

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

.....

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าผลผลิต
2. โครงการวิจัย : การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากพืช
3. ชื่อการทดลอง : การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแซนโทนผงบริสุทธิ์
: Development of Xanthone Production Technology

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาววิไลศรี ลิ้มปพยอม

ผู้ร่วมงาน : นายโกเมศ สัตยาวุธ

: นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร

: นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์

สังกัดสำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแยกสกัดสารสำคัญในเปลือกมังคุดให้ได้แซนโทนผงในรูปของ แอลฟา-และ แกมมา-แมงโกสติน (alpha-mangostin and gamma-mangostin) รวมทั้งการแปรรูปมังคุดให้เป็นมังคุดผงและเพื่อเพิ่มมูลค่ามังคุดให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่หลากหลายชนิด โดยได้ทำการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแซนโทน เพื่อให้ได้สารแซนโทนในปริมาณสูงโดยใช้สารละลายชนิดต่างๆ คือ เอทานอล เมทานอล เอทิลอะซิเตทและน้ำ โดยพบว่า เอทานอล และเมทานอลให้สารสกัดโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 21.75-24.33 และ 20.8-22.8 ตามลำดับ เอทิลอะซิเตทและน้ำให้สารสกัดโดยเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 7.8-10.36 การตรวจสอบปริมาณสารแมงโกสตินพบว่า สารที่สกัดด้วยเอทานอล 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 931.79 ไมโครกรัม ปีต้า-แมงโกสติน 19.47 ไมโครกรัม และ การทำนิน 18.7 ไมโครกรัม ส่วนสารที่สกัดด้วยเมทานอล 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 1079.72 ไมโครกรัม ปีต้า-แมงโกสติน 21.10 ไมโครกรัม และ การทำนิน 24.17 ไมโครกรัม และสารที่สกัดด้วยเอทิลอะซิ

เทท 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 782.74 ไมโครกรัม ปีต้า-แมงโกสติน 19.69 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 26.04 ไมโครกรัม ในยางมังคุด 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 711.88 ไมโครกรัม ปีต้า-แมงโกสติน 6.47 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 6.48 ไมโครกรัม ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพได้นำสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลตรวจสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง (Anti-cancer MCF7-Breast Cancer Method) พบว่ามีฤทธิ์ โดยให้ค่า IC50 เฉลี่ย 17.35 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร โดยที่สารสกัดด้วยเอทานอลและน้ำได้ผลิตเป็นสารแซนโทนผง ในส่วนของเนื้อมังคุดได้ทำการแปรรูปเป็นมังคุดผงขงละลายทันที รวมทั้งผสมกับชา กาแฟเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟผสมมังคุดผง ชาผสมมังคุดผง รวมทั้งผลิตภัณฑ์คุกกี้ ไอศกรีมจากมังคุดผง

6. คำนำ

มังคุด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Linn . ได้ถูกใช้ในตำรับยาของไทยมานานแล้ว โดยมีสรรพคุณรักษาโรคผิวหนัง ลดการอักเสบ มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย คือ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus species*, *Mycobacterium tuberculosis* and *Propionibacterium acnes* .

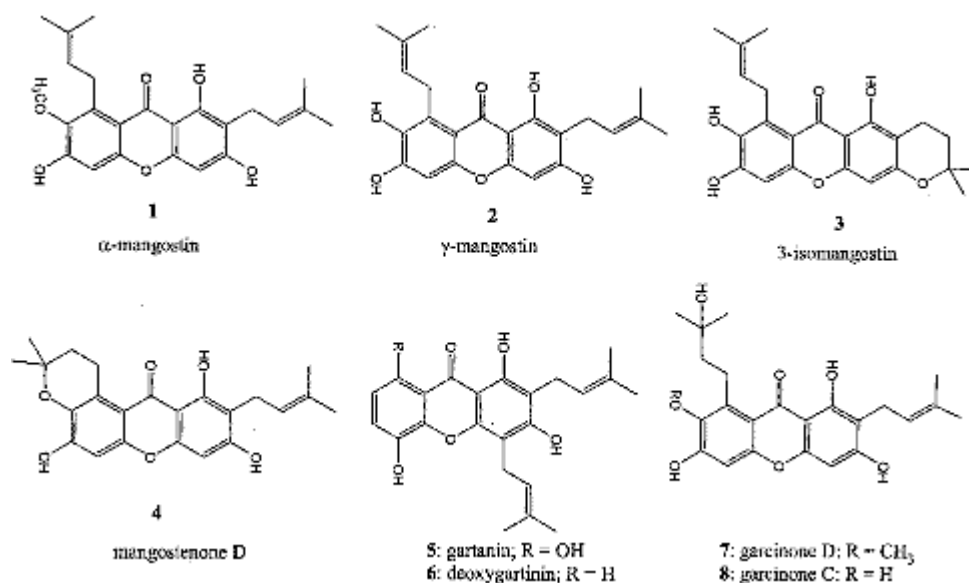
เปลือกมังคุด ประกอบด้วยกลุ่มสารสำคัญคือกลุ่มสารแซนโทน ที่ประกอบด้วย α - mangostin (alpha -mangostin) β -mangostin (Beta-mangostin) γ -mangostin (gamma-mangostin) , gartanin , 3-isomangostin และอื่นๆ สารกลุ่มแอนโทไซยานินส์ (anthocyanins) ซึ่งเป็นสารสีแดง มีปริมาณ 30-32% ได้แก่ cyaniding-3-O- β -sophoroside, cyaniding-3-glucoside และมีแทนนิน (tannins) 7-14% (จุลสารข้อมูลสมุนไพร 2543)

สารแซนโทนในเปลือกมังคุดเป็นสารสีเหลืองที่ละลายในน้ำและอัลกอฮอล์ได้ดีประกอบด้วย สารอนุพันธ์หลายชนิดที่สำคัญคือ alpha-mangostin (1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,8-bis-(3-methyl-but-2-enyl)-xanthen-9-one) และ gamma-mangostin (1,3,6-trihydroxy-2,8-bis-(3-methyl-but-2-enyl)-xanthen-9-one) กลุ่มสารแซนโทนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยที่ α -mangostin เป็นตัวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

สารแซนโทนโดยทั่วไปสามารถแยกสกัดโดยใช้ column chromatography ที่บรรจุด้วยสาร silica gel และตรวจสอบโดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography โดย

ใช้ Reverse phase column สารแซนโทน มีคุณสมบัติคล้ายสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds) คือมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้เอง สารเหล่านี้มีมากในพืช จำพวก พริก ผัก ผลไม้ ธัญพืช สารเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขภาพดี สารต้านอนุมูลอิสระสามารถถูกสร้างขึ้นอย่างมากเมื่อมีสารกระตุ้น ทำให้มีผลต่อโรคต่างๆ เช่นโรค หลอดเลือดและโรคมะเร็ง

Moongkarndi P. และคณะ (2004) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารที่สกัดด้วยเมทานอลในการทดสอบมะเร็งเต้านมของมนุษย์ โดยพบว่า ผลของการยับยั้ง antiproliferative ของสารที่สกัดด้วยเมทานอลที่มีต่อมะเร็งเต้านมมีประสิทธิภาพสูง Pedro M. และคณะ(2002) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งการเจริญมะเร็ง 2 ชนิดคือ มะเร็งเต้านม มะเร็งตับ Matsumoto K. และ คณะ (2003) พบว่าสาร Xanthone ที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของ Leukemia cell โดยพบว่า alpha-mangostin ที่ความเข้มข้น 10 microM สามารถยับยั้งการเกิด apoptosis Williams P. ,และคณะ (1995) ได้ศึกษาผลของสารสกัด xanthone ต่อโรคหัวใจ พบว่า สารสกัด xanthone สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ LDL ทั้งนี้สรุปได้ว่าสารสกัด xanthone ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mahabusarakam W. และคณะ (2000) พบว่า สารสกัด xanthone จากเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ LDL Cholesterol.



Gamma-Mangostin หรือมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ tetraoxygenated diprenylated xanthone มีคุณสมบัติมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้น หรือ IC50 ซึ่งสารชนิดนี้

สามารถสกัดได้จากเปลือกของมังคุด Keigo N. และคณะ (2004) ได้ศึกษาการสกัดสาร gamma-mangostin จากเปลือกมังคุด โดยใช้เปลือกมังคุดอบแห้ง 1 กิโลกรัม สกัดด้วยเอทานอล 10 ลิตร นาน 1 ชั่วโมง นำสารที่สกัดได้สกัดด้วยเอทิลอะซิเตทและน้ำ พบว่าเมื่อระเหยสารเอทิลอะซิเตทออก แล้วได้สารสกัดหนัก 87.4 กรัม นำสารสกัดที่ได้ละลายในสารละลายผสมของ เฮกเซนและเอทิลอะซิเตท อัตรา 4:1 และใช้เทคนิค Column Chromatography และ Thin layer Chromatography สกัดแยก gamma-Mangostin ได้ 32.8 กรัม การตรวจสอบสาร gamma-mangostin ทำได้โดยใช้เครื่อง HPLC , RP column 4.5 mm.x250 mm., elution linear gradient of 65-100% acetonitrile in water at 1 ml/min for 60 mins. At 280 nm. UV detector.

ปัจจุบันสารสกัดเปลือกมังคุดได้รับการยอมรับจากนักวิจัยมากมายหลายสาขา ในคุณสมบัติประสิทธิภาพของสารสกัดในทางการแพทย์ นักวิจัยด้านทันตกรรมนำสารสกัดเปลือกมังคุดใช้ในช่องปากเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เกิดคราบหินปูน รวมทั้งมีการศึกษาพบว่าสารสกัดเปลือกมังคุดมีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ โดยเฉพาะ α -mangostin สามารถมีอยู่ในร่างกายมนุษย์ได้สูง 1.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย เมื่อเปรียบเทียบกับการได้รับยาพาราเซตามอลในปริมาณเท่ากัน พบว่าสาร α -mangostin ให้ผลที่ดีกว่า เช่นเดียวกับการใช้ α -mangostin 1.5% ในการรักษาโรคผิวหนัง พบว่าภายใน 3 สัปดาห์ไม่ปรากฏผลข้างเคียงแต่อย่างใด ด้วยเหตุนี้จึงน่าสนใจที่ศึกษาวิจัยการผลิตสารแซนโทนจากเปลือกมังคุดและการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งส่วนของเปลือกและเนื้อมังคุดให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาการผลิตสารแซนโทนบริสุทธิ์เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งอาหาร อาหารเสริมและใช้ในเครื่องสำอาง

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และวิธีการ

- 1.สารมาตรฐานแมนังโกสติน (Mangostin kit) ผลิตโดย Chromdex ประกอบด้วย
 - 1.1.Desoxygartanin, 8-(P) , 10 mg.
 - 1.2. Gartanin (P) , 10 mg.
 - 1.3. Alpha-mangostin(P), 10 mg.
 - 1.4. Beta-mangostin(P), 10 mg.

2. ชุดเครื่องแก้วสำหรับการสกัดแบบต่อเนื่อง(Soxhlet Extraction)

3. เครื่องการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer)

วิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดเปลือกมังคุด ทำการสกัดสารสกัดเปลือกมังคุดโดยใช้สารละลายจำนวน 3 ชนิด คือ เอทานอล เมทานอลและเอทิลอะซิเตท โดยใช้เครื่อง Soxtec apparatus ทำการสกัดอย่างต่อเนื่องนาน 6 ชั่วโมง

1.1 การเตรียมตัวอย่างเปลือกมังคุดอบแห้งผง ทำความสะอาดเปลือกมังคุดและหั่นเป็นชิ้นบางๆ ตากแดดนาน 1 สัปดาห์ โดยดูแลเรื่องความสะอาดและพลิกให้ได้รับแสงแดดอย่างทั่วถึง

1.2 นำเปลือกมังคุดชิ้นเล็กๆที่แห้งแล้วมาเข้าเครื่องบดให้ละเอียด เก็บบรรจุในถุงพลาสติก

1.3 นำมาสกัดสารสำคัญโดยชั่งอย่างละเอียดตัวอย่างละ 600 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 บรรจุในชุดเครื่องแก้วของตัวอย่าง เติมสารละลายอินทรีย์ เอทานอล 3000 มล. ประกอบชุดเครื่องแก้ว ทำการสกัดอย่างต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง หรือจนสารละลายไม่มีสีเหลือ วางทิ้งไว้ให้เย็น นำตัวอย่างออกจากเครื่องแก้ว ทำการระเหยสารละลายเอทานอลออกให้ได้มากที่สุด เพื่อนำมาใช้ในการสกัดสารเปลือกมังคุดต่อไป สารละลายอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ก็ทำการสกัดโดยวิธีเดียวกัน อุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับจุดเดือดของสารละลายที่ใช้แต่ละชนิด ทำการทดลองชนิดละ 3 ซ้ำ

1.4 นำสารสกัดที่ได้มาระเหยสารละลายภายใต้สุญญากาศ ด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศ (Rotary Evaporater) ทำให้แห้ง โดยการอบจนได้น้ำหนักคงที่ใน vacuum oven ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

2. ศึกษาการแยกสกัดสารสำคัญในเปลือกมังคุดให้ได้สารแซนโทนในรูปของ แอลฟา-และ แกมมา-แมงโกสติน(alpha-mangostin and gamma-mangostin) เพื่อเพิ่มมูลค่ามังคุดให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่

2.1 ทำการสกัดสารสำคัญในเปลือกมังคุดด้วยเมทานอล ตามวิธีข้างต้น

2.2 นำสารสกัดหยาบที่ได้ 50 กรัมละลายด้วยสารละลายโทลูอิน 300 มล. กรองและนำสารละลายโทลูอินที่ได้ นำไปแช่ในตู้แช่แข็งจะได้ผลึกของสารแซนโทนที่มีสีขาวขุ่นของ แอลฟา-แมงโกสติน

2.3 นำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ โดยการตกผลึกโดยใช้เทคนิค Solvent Crystallization โดยใช้ สารละลายคลอโรฟอร์ม นำสารสกัดหยาบ 50 กรัม ละลายในเมทานอลที่ร้อน 125 มล. ทำให้เจือจางด้วยสารละลายคลอโรฟอร์ม วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชม. ต่อมานำมากรองผลึกที่ได้และล้างด้วยสารละลายคลอโรฟอร์ม ต่อมาระเหยสารละลายคลอโรฟอร์มด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศและทำให้แห้งใน vacuum oven จะได้ผลึกสีเหลืองของ แกมมา-แมงโกสติน ตรวจสอบชนิดและปริมาณของสารที่ได้

2.4 นำสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอล 50 กรัม นำมาสกัดด้วยเอทิลอะซิเตทและน้ำ อัตราส่วน 1:1 เก็บส่วนของเอทิลอะซิเตท นำไประเหยสารด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศได้สารสกัดในส่วนของเอทิลอะซิเตท ต่อมานำมาสกัดสารให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิค column chromatography ใช้สารผสมระหว่างเฮกเซนและเอทิลอะซิเตท เป็นตัวทำละลาย ต่อมานำส่วนที่ผ่าน column สกัดด้วยเมทานอลและน้ำ อัตรา 4:2, 4:1 , 4:0 เก็บส่วนของเมทานอล ระเหยสารและอบจนได้น้ำหนักที่คง ตรวจสอบปริมาณแกมมา-แมงโกสตินที่ได้

3.การตรวจสอบชนิดของสารแซนโทนที่ได้โดยใช้เครื่อง LC-MS โดยวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารแซนโทน การแยกชนิดและปริมาณสารแซนโทน โดยใช้เครื่อง LC-MS UV-detector ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร คอลัมน์ที่ใช้ Hypersil ods 150x4.6 mm., 5 μ M. อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส mobile phase 0.1% (v/v) acetic acid in water A และ 95%(v/v) methanol B โดยใช้ gradient program ดังนี้ 65-90% B 0-40 นาที อัตราการไหล 1.0 มล.ต่อ นาที injection volume ที่ใช้ 10 ไมโครลิตร

4.ทำการสกัดสารแซนโทนจากเปลือกมังคุดอบแห้งด้วยเอทานอลและน้ำในปริมาณสูง โดยทำการแช่และสกัดอย่างต่อเนื่องโดยใช้ชุดเครื่องแก้ว

5. การทำผงสารสกัดเปลือกมังคุด

5.1 สารสกัด ร้อยละ 20 มอลโตเด็กซ์ทริน ร้อยละ 50 เอทานอลและน้ำ (1:1) ร้อยละ 30 ผสมให้ละลายเข้าด้วยกัน นำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer

5.2 นำเปลือกในเปลือกมังคุดมาบดเพื่อได้น้ำสกัดเปลือกในมังคุด มาทำผง โดยใช้ น้ำสกัดเปลือกในมังคุด ร้อยละ 20 มอลโตเด็กซ์ทริน ร้อยละ 30 และน้ำสะอาด ร้อยละ 50

6. การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ ความเป็นพิษ โดยทำการทดสอบ

ที่ ศูนย์พันธุวิศวกรรม, สวทช.

6.1 การทดสอบ Anti-Cancer (MCF7-breast cancer)

6.2 การทดสอบ Cytotoxicity against Vero cells.(African green monkey kidney)

7.ศึกษาการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้ทางเคมีและทางกายภาพและความเป็นพิษ

8.การแปรรูปน้ำมังคุดให้เป็นมังคุดผง โดยใช้เครื่อง Spray dryer

8.1 ทำการเตรียมน้ำมังคุด โดยใช้เนื้อมังคุดทั้งผล หนัก 2 กก. บรรจุในถุงผ้าชนิดหนาสำหรับใช้กับเครื่อง Hydraulic press ทำการบีบสกัดน้ำมังคุด จำนวน 2 ครั้ง นำเนื้อที่บีบสกัดน้ำออกแล้วไป กวน อบแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าต่อไป

8.2 นำน้ำมังคุดที่ได้มาทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer โดยศึกษาผลของ ปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่อคุณภาพทางกายภาพของมังคุดผงที่ได้

8.3 วางแผนการทดลอง โดยใช้มอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 15 และ 30 ตามลำดับ สำหรับการ ทำแห้ง ใช้อุณหภูมิเข้า 150 , และ 160 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก 90 องศาเซลเซียส

8.4 การเตรียมส่วนผสมของน้ำมังคุดต่อมอลโตเด็กซ์ทริน ดังนี้

น้ำมังคุด(กรัม)	มอลโตเด็กซ์ทริน (กรัม)	น้ำ (กรัม)	น้ำหนักทั้งหมด (กรัม)	อุณหภูมิเข้า (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิขาออก (องศาเซลเซียส)
2500	750	1750	5000	150	90
2500	750	1750	5000	150	90
2500	750	1750	5000	160	90

2500	750	1750	5000	160	90
1750	1500	1750	5000	150	90
1750	1500	1750	5000	150	90
1750	1500	1750	5000	160	90
1750	1500	1750	5000	160	90

9.ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มังคุด

10. ทำการเตรียมกาแฟผสมน้ำมังคุดผง โดยใช้น้ำมังคุด ร้อยละ 50 กาแฟ ร้อยละ 5 น้ำสะอาดร้อยละ 30 และมอลโตเด็กชตรินร้อยละ 15

11. ทำการเตรียมชาผสมน้ำมังคุดผง โดยใช้น้ำมังคุด ร้อยละ 50 น้ำสะอาดร้อยละ 30 และมอลโตเด็กชตริน ร้อยละ 15 และน้ำชาเข้มข้นร้อยละ 5

12. ทำการเตรียมไอศกรีมจากมังคุดผง ตามสูตร

13.วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) สำหรับด้านเคมีและกายภาพ

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 10 โดยวิเคราะห์ ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan s New Multiple Range Test.

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองพบว่า สารสำคัญแซนโทนในเปลือกมังคุดสามารถสกัดโดยใช้สารละลายชนิดต่างๆ คือ เอทานอล เมทานอล เอทิลอะซิเตทและน้ำ ปริมาณสารสำคัญที่สกัดด้วยเอทานอลได้ร้อยละโดยเฉลี่ย 21.75-24.33 ปริมาณสารสำคัญที่สกัดด้วยเมทานอลได้ร้อยละโดยเฉลี่ย 20.8-22.8 ปริมาณสารสำคัญที่สกัดด้วย เอทิลอะซิเตทได้ร้อยละโดยเฉลี่ย 7.8-10.36 ในการสกัดในปริมาณสูงโดยใช้สารละลายผสมระหว่างเอทานอล และน้ำ พบว่า ได้สารสกัดเฉลี่ยร้อยละ 15.56

ในการตรวจสอบปริมาณสารแมงโกสตินหรือสารแซนโทนที่สกัดด้วยสารเคมีชนิดต่างๆโดยใช้เครื่อง LC-MS คอลัมน์ reverse phase RP18 ที่ความยาวคลื่น 230 และ 254 นาโนเมตร พบว่า ในผงเปลือกมังคุดอบแห้ง 1 กรัม มีสารแอลฟา-แมงโกสติน 46.60 ไมโครกรัม บีต้า-แมงโกสติน 1.59 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 2.07 ไมโครกรัม สารที่สกัดด้วยเอทานอล 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 931.79 ไมโครกรัม บีต้า-แมงโกสติน 19.47 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 18.7 ไมโครกรัม สารที่สกัดด้วยเมทานอล 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 1079.72 ไมโครกรัม บีต้า-แมงโกสติน 21.10 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 24.17 ไมโครกรัม สารที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตท 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 782.74 ไมโครกรัม บีต้า-แมงโกสติน 19.69 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 26.04 ไมโครกรัม ในยางมังคุด 1 กรัมมีสารแอลฟา-แมงโกสติน 711.88 ไมโครกรัม บีต้า-แมงโกสติน 6.47 ไมโครกรัม และ การ์ทานิน 6.48 ไมโครกรัม

ในการตรวจสอบปริมาณสารแซนโทนพบว่า สารแซนโทนจะอยู่ในรูป แอลฟาแมงโกสติน ต่อมาทำการแยกสารแซนโทนที่สกัดได้มาแยก alpha- mangostin และ gamma-mangostin โดยสารละลายโทลูอีนเฮกเซน และเอทิลอะซิเตท โดยใช้เทคนิค solvent extraction และการตกผลึก การทำให้สารสกัดหยาบบริสุทธิ์โดยการตกผลึกโดยใช้สารละลายโทลูอีน พบว่าได้แอลฟาแมงโกสติน เฉลี่ยร้อยละ 67-70.94 แสดงในตารางที่ 4

การสร้างแกมมาแมงโกสตินโดยการนำสารสกัดหยาบทำปฏิกิริยากับเอทิลอะซิเตทและน้ำ ผ่าน column chromatography สกัดด้วยสารละลายเมทานอลและน้ำ ทำให้ได้แกมมาแมงโกสติน เฉลี่ยร้อยละ 36-54 แสดงในตารางที่ 5 จากขั้นตอนการดำเนินงานและปริมาณสารที่มีในปริมาณน้อยมาก จึงไม่สามารถตรวจพบได้ในปริมาณสูง

ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ สารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลตรวจสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง (Anti-cancer MCF7-Breast Cancer Method) พบว่ามีฤทธิ์ โดยให้ค่า IC50 17.35 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร

ในการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cytotoxic activity) โดยทำการทดสอบ Cytotoxicity against Vero cells (African green monkey kidney) โดยพบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดแสดงฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์เพาะเลี้ยงโดยค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้เซลล์ตาย มีค่า IC50 19.18 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร

ในส่วนของเนื้อมังคุดได้ทำการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษา ในรูปของน้ำมังคุดผง โดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้เครื่อง Spray dryer ที่ 150 และ 160 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโต

เดกซ์ทริน ร้อยละ 15 และ 30 โดยน้ำหนัก จะได้ผลิตภัณฑ์ผงสีขาวที่มีรสชาติน้ำมั่งคุด โดยพบว่า น้ำมั่งคุดเข้มข้นโดยเฉลี่ย 1 กิโลกรัม ผลิตน้ำมั่งคุดผงได้ 500 กรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ผงสีขาวที่มีรสชาติน้ำมั่งคุด โดยวัดค่าสีโดยเฉลี่ยได้ ค่า L a^* b^* ดังแสดงในตารางที่ 8

การตรวจสอบคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำมั่งคุดผง พบว่าเครื่องดื่มน้ำมั่งคุดผง มีปริมาณความชื้น 2.27 กรัม เถ้า 0.17 กรัม ในด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่าเครื่องดื่มน้ำมั่งคุดผง 100 กรัมให้พลังงาน 390.54 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 0.54 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 0.06 กรัม ไม่มีโคเลสเตอรอล ไม่มีโปรตีน มีคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 97.50 กรัม โยอาหาร 0.48 กรัม น้ำตาล 7.39 กรัม โซเดียม 45.81 มิลลิกรัม มีวิตามินบี 1 และ บี 2 น้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัม มีแคลเซียม 12.17 มิลลิกรัม และเหล็ก 0.37 มิลลิกรัม

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เปลือกของมังคุดได้ถูกนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะใช้กับผิวหนัง เปลือกมังคุดมีคุณสมบัติใช้เป็นยา ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสำคัญจากการสกัดเปลือกผลมังคุด ได้แก่ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ อนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน การสกัดสารสำคัญในเปลือกมังคุดสามารถสกัดโดยใช้เอทานอล โดยใช้ในการสกัดด้วยวิธีสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) และวิธีการแช่ (Maceration) เพื่อให้ได้สารสำคัญสูง การสกัดสารแซนโทนสามารถสกัดสารแซนโทนโดยใช้เอทานอล เมทานอล และน้ำ ในการแยกสารแซนโทนให้อยู่ในรูป alpha-mangostin และ gamma-mangostin สามารถใช้เทคนิคในห้องปฏิบัติการ เช่น Solvent Crystallization , Column Chromatography สารสกัดจากเอทานอลเป็นสารสกัดที่เหมาะสมที่สุดคือสามารถใช้ได้ในปริมาณสูงและไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ เมทานอลเป็นสารเคมีที่อันตรายกว่าเอทานอล การใช้น้ำจะทำให้เปลือกมังคุดเกิดการเน่าเสียได้ การสกัดโดยใช้โทลูอีน เฮกเซน เอทิลอะซิเตทเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อเพิ่มปริมาณสาร alpha และ gamma mangostin และผลิตเป็นสารมาตรฐานในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นได้นำเนื้อมังคุดมาแปรรูปเพิ่มมูลค่าเป็นมังคุดผง เครื่องดื่มน้ำมั่งคุดผง การใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ไอศกรีมมังคุดผง เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้สามารถยืดอายุน้ำมั่งและผลิตผลเกษตรอื่น ๆ ได้นาน และสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆได้อย่างหลากหลาย

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้จัดทำเอกสารเผยแพร่ในรูปแบบแผ่นพับการแปรรูปมังคุดอย่างครบวงจร การร่วมจัดนิทรรศการเผยแพร่ผลงานและถ่ายทอดเทคโนโลยีในงานเปิดบ้านกรมวิชาการเกษตร ปี 2555-2557

11. เอกสารอ้างอิง

1. จุลสารข้อมูลสมุนไพร 18(2) : 2543
2. Moongkarndi P. , Kosem N , Kaslungka S , Luanratana O , Pongpan N , Neungton N . , 2004 J Ethnopharmacol , Jan 90 (1) : 161-6
3. Pedro M , Cerqueira F , Sousa ME , Nascimento MS , Pinto M. ,2002 . Bioorg Med Chem. Dec ; 10 (12) : 3725-3730.
4. Matsumoto K. , Akao Y. , Kobayashi E. , Ohguchi K . , Ito T. , Tanaka T . , Inuma M . , Nozawa Y. ,2003. J Nat Prod. Aug 66 (8) : 1124-1127.
5. William P. , Ongsakul M. , Proudfoot J. , Croft K. , Berlin L. , (1995) Free Radic Res . , Aug ; 23(2) :175-184.
6. Mahabusarakam W , Proudfoot J. , Taylor W, Croft K. 2000. Free Radic Res. Nov ; 33 (5) : 643-659.
7. Keigo N. , Tohru Yamakuni, Nobuhiko Kondo, Tsutomu Arakawa, Kenji Oosawa, Susumu Shimura, Hiroyasu Inoue and Yasushi Ohizumi. 2004. Gamma-mangostin Inhibits Ikb Kinase Activity and Decreases Lipopolysaccharide-Induced Cyclooxygenase-2 Gene Expression in C6 Rat Glioma Cells.The American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics.1345-1354

12. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณร้อยละของสารสกัดในส่วนต่างๆของผลมังคุดโดยสกัดด้วยเอทานอล

ส่วนของเปลือกมังคุด	ร้อยละของสารสกัดโดยเฉลี่ย
เปลือกนอกสด	8.74
เปลือกในสด	10.45

เปลือกนอกอบแห้ง	15.10
เปลือกในอบแห้ง	24.03
เมล็ดมังคุด	24.32

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณร้อยละของสารสกัดเปลือกมังคุด

เปลือกมังคุดผงอบแห้ง(กรัม)	ชนิดของสารละลาย (มล.)	ร้อยละของสารสกัดโดยเฉลี่ย
600	Ethanol	22.52 (n=10)
600	Ethanol	24.33 (n=10)
600	Ethanol	21.75 (n=10)
600	Methanol	20.8 (n=10)
600	Methanol	21.76 (n=10)
600	Methanol	22.8 (n=10)
600	Ethyl Acetate	10.36 (n=10)
600	Ethyl Acetate	8.31 (n=10)
600	Ethyl Acetate	7.8 (n=10)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณร้อยละของสารสกัดเปลือกมังคุดเมื่อแช่ในเอทานอลในปริมาณสูง

เปลือกมังคุดผงอบแห้ง(กรัม)	ชนิดของสารละลาย (มล.)	ร้อยละของสารสกัดโดยเฉลี่ย
3000	Ethanol	15.56 (n=5)
3000	Ethanol	12.47 (n=5)
3000	Ethanol	13.69 (n=5)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณร้อยละของสารสกัดบริสุทธิ์ที่ได้จากการตกผลึก

น้ำหนักสารสกัดหยาบ(กรัม)	ชนิดของสารละลาย (มล.)	น้ำหนักสารร้อยละโดยเฉลี่ย
50	Toluene	70.94 (n=5)
50	Chloroform	67 (n=5)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณร้อยละของสารสกัดบริสุทธิ์ที่ได้จากการผ่าน column chromatography

น้ำหนักสารสกัดหยาบ(กรัม)	น้ำหนักสารร้อยละโดยเฉลี่ย
20	36-54 (n=10)

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณและชนิดของสารแซนโทน เมื่อตรวจสอบโดยเครื่อง LC-MS

ชนิดของสารละลายที่ใช้สกัดสารในเปลือกมังคุด	ชนิดของสารแซนโทนในสารสกัดเปลือกมังคุด (Xanthone in Mangosteen Extracts)			
	Gartanin (ไมโครกรัม/กรัม)	Alpha-Mangostin (ไมโครกรัม/กรัม)	Beta-Mangostin (ไมโครกรัม/กรัม)	Gamma-Mangostin (ไมโครกรัม/กรัม)
ผงเปลือกมังคุด อบแห้งสกัดโดยใช้Methanol	2.07	46.60	1.59	None
สารสกัดเปลือก โดยใช้น้ำ	8.01	30.55	11.99	None
สารสกัดเนื้อ	1.04	23.40	0.80	None

มั่งคุดโดยใช้ Ethanol				
สารสกัดยาง มั่งคุดโดยใช้ Ethanol	20.32	187.02	11.26	None
สารสกัดเปลือก โดยใช้ Ethanol	18.70	931.79	19.47	None
สารสกัดเปลือก โดยใช้ Metanol	24.17	1079.72	21.10	None
สารสกัดเปลือก โดยใช้ Ethyl Acetate	26.04	782.74	19.69	None

ตารางที่ 7 ค่าความชื้นและสีของผลิตภัณฑ์น้ำมั่งคุดผง

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าสีของผลิตภัณฑ์		
		L	a*	b*
น้ำมั่งคุดผง mol15 150C	2.45	91.61	1.38	3.61
น้ำมั่งคุดผง mol15 160C	1.99	90.22	2.20	3.78
สารสกัด	3.08- 3.18	76.21- 75.90	3.25-3.46	16.83-17.35

กาแฟ	2.29- 2.38	63.98 -63.98	7.05 - 7.07	20.60- 20.65
ชา	1.85 -1.86	79.91- 80.11	4.40- 4.46	15.88-16.10

ข้อมูลโภชนาการ มังคุดผง 100 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร		
พลังงาน	390.54	กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.54	กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	92.50	กรัม
ใยอาหาร	0.48	กรัม
น้ำตาล	7.39	กรัม
โซเดียม	45.81	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1 บี 2	0.10	มิลลิกรัม
แคลเซียม	12.17	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.37	มิลลิกรัม

ข้อมูลโภชนาการ กาแฟผสมมังคุดผง 100 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร		
พลังงาน	387.66	กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.30	กิโลแคลอรี

คาร์โบไฮเดรต	94.78	กรัม
ใยอาหาร	0.48	กรัม
น้ำตาล	37.53	กรัม
โซเดียม	45.81	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1 บี 2	0.10	มิลลิกรัม
แคลเซียม	20.82	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.54	มิลลิกรัม

การนำมั่งคุดผงมาใช้ประโยชน์

ไอศกรีมมั่งคุดผง

ส่วนประกอบ

มั่งคุดผง	250	กรัม
น้ำสะอาด	500	กรัม
นม UHT	250	กรัม
Whipping cream	250	กรัม
น้ำตาลทราย	150	กรัม

ขั้นตอนการผลิต

1. ชั่งและคำนวณส่วนผสมตามสูตร
2. นำไปปั่นให้เข้ากัน ต่อมานำไปพาสเจอร์ไรส์ ที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และที่ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที
3. นำมาหล่อน้ำให้เย็น แล้วปิดฝานำเข้าตู้เย็น
4. ต่อมานำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม นาน 40 นาที นำไปแช่แข็ง

หมายเหตุ

สูตรนี้สามารถผลิตไอศกรีมมั่งคุดผงได้ 1200 กรัม สามารถบอกเป็นหน่วยบริโภคได้ 40 หน่วยบริโภค กำหนดให้ 1 หน่วยบริโภคคือ 30 กรัม

ภาพแสดง สารสกัดแซนโทนผง กาแฟผสมน้ำมั่งคุดผง และเครื่องดื่มมั่งคุดผง

