin gum และสารสกัดจากผลไม้อื่น ๆ

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
สารสกัดเปลือกส้มโอ	ตะกอนวุ้นแข็ง	ตะกอนวุ้นแข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็ง	ตะกอนวุ้นแข็งใส
สารสกัดพุทรา	ตะกอนละเอียดขาว เบา	ตะกอนขาวเบา	ตะกอนละเอียดขาว	ตะกอนวุ้นเบาขาว
สารสกัดฝรั่ง	ตะกอนละเอียดขาว เบา	ตะกอนละเอียดขาว	ตะกอนละเอียดขาว	ตะกอนวุ้นเบาขาว
Pectin	ตะกอนวุ้นแข็งขาว	ตะกอนวุ้นแข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็งใส	ตะกอนวุ้นแข็งใส
Gum arabic (acacia)	ตะกอนขาว	ตะกอนละเอียดขาว	ตะกอนละเอียด	ตะกอนละเอียดขาว

วิจารณ์และสรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่คาดว่าจะสามารถสกัดสารพวกเพคตินหรือคล้ายเพคตินจากเนื้อหรือเปลือกของผลไม้ โดยเลือกผลไม้ที่อยู่ในวงศ์ (Family) ที่ค้นพบแล้วว่าในเปลือกของผลมีสารพวกเพคตินคือพืชในวงศ์ (Family) Rutaceae โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสกุล (Genus) Citrus ผลไม้ที่เลือกใช้คือส้มโอ (Pummelo) เป็นพืชในวงศ์ Rutaceae ซึ่งมีชื่อว่า Citrus Maxima Merr. (7) การทดลองใช้ส่วนของเปลือกผลที่ฝานเอาเปลือกนอกส่วนสีเขียวออกใช้แต่เฉพาะเปลือกชั้นในที่เป็นสีขาวส่วนผลไม้อื่น ๆ ได้เลือกโดยดูลักษณะของผลไม้ซึ่งมีลักษณะของเมือกลื่น ๆ อยู่ได้แก่ เปลือกของผลทุเรียน (Durian) เป็นพืชในวงศ์ Bombacaceae สกุล (Genus) Durio มีชื่อว่า Durio zibethinus Linn. (8) การทดลองจะใช้ส่วนของเปลือกที่มีสีขาวโดยตัดเอาเปลือกนอกส่วนที่เป็นหนามออก ส่วนผลไม้ที่นำมาทดลองมี 2 ชนิด คือ ผลฝรั่ง (Guava) เป็นพืชในวงศ์ Myrtaceae สกุล Psidium มีชื่อว่า Psidium guajava Linn. (6) อีกชนิดหนึ่งคือผลพุทรา (Phutsaa) เป็นพืชในวงศ์ Rhamnaceae สกุล Zizyphus มีชื่อว่า Zizyphus mauritiana Lamk. (5) ผลไม้ทั้ง 2 ชนิดนำมาทดลองโดยใช้ส่วนของเนื้อและเปลือก

1. <u>การสกัดสาร</u>

จากการทดลองสกัดสารจากเปลือกผลไม้และผลไม้ทั้งหมด 4 ชนิด ดังวิธีการสกัดที่แสดงไว้ในรูปที่ 1 พบว่าสารสกัดสารได้จากเปลือกทุเรียนจากเปลือกส้มโอ จากผลฝรั่งและจากผลพุทราได้ % yield เท่ากับ 0.8%, 0.6%, 0.9% และ 1.7% ตามลำดับ ลักษณะทั่ว ๆ ไปของสารสกัดที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 สารละลายของสารสกัดแต่ละชนิดที่ทดลองพบมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่อนมาทางกรด จากการทดลองสกัดสารจากผลไม้ทั้ง 4 ชนิด พบว่าสารสกัดจากเปลือกทุเรียน สามารถพองตัวละลายในน้ำได้สารข้นหนืดดี จึงเป็นสารสกัดที่น่าสนใจศึกษาเพิ่มเติม คณะผู้วิจัยจึงทดลองโดยเฉพาะกับสารสกัดเปลือกทุเรียนเพราะนอกจากเปลือกทุเรียนสามารถจะเก็บรวบรวมตัวอย่างได้ง่ายแล้วยังเป็นผลไม้ชนิดที่สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี และขยะเปลือกทุเรียนยังไม่พบมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง นอกจากจะมีการใช้บ้างเป็นเชื้อเพลิง อย่างไรก็ดีกากที่เหลือจากการสกัดแล้วอาจยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของเชื้อเพลิงได้ด้วย จึงน่าสนใจศึกษาในเรื่องนี้ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองสกัดสารจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีการดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 มีการใช้ sodium hexametaphosphate ซึ่งเป็นสารพวก chelating agent สามารถจับเป็น soluble complex ได้ดีกับ calcium และ magnesium ions (23) เมื่อเติมในขั้นตอนการสกัด aqueous extraction พบว่าสามารถเพิ่ม yield ของสารสกัดได้มากกว่า 2 เท่าจากวิธีตามรูปที่ 1 การสกัดสาร crude extract ให้ชื่อว่า crude fraction (F I) ตามวิธีในรูปที่ 2 จะได้ % yield ถึง 2.18% ดังนั้นในการทดลองต่อ ๆ มาการสกัดจึงใช้สาร sodium hexametaphosphate ด้วย

การทำให้บริสุทธิ์อีกขั้นตอนหนึ่งได้สารสกัดให้ชื่อว่า Partially purify fraction (F II) มีวิธีการดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 วิธีนี้สารสกัด F II จะมีลักษณะค่อนข้างแข็งใสมีสีขาวนวล ได้ % yield ทั้งหมด 1.03% ได้มีผู้ศึกษาสกัดสารเมือกจากยางของมะตูม พบว่าได้ yield ประมาณ 2.1% (2) ในขณะที่พบว่าสารเพคตินในแอบเปิ้ลซึ่งมีเพคตินสูงมี pectin อยู่ 1.6% (19)

2. <u>คุณลักษณะทั่ว ๆ ไปและคุณสมบัติทางกายภาพ</u>

คุณสมบัติทั่ว ๆ ไป ของสารสกัดของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด มีคุณสมบัติและลักษณะต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ ในตารางที่ 2 ได้แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติและลักษณะต่าง ๆ ของสารสกัดเปลือกทุเรียน F I และ F II สารสกัด F II เป็นของแข็งที่มีลักษณะแข็งกว่า F I ซึ่งค่อนข้างกรอบและบดผ่านแร่งได้ง่ายในขณะที่ F II จะบดและผ่านแร่งได้ยากกว่า สีของ F II จะขาวสะอาดกว่าสีของ F I ทั้ง F I และ F II จะพองตัวละลายได้ในน้ำได้สารละลายข้นหนืด สารละลาย F II จะใสไม่มีสี ในขณะที่ F I จะค่อนข้างขุ่นมีสีน้ำตาลอ่อน สารละลาย 3% มีความหนืดโดย F I และ F II มีความหนืด 130.6 cps และ 154.8 cps ตามลำดับ ในขณะที่ 3% pectin มีความหนืด 79.4 cps สารสกัด F I และ F II มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.8 และ 2.8 ตามลำดับ ทั้ง F I และ F II ไม่มีจุดหลอมเหลวแต่มีจุด decompose ที่ 174-176 °ซ

การหาความชื้นใน F I และ F II พบมีค่าเท่ากับ 9.04% และ 11.93% ตามลำดับ ปริมาณเถ้าใน F I และ F II พบมี 53.93% และ 38.22% ตามลำดับ

3. คุณสมบัติทางเคมี

ผลการทดสอบปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดจากผลไม้ทั้ง 4 ชนิดกับ pectin และ gum arabic

3.1 การทดสอบ Color test for carbohydrate ได้ทดสอบโดยวิธีของ Anthrone test และ Molisch's test ปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับหมู่ secondary alcohol ของน้ำตาลโดย mineral acid โดยกรดจะไปดึงน้ำ (dehydration) ออกจากโมเลกุลของน้ำตาลได้เป็นสารพวก furfural น้ำตาลพวก aldohexose และ ketohexose จะให้ hydroxymethyl furfural ส่วนน้ำตาล pentose จะให้ furfural ซึ่งสารพวก furfural นี้จะทำปฏิกิริยา condensation ได้กับสาร anthrone (Anthrone test) ได้สารมีสีเขียว และกับสาร α -napththol (Molisch's test) ได้สารสีม่วง เกิดขึ้น (13) การทดสอบทั้งสองวิธีถ้าให้ผล ⊖ ve แสดงว่าไม่มีสารคาร์โบฮัยเดรต จากผลที่แสดงในตารางที่ 3 สารสกัดทั้ง 4 ชนิดคือสารสกัดจากเปลือกทุเรียน F I และ F II สารสกัดเปลือกส้มโอ สารสกัดฝรั่ง สารสกัดพุทรา พบว่าให้ผล ⊕ ve กับตัวอย่างสารสกัดทั้งก่อนและหลังทำ acid hydrolysis ด้วย N HCl แสดงว่าสารสกัดทุกชนิดอาจมีสารพวกคาร์โบฮัยเดรตประกอบอยู่ การทดลองกับทั้ง Pectin และ Gum arabic ซึ่งเป็นสารคาร์โบฮัยเดรต พบว่าให้ผล ⊕ ve เช่นเดียวกัน

3.2 การทดสอบ Reduction test for carbohydrate ได้ทดลองโดยทำ Fehling's test ซึ่งใช้เป็นวิธีการตรวจคุณสมบัติการเป็นตัว reduce ของน้ำตาล (reducing sugar test) โดยใช้สาร oxidizing solution ในที่นี้ใช้สารละลาย alkaline copper solution หลังจากอุ่นสารปฏิกิริยาในน้ำเดือด สารละลาย cupric sulfate ในด่างจะถูก reduce ได้เป็นตะกอนสีเหลืองหรือแดงของ cuprous oxide (14) ปฏิกิริยาจะเกิดกับ

functional group คือ aldehyde หรือ ketone บนโมเลกุลเดี่ยวของน้ำตาล ส่วนพวก polysaccharides จะไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้ เนื่องจาก function group ของน้ำตาล ไม่เป็นอิสระจนกว่าจะถูกต้มนานพอจนสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวแล้วจึงจะให้ผล ⊕ ve ได้ ถ้าตัวอย่างมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือน้ำตาลที่สามารถเป็นตัว reduce ได้แล้วจะแสดงผล ⊕ ve test ภายใน 1/2-1 นาที ได้ทดลองกับน้ำตาล sucrose จะไม่ให้ผล ⊕ ve แม้จะต้มนานถึง 5 นาที เนื่องจาก functional group ของน้ำตาล sucrose ไม่เป็นอิสระ อย่างไรก็ดี สารสกัดทุกตัวอย่างหลังจากต้มไปนานกว่านั้นมากจะให้ผล ⊕ ve ทุกตัวอย่างที่ทดลอง แสดงว่าอาจมีการแตกออกของโมเลกุลใหญ่จนได้โมเลกุลเล็ก ๆ ที่สามารถทำปฏิกิริยา reduction ได้ จากผลที่แสดงในตารางที่ 3 พบว่าสารตัวอย่างหลังจากทำ acid hydrolysis แล้วนำมาทดสอบ Fehling's test พบว่าให้ ⊕ ve test ภายใน 1-2 นาที แสดงว่าหลังจาก acid hydrolysis ซึ่งจะสลายสารสกัดโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กลงจนถึงโมเลกุลเดี่ยวจะสามารถทำหน้าที่เป็นตัว reduce ได้ การทดลองกับ pectin และ gum arabic ซึ่งเป็น polysaccharide จะให้ผล ⊖ ve กับสารทั้งสองก่อน acid hydrolysis ส่วนสารหลัง acid hydrolysis จะให้ ⊕ ve test ภายใน 1 นาที ดังแสดงผลในตารางที่ 3 เนื่องจากการทำ acid hydrolysis ของ pectin และ gum arabic จะถูก hydolyze ด้วยกรดไขมันเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเกิดขึ้น

3.3 <u>การทดสอบ Iodinesolution test for polysaccharide</u> สารคาร์โบฮัยเดรตพวก polysaccharide ของแป้ง จะมีโครงสร้างเป็น helical coil structure การจับกันของโมเลกุลแป้งเกิดจากการต่อกันของสายโมเลกุลของ glucose ที่ α (1 ---> 4) เป็นสายยาวมีรูปร่างเป็น helical coil structure ซึ่งจะสามารถเกิดการจับได้อย่างหลวม ๆ กับ iodine ให้สาร complex ที่มีสีต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความยาวของสาย polysaccharide ได้ดังนี้คือ iodine จะจับกับ helical coil structure ของแป้ง (amylose) ให้เป็นสารสีน้ำเงิน โดยโครงสร้างของโมเลกุล amylose อาจเกิดจากการจับของโมเลกุล glucose เป็นสายยาวได้ ตั้งแต่ 15-2,500 โมเลกุลที่ต่อกันด้วย α (1 ---> 4) และเมื่อสายของน้ำตาลสั้นลง การเกิดสีกับ iodine จะเปลี่ยนไปด้วยได้เป็นสีม่วงหรือแดงจนถึงไม่มีสี ตามลำดับ

3.5 การทดสอบคุณสมบัติการตกตะกอน (precipitation test) สารพวก polyuronides ได้แก่ พวก pectin และ gum arabic จะตกตะกอนในสารละลาย alcohol จากผลการทดลองในตารางที่ 4 พบว่าสารสกัดเปลือกทุเรียน F I F II สารสกัดเปลือกส้มโอ และ pectin จะตกตะกอนเป็นวุ้นแข็งเมื่อเติม 95% alcohol แต่สารสกัดจากฝรั่งและพุทรา จะให้เป็นตะกอนของสารสกัดกับเกลือของโลหะหนักพวก Lead acetate Ferric chloride และ Thorium nitrate พบว่าสารสกัดเปลือกทุเรียน เปลือกส้มโอ จะเกิดตะกอนวุ้นแข็งกับ Lead acetate และ Ferric chloride ในขณะที่สารสกัด ฝรั่ง พุทรา และ Gum arabic จะให้เป็นตะกอนเบาหรือตะกอนละเอียดขาว ปฏิกิริยากับ Thorium nitrate พบว่า สารสกัดเปลือกส้มโอ และ pectin จะให้ตะกอนแข็ง ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการทดสอบ pectin วิธีหนึ่ง (17)

จากผลที่ได้ทั้งหมดนี้แสดงว่าสารสกัดเปลือกส้มโอจะคล้ายกับ pectin มากที่สุด ในขณะที่ Thorium nitrate จะตกตะกอนวุ้นเบากับสารสกัดเปลือกทุเรียนและเป็นตะกอนขาวละเอียดกับสารสกัดฝรั่ง พุทรา และ Gum arabic แสดงว่าสารสกัดเปลือกทุเรียนน่าจะมีความแตกต่างจาก pectin โดยอาจจะเป็นสารพวก polyuronides คล้าย pectin และไม่ใช่พวก Gum arabic ส่วนสารสกัดจากฝรั่ง และพุทรา อาจเป็นพวก polyuronides ที่แตกต่างจากพวก pectin และ Gum arabic

จากผลที่ได้ในการทดลองทั้งหมดที่ได้ทำไปแล้วนี้ ทำให้พอที่จะสรุปได้ว่าเราสามารถสกัดสารคาร์โบฮัยเดรตคล้ายพวกเพคตินออกมาจากเปลือกผลไม้ได้ แก่เปลือกทุเรียน และเปลือกส้มโอ และจากผลไม้พวกฝรั่งและพุทรา สารที่สกัดได้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้สารละลายข้นหนืดที่คาดว่าจะนำมาใช้ประโยชน์เป็น Pharmaceutical aids ในการเตรียมพวกยาน้ำหรือยาเม็ดต่าง ๆ การศึกษาต่อไปที่น่าสนใจโดยเฉพาะคือสารสกัดจากเปลือกทุเรียน ซึ่งจากการทดลองสามารถสกัด crude fraction ได้ 2.18% และสามารถสกัดสาร partially purify fraction ได้ 1.03% จากการทดลองนี้พอจะเสนอแนะได้ว่าสารสกัดจากเปลือกทุเรียนอาจเป็นสารคาร์โบฮัยเดรตชนิดหนึ่ง โครงสร้างอาจเป็นพวก polysaccharide ที่มี helical coil structure ที่มีความยาวของ

I10351796 051682

glucose ต่อกันด้วย α(1 ---> 4) มีความยาวอย่างน้อย 24-30 โมเลกุลหรือมี branch point ที่ทุก 24-30 โมเลกุลของ glucose ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาการจับกับ iodine ให้สารสีม่วงแดงได้ และโครงสร้างของสารสกัดอาจเป็นพวก polyuronide มีน้ำตาลพวก uronate ประกอบอยู่

อย่างไรก็ดีการศึกษาถึงส่วนประกอบของโครงสร้างของสารสกัดจากเปลือกทุเรียนยังคงมีสิ่งที่น่าสนใจศึกษาต่อไปอีกในแง่ของส่วนประกอบของธาตุ ส่วนประกอบของน้ำตาล ขนาดของโมเลกุล การถูกย่อยด้วยเอ็นไซม์ย่อยคาร์โบฮัยเดรต และอื่น ๆ

ในการทดลองศึกษาการใช้สารสกัดให้เป็นประโยชน์ในแง่ของ Pharmaceutical Aids ได้มีการศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนอย่างได้ผลเป็นสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) ในการเตรียมยาน้ำแขวนตะกอน (suspension) และใช้เป็นสารช่วยในการเตรียมอาหารสำเร็จรูปพวก แยมและเยลลี่ (20) สารสกัดเปลือกทุเรียนนี้อาจนำมาใช้ได้ดีเป็นสารเพิ่มเนื้อ (thickening agent) ซึ่งควรจะได้มีการศึกษาในแง่นี้ต่อไป นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้ศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียน ในแง่ของการเป็นสารช่วยกระจายตัว (disintegrator) ในการทำยาเม็ด พบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (21) ซึ่งคณะผู้วิจัยกำลังศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนในเภสัชภัณฑ์และอาหารสำเร็จรูปในรูปแบบต่าง ๆ กันคาดว่าจะสามารถนำสารนี้มาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้

ในเรื่องของความปลอดภัยในการบริโภคสารสกัดเปลือกทุเรียน คณะผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความปลอดภัยและความเป็นพิษเบื้องต้นของการบริโภคสารสกัดจากเปลือกทุเรียนในสัตว์ทดลองหนู (mice) ยังไม่พบมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้นในสัตว์ทดลอง (22) คณะผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถนำสารสกัดเปลือกทุเรียนมาช่วยเตรียมเภสัชตำรับและอาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ใช้บริโภคได้อย่างปลอดภัย

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จากคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของสารสกัดเปลือกทุเรียนที่ได้ศึกษามาแล้วทำให้ได้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการใช้สารสกัดเปลือกทุเรียนให้เป็นประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. เป็นสารช่วยเตรียมเภสัชภัณฑ์ (Pharmaceutical Aids)

1.1 ผลิตภัณฑ์ยาเม็ด อาจศึกษาในการใช้เป็นสารช่วยการกระจายตัว (disintegration) สารยึดเกาะ (binder) และใช้เป็นสารช่วยในการเคลือบหรือ coat เม็ดยา เป็นต้น

1.2 ผลิตภัณฑ์ยาน้ำ อาจศึกษาในการใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอน (suspending agent) ในยาน้ำแขวนตะกอน (suspension) และเป็นสารเพิ่มเนื้อ (thickening agent) ในยาน้ำอิมัลชั่น (Emulsion) เป็นต้น

1.3 ผลิตภัณฑ์ยาพวกครีมหรือ Ointment อาจศึกษาในการใช้เป็น ointment base เป็นต้น

2. เป็นสารช่วยเตรียมผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Products)

2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารพวก แยมและมาร์มาเลต

2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารพวกน้ำสลัด

2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารพวกเยลลี่

2.4 ผลิตภัณฑ์อาหารลดความอ้วน (Diet food)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. ปลื้มจิต โรจน์พันธุ์ และคณะ (2528) เมล็ดแมงลัก II คุณสมบัติของสารเมือก วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 12(1), 1-9.

2. รพีพล ภโววาท และ พิมลพรรณ พิทยานุกูล (2529) การศึกษายางมะตูม สารสกัดเมือกจากธรรมชาติ ตอนที่ 1 : วิธีการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี-พิสิกส์และการหาองค์ประกอบทางเคมี ไทยเภสัชสาร 11(2), 77-84.

3. พิมลพรรณ พิทยานุกูล และ รพีพล ภโววาท (2529) การศึกษายางมะตูม สารเมือกจากะรรมชาติ ตอนที่ 2 : ประโยชน์ของยางมะตูมในการเป็นสารปรุงแต่งในตำรับยาน้ำกระจายตัว ไทยเภสัชสาร 11(2), 85-97.

4. อมรรัตน์ วุฒิสถิรภิญโญ และคณะ (2532) การศึกษาสารสกัดคาร์โบฮัยเดรตจากเปลือกผลไม้ เพื่อใช้เป็นสารแขวนตะกอนในตำรับยา รายงานวิจัย โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Tem Smitinand (1980). Thai-plant Names (Botanical Names-Vernacular Names) Funny Publishing Ltd. Part. Bangkok Thailand p. 355.

6. Tem Smitinand (1980). Thai-plant Names (Botanical Names-Vernacular Names) Funny Publishing Ltd. Part. Bangkok Thailand p. 276.

7. Tem Smitinand (1980). Thai-plant Names (Botanical Names-Vernacular Names) Funny Publishing Ltd. Part. Bangkok Thailand p. 82-83.

8. Tem Smitinand (1980). Thai-plant Names (Botanical Names-Vernacular Names) Funny Publishing Ltd. Part. Bangkok Thailand p. 132-133.

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

10. Osborne, D.R. and Voogt, P. (1978) The Analysis of Nutrients in Food, Acadamic Press., London, p. 107-108.

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

12. Osborne, D.R., and Voogt, P. (1978) The Analysis of Nutrients in Food, Acadamic Press., London., p. 166-167.

13. Koch, F.C. and Hanke, M.E. (1953) Practical Methods in Biochemistry, 6th ed. Williams and Wilkins Co. Baltimore U.S.A. p. 14-15.

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

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

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

17. The United States Pharmacopeia XX (1980). United States Pharmacopeial convention, Inc. Rockville, Md. U.S.A. p. 590.

18. Roehring, K.L. (1984) Carbohydrate Biochemistry and Metabolism. AVI Publishing Co. Inc. Wesport Connecticut. U.S.A. p. 197-198.

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

20. สุนันท์ พงษ์สามารถ เรวดี ธรรมอุปกรณ์ ธิติรัตน์ ปานม่วง และ นรานินทร์ มารคแมน (2531) การสกัดสารคล้ายเพคตินจากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้ในยาเตรียมและอาหารสำเร็จรูป การประชุมเสนอผลงานวิจัยคณะเภสัชศาสตร์ ครั้งที่ 7 วันที่ 7 ธันวาคม 2531 คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม. บทคัดย่อ 4

21. Ruedeegorn Kiatmonkong (1989) The Study of Tablet Disintegrating Properties of Durian Rind Extracts. Master of Science in Pharmacy Thesis, Graduate School, Chulalongkorn University Thailand.

22. สุนันท์ พงษ์สามารถ นรานินทร์ มารคแมน สุกัญญา เจษฎานนท์ และอัจฉรา ธวัชสิน (2531) ศึกษาความปลอดภัยและความเป็นพิษของการบริโภคสารคล้ายเพคตินสกัดจากเปลือกทุเรียน การประชุมเสนอผลงานวิจัยคณะเภสัชศาสตร์ ครั้งที่ 7 วันที่ 7 ธันวาคม 2531 คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม. บทคัดย่อ 5

23. Martindale The Extrapharmacopeia (1982) Reynolds, J.E.F., ed. the Pharmaceutical Press. London. p. 502-503.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย