ผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะ

Effect of extraction methods on physical and chemical properties of rambutan seed flour

กมลวรรณ สุขสวัสดิ์[1*], อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์[1], พิชญอร ไหมสุทธิสกุล[2] และ เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์[2]

Kamolwan Suksawat[1*], Orawan Oupathumpanont[1], Pitchaon Maisuthisakul[2] and Muanmai Apintanapong[2]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็น โดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้ Soxhlet extraction ค่าปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ของแป้งเมล็ดเงาะมีค่า 49.06 ± 3.68 และ 63.33 ± 2.21 % (ของน้ำหนักเมล็ดเงาะแห้ง) จากนั้นนำแป้งเมล็ดเงาะที่ได้มาศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพ พบว่า ค่าปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ และค่าสี L* a* และ b* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำ ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำมัน และค่าอะมิโลส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)
คำสำคัญ: เมล็ดเงาะ, แป้งเมล็ดเงาะ, สมบัติทางเคมีและกายภาพ

ABSTRACT: This research was aimed to compare the properties of the rambutan seed flour from cold extraction using a squeeze oil screw press and hot extraction using the soxhlet's extraction. It was found that the percentage of rambutan flour yield was 49.06 ± 3.68 and 63.33 ± 2.21% (weight/ dried sample weight) respectively. Then rambutan seed flour was physically and chemical analyzed. Results revealed that its moisture content, acidity, water holding capacity indices water absorbing capacity and color values in terms of L *, a * and b * were no statistically significant difference (P > 0.05) but water solubility capacity indices, oil absorbing capacity and amylose content were significant difference (P < 0.05).
Keywords: rambutan seed, rambutan seed flour, physical and chemical.

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี
Home Economics Technology, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Tani 12110

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
Science and Technology, Faculty of Science and Technology, University of the Thai chamber of Commerce 10400

* Corresponding author: kamolwan_s@mail.rmutt.ac.th

บทนำ

เงาะเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีผลผลิตรวมทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2557 ประมาณ 321,710 ตัน/ปี (กรมการค้าภายใน, 2557) เงาะนอกจากการบริโภคผลสดแล้วยังนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เงาะกระป๋อง เงาะอบแห้ง เป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมการแปรรูปซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ และการบริโภคและการแปรรูปเงาะกระป๋องนั้นมีของเหลือทิ้ง คือ เปลือกและเมล็ดเงาะเป็นปริมาณมาก เมื่อคิดตามอัตราส่วนของเงาะและพบว่า ในผลเงาะ 1 ลูก เป็นเนื้อเงาะ 30 - 58 % เมล็ดเงาะ 4 - 9 % เปลือกเงาะ 40 - 60 % (Tindall, 1994) ส่วนใหญ่แล้วทางโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปจะกำจัดเปลือกและเมล็ดเงาะโดยการนำไปทิ้งหรือใช้เป็นอาหารสัตว์และผลิตเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปสูญเสียประโยชน์จากของเหลือทิ้ง และในการกำจัดที่ไม่ถูกลักษณะอาจก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมจากรายงานการวิจัยที่ค้นคว้าพบว่า ในเมล็ดเงาะมีไขมันเป็นส่วนประกอบประมาณ 38 % เถ้า 2.75 % โปรตีน 13 % กากใย 4.7 % (Augustin and Chua, 1988) ซึ่งถือว่ามีไขมันในปริมาณสูง และข้อมูลการศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของไขมันเมล็ดเงาะที่สกัดด้วยเฮกเซนหรือปิโตรเลียมอีเทอร์ (วรรณรดา, 2553) มีส่วนประกอบของไขมันดังนี้คือ กรดโอเลอิก 40.3 % กรดอะราคิโดนิก 34.5 % กรดปาล์มิติก 6.1 % กรดสเตียริก 7.1 % กรดกอนโดอิก 6.3 % กรดเบเฮนิก 2.9 % และในแต่ล่ะครั้งของการสกัดไขมันทุกวิธีจะเหลือแป้งเมล็ดเงาะจากการสกัดเป็นจำนวนมาก จากรายงานการวิจัยที่ค้นคว้าพบว่า แป้งเมล็ดเงาะมีสมบัติใกล้เคียงกับแป้งสาลี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดแป้งเมล็ดเงาะไขมันต่ำ โดยใช้แป้งเมล็ดเงาะเป็นสารเพิ่มความข้นหนืดทดแทนการใช้ไข่แดงและน้ำมันพืชในน้ำสลัด แป้งเมล็ดเงาะมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ คือ มีโปรตีน 11 % ความชื้น 4 % ปริมาณน้ำอิสระ 0.25 การละลาย 32.5 % และค่ากำลังพองตัว 12.5 % (วิมลศรี และคณะ, 2555) จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าแป้งเมล็ดเงาะที่ได้นั้นส่วนใหญ่มาจากกระบวนการสกัดไขมันออกด้วยตัวทำละลาย แต่แป้งที่ได้จากการใช้เครื่องบีบอัดนั้นมีน้อยมาก อย่างไรก็ตาม แป้งที่ได้จากการใช้เครื่องบีบอัดมีความบริสุทธิ์มากกว่า คงสภาพคุณภาพไว้ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม เป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ปัจจุบันยังมีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก จึงน่าจะส่งเสริมให้นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอาหาร โดยเฉพาะใช้ทดแทนแป้งสาลีในอาหารชนิดต่างๆ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะพันธุ์โรงเรียน เนื่องจากเป็นพันธุ์ทางโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้เงาะพันธุ์โรงเรียน เพราะมีผลผลิตมาก และเป็นที่นิยมในการบริโภค เนื่องจากมีรสชาติหวาน เนื้อหนากรอบ ล่อนออกจากเมล็ดได้ง่าย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมผงเมล็ดเงาะ

นำเมล็ดเงาะพันธุ์โรงเรียน (Wanrada, 2011) ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวในสัปดาห์ที่ 14 นับตั้งแต่การออกดอกของเงาะ ที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูป โดยทำการคัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก แยกเมล็ดเงาะที่แตกหักออก ใช้เฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ นำมาล้างทำความสะอาด เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อเลาะเยื่อใยและเปลือกสีน้ำตาลที่ติดเมล็ดออกให้หมด จากนั้นนำเมล็ดเงาะที่ได้วางให้สะเด็ดน้ำ เป็นเวลา 15 นาที ชั่งน้ำหนัก เมล็ดเงาะแล้วนำใส่ถาดอลูมิเนียมอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้เมล็ดเงาะมีความชื้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (นิธิยา, 2548) หลังจากนั้นนำเมล็ดเงาะที่ได้แยกเตรียมตามวิธีสกัด ดังนี้

วิธีสกัดแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw press ด้วยวิธีการนำเมล็ดเงาะที่ได้มาบดพอหยาบด้วยเครื่องบดหยาบ ยี่ห้อ Tefel รุ่น BL1151AD ให้ได้

ผงเมล็ดเงาะ

วิธีสกัดแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction ด้วยวิธีการนำเมล็ดเงาะที่ได้มาโม่แห้งให้ละเอียด ด้วยเครื่องโม่แห้ง (Rotor Beater Mill) ยี่ห้อ Retsch GmbH ขนาดตะแกรงร่อนประมาณ 20 เมช ให้ได้ผงเมล็ดเงาะ

การสกัดไขมัน

นำผงเมล็ดเงาะที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบมาสกัดไขมันด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction ดังนี้

การสกัดด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw press ด้วยวิธีการนำผงเมล็ดเงาะใส่ลงกรวยของเครื่องสกรูเพลส แบบเกลียวคู่ เกลียวมีความห่าง 15 มิลลิเมตร ความลึกของกรวย 30 เซนติเมตร ความจุในการทำงานของเครื่องอยู่ในระดับ 15-20 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราความเร็ว 25 รอบ/นาที กำลังที่ใช้ 220 โวลต์ ผงเมล็ดเงาะถูกส่งเข้าไปยังเครื่องอัดบีบเกลียวคู่ ทำการอัดและบีบผงเมล็ดเงาะเพื่อให้ของเหลวหรือไขมันและของแข็งหรือกากแยกออกจากกัน โดยเสื้อเกลียวทั้งสองหุ้มด้วยโครงตะแกรง ที่เป็นตะแกรงหยาบด้านนอกและมีตะแกรงละเอียดด้านในเพื่อแยกกาก ซึ่งกากจะออกทางปลายเกลียวด้านตรงกันข้ามด้านเข้า ส่วนไขมันจะไหลออกมาตลอดแนวโครงตะแกรงจนผงเมล็ดเงาะหมด จะได้แป้งเมล็ดเงาะ นำกากเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมัน ไปอบแห้งและบดละเอียดโดยใช้เครื่องโม่แห้งนำ แป้งเมล็ดเงาะร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช เพื่อให้ได้แป้งเมล็ดเงาะ

การสกัดด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction ด้วยสภาวะในการสกัด ดังนี้ อัตราส่วนระหว่างเมล็ดเงาะต่อตัวทำละลายเฮกเซน 1:5 (Wanrada, 2011) ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Julio, 2009) จะได้ผงเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออก นำผงเมล็ดเงาะมาเท่แผ่บนถาดทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อระเหยตัวทำละลายเฮกเซนออก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำแป้งเมล็ดเงาะอบแห้งและบดละเอียดโดยใช้เครื่องโม่แห้ง และนำผงเมล็ดเงาะร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช จะได้แป้งเมล็ดเงาะ

จากนั้นนำแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากทั้ง 2 กรรมวิธีมาวิเคราะห์หา % ของผลผลิตที่ได้ (% yield) และเก็บใส่ถุงลามิเนตซีลปากถุงแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพต่อไป

วิเคราะห์หา % ของผลผลิตที่ได้ (% yield)

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ ของผลผลิตที่ได้} = \frac{\text{ปริมาณ (ที่ได้สูงสุด)}}{\text{ปริมาณ (เริ่มต้น)}} \times 100$$

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของแป้งเมล็ดเงาะที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว

ความชื้น ด้วยวิธีวิเคราะห์ AOAC (2000)

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง Microprocessor pH Meter

ปริมาณอะมิโลส ตามวิธีของ (Juliano, 1971)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งแป้ง 1 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซม์ความเข้มข้น 2 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร กวนสารละลาย 10 นาที แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เตรียมขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ชุดใหม่ เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกลาเซียลอะซีติกแอซิด ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ดูดน้ำแป้งด้วยปิเปต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น และตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดความเข้มสีของสารละลายด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตรมิเตอร์ อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย Blank ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0 (ศูนย์)

ดัชนีการอุ้มน้ำ และดัชนีการละลายน้ำของแป้ง ตามวิธีของ (Anderson et al., 1969)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งแป้ง 0.5 กรัม (A) ใส่ในหลอดเหวี่ยงขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร บ่มตัวอย่างในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส และคนตัวอย่างตลอดเวลาเป็นเวลา 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดน้ำใสตอนบนใส่ Moisture Can ที่ทราบน้ำหนัก แล้วจึงชั่งน้ำหนัก โดยดูดน้ำส่วนใสให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งแห้ง ลบน้ำหนักของ Moisture Can ออกเป็นค่าน้ำหนักส่วนที่ละลาย (B) ส่วนแป้งเปียกที่อยู่ในหลอด นำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดแล้วหักลบน้ำหนักหลอดออก เป็นน้ำหนักแป้งที่เปียก (C)

วิธีคำนวณ

$$\text{ดัชนีการละลายน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้ำ B} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น (A)}}$$

$$\text{ดัชนีการอุ้มน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนแป้งหลังการปั่นเหวี่ยง C}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น (A)}}$$

กำลังการพองตัว และการละลาย ตามวิธีของ (Schoch, 1964)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งแป้ง 0.5 กรัม (A) ใส่ในหลอดเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร แช่ในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 80 85 90 หรือ 95 องศาเซลเซียส กวนตลอดเวลานาน 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วย Centrifuge ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที นาน 15 นาที ดูดน้ำใสตอนบนใส่ Moisture Can ที่ทราบน้ำหนัก แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยดูดน้ำส่วนใสให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งแห้ง ลบน้ำหนักของ Moisture Can ออกเป็นค่าน้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ (B) ส่วนแป้งเปียกที่อยู่ในหยอด นำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดแล้วหักลบน้ำหนักหลอดออกเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว (C)

วิธีคำนวณ

$$\text{การละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้า B} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น (A)}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว C} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น A} \times \text{(100-ร้อยละการละลาย)}}$$

ความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน ตามวิธีของ (Anderson et al., 1969)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งแป้ง 3 กรัม ใสในหลอดเหวี่ยงเซ็นตริฟิวจ์ เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเซ็นตริฟิวจ์ด้วยความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที แยกของเหลวส่วนใสทิ้งและนำมาระบายน้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง เพื่อทราบน้ำหนักที่แน่นอนและคำนวณความสามารถในการดูดซับน้ำ

ชั่งแป้ง 0.5 กรัม ใสในหลอดเหวี่ยงเซ็นตริฟิวจ์ เติมน้ำมันถั่วเหลือง 6 มิลลิลิตร คนผสมต่อเนื่องเป็นเวลา 1 นาที และทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเซ็นตริฟิวจ์ด้วยความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 25 นาที แยกส่วนที่เป็นน้ำมันทิ้งและคว่ำหลอดเซ็นตริฟิวจ์ เป็นเวลา 25 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเพื่อทราบน้ำหนักที่แน่นอนและคำนวณความสามารถในการดูดซับน้ำมัน

วิธีคำนวณ

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำ (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ดูดน้าไว้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (โดยน้ำหนักแห้ง)}}$$

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ดูดน้ำมันไว้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง โดยน้ำหนักแห้ง}}$$

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว

ลักษณะของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน Scanning Electron Miicroscope (SEM)

วัดค่าสี L* a* b* ด้วยเครื่อง HunterLab รุ่น MiniScan EZ

ศึกษาผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาและวิจารณ์

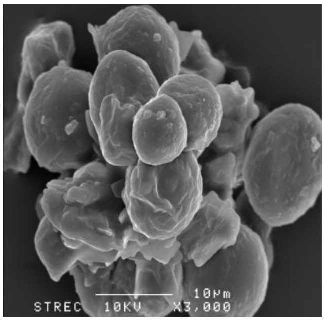
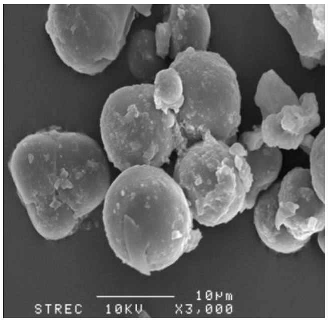
การเตรียมผงเมล็ดเงาะ

ผงเมล็ดเงาะที่ได้ทั้ง 2 กรรมวิธี มีลักษณะสีเหลืองนวล เป็นผงหยาบ มีกลิ่นตามธรรมชาติของเมล็ดเงาะ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นที่ไม่พึ่งประสงค์อื่นๆ ปราศจากสิ่งปลอมปน และยังมีลักษณะใกล้เคียงกับการศึกษาของวิมลศรี และคณะ (2555)

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าดัชนีการอุ้มน้ำและการละลายน้ำ ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน และค่าปริมาณอะมิโลส และคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ลักษณะของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน และค่าสี L* a* b* ได้ผลดังแสดงใน Table 1

Table 1 Physical and chemical properties of rambutan seed flour.

Property	Rambutan seed flour by cold extraction	Rambutan seed flour by hot extraction
Chemical		
Moisture ns	3.48 ± 0.06	6.09 ± 0.06
pH ns	5.67 ± 0.08	5.38 ± 0.02
Water absorption index ns	9.30 ± 1.09	6.60 ± 0.35
Water solubility index ns	3.75 ± 0.36	3.37 ± 0.12
Water absorption capacities ns	2.71 ± 0.05	2.85 ± 0.01
Oil absorption capacities ns	2.44 ± 0.14	2.42 ± 0.03
Amylose*	14.74 ± 0.10	10.28 ± 0.07
Physical		
% Yield *	49.06 ± 3.68	63.33 ± 2.21
Appearance		
L* ns	75.88 ± 4.66	80.73 ± 0.92
a* ns	-1.09 ± 0.08	-1.30 ± 0.07
b* ns	25.00 ± 0.30	21.08 ± 0.43

* Difference average in the same column indicated significant difference ($P < 0.05$)

ns Non significant difference ($P > 0.05$)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่าค่าความชื้นของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction ไม่มีความแตกต่างกัน (P > 0.05) และค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานไม่เกิน 14 % ตามมาตรฐานแป้ง มอก. 375-2524 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2524) ซึ่งค่าความชื้นที่ต่ำจะทำให้หยุดการทำงานของเอนไซม์ ชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของแป้ง และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งทำให้สามารถมีอายุในการเก็บรักษาแป้งไว้ได้นาน โดยผลของค่าความชื้นของแป้งขึ้นอยู่กับค่าความชื้นของอากาศขณะที่เก็บผลิตภัณฑ์ ถ้าอากาศมีความชื้นต่ำแป้งจะมีความชื้นต่ำด้วย ถ้าอากาศมีความชื้นสูงเม็ดแป้งจะดูดซับน้ำไว้มาก ปริมาณความชื้นสมดุล (Equlibrium moisture content) ของแป้งขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งภายใต้สภาวะอากาศปกติ (กล้าณรงค์, 2546)

ค่าความเป็นกรดด่างของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (P > 0.05) ซึ่งค่าความเป็นกรดที่ได้นั้นมาจากองค์ประกอบของเมล็ดเงาะที่มีค่าความเป็นกรดไขมันอะแรคดิโดนิก (Arachidonic acid) (สถาบันอาหาร, 2558) ค่าความเป็นกรดด่าง จะมีผลต่อความหนืดของแป้ง โดยถ้าแป้งมีความเป็นกรดสูง (pH 4) จะมีความหนืดสูงขึ้น เนื่องจากกรดจะไปทำลายพันธะบางส่วนในเม็ดแป้งทำให้แรงยึดเหนียวภายในลดลง แป้งพองตัวได้มากขึ้นแต่ถ้าสภาพความเป็นกรดมากขึ้น (pH น้อยกว่า 3.5 - 4) พันธะจะถูกทำลายมากขึ้นทำให้เม็ดแป้งแตกออกได้ง่ายดังนั้นความหนืดจึงลดลง (กล้าณรงค์, 2546)

ค่าดัชนีการอุ้มน้ำและการละลายน้ำของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P > 0.05) โดยค่าดัชนีการอุ้มน้ำ และการละลายน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ คือ ปริมาณน้ำในแป้ง (Fang and Chinnan, 2004) และแป้งที่มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดน้ำได้ดีกว่าแป้งที่มีความชื้นสูง (กล้าณรงค์, 2546) จากผลการทดลองค่าดัชนีการอุ้มน้ำ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งเมล็ดเงาะสามารถอุ้มน้ำได้ดีส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีไม่แห้งกระด้าง ส่วนผลการทดลองการละลายน้ำของแป้งเมล็ดเงาะส่งผลต่อปริมาณของเหลวที่ใช้ในการละลายแป้งที่ทำให้แป้งมีลักษณะข้นหนืดหรือเหลว

ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมันของแป้งเมล็ดเงาะ ที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (P > 0.05) จากผลการทดลองค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งเมล็ดเงาะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าไปสู่แป้งเมล็ดเงาะ ซึ่งมีผลกับอาหารในการช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสที่ฟู เบา และนุ่ม ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำมันของแป้งเมล็ดเงาะมีผลต่อไขมันในอาหาร ถ้าดูดซับน้ำมันได้น้อยจะทำให้อาหารมีไขมันต่ำเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ค่าปริมาณอะมิโลสของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่า มีความแตกต่างกัน (P < 0.05) โดยแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบร้อน ค่าปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ กำลังการพองตัว ดัชนีการละลายน้ำ ลักษณะการเกิดแป้งเปียก โดยพบว่าเมื่อปริมาณอะมิโลสเพิ่มขึ้นทำให้ดัชนีการละลายน้ำเพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์, 2546) ซึ่งค่าปริมาณอะมิโลสของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นและแบบร้อนบ่งบอกถึงความเหนียวและความยืดหยุ่น

ของแป้งเมล็ดเงาะที่สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายพบว่า ปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) ของค่าปริมาณร้อยละของผลผลิตของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction มีค่าสูงกว่าแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันแบบเย็น ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสกัดไขมันแบบเย็นใช้เครื่องบีบอัดสกรูเพลสในการสกัดไขมัน ผงเมล็ดเงาะจะเข้าไปติดอยู่ในร่องเกลียวของเครื่องบีบอัดสกรูเพลสทำให้ปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield) มีปริมาณที่น้อยกว่า แต่แป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็น สามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องระเหยตัวทำละลายหรือเฮกเซนที่ติดอยู่ในแป้งเมล็ดเงาะออกหรือต้องทำให้บริสุทธิ์ก่อน ซึ่ง นิธิยา (2548) ได้กล่าวว่า แป้งเมล็ดเงาะที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีสารเคมีเจือปนหรือสารเคมีตกค้าง มีต้นทุนในการผลิตต่ำ ไม่มีกรรมวิธีในการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน

ลักษณะของเม็ดแป้งที่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอนกำลังขยาย 3,000 เท่า ได้ผลดังแสดงใน **Table 1** พบว่า แป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันวิธีแบบเย็น มีลักษณะเป็นรูปกลมๆ หรือรูปไข่ มีผิวขรุขระ และจัดเรียงตัวกันแบบหลวมๆ ส่วนแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันวิธีแบบร้อนพบว่ามีลักษณะเป็นรูปกลมๆ หรือรูปไข่ ผิวเรียบ เป็นผลึกลักษณะในการจัดเรียงตัวหนาแน่นมากเพราะมีความชื้นต่ำ (กล้าณรงค์, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับความชื้นของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันวิธีแบบเย็นและวิธีแบบร้อน โดยวิธีการสกัดไขมันมีผลต่อแป้งเมล็ดเงาะทั้ง 2 กรรมวิธี แตกต่างกัน เนื่องจากแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันวิธีแบบเย็น สัมผัสกับเครื่องบีบอัดสกรูเพลสโดยตรง และในระหว่างกระบวนสกัดไขมันออกมีความร้อนเกิดขึ้น จึงทำให้องค์ประกอบอื่นๆ หรือเศษของแป้งเมล็ดเงาะที่แตกหักเกาะติดอยู่บริเวณผิวของเม็ดแป้งชัดเจนกว่าแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากวิธีการสกัดไขมันวิธีแบบร้อน

ค่า L* หรือค่าความสว่าง จาก **Table 1** พบว่า ทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) เพราะค่าความสว่างของแป้งเมล็ดเงาะทั้ง 2 กรรมวิธี นั้นเป็นสีธรรมชาติของแป้งเมล็ดเงาะ ซึ่งสีที่ได้มีสีเหลืองอ่อนนวล

ค่า a* ของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อน โดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงให้เห็นว่าแป้งเมล็ดเงาะมีสารที่ให้สีเขียวหรือคลอโรฟิลล์อยู่แต่อ่อนมาก (วิมลศรี และคณะ, 2555) เนื่องจากมีค่าอยู่ในระดับต่ำ โดยค่าสี a* ที่แสดงให้เห็นเป็นสีตามธรรมชาติของสีเมล็ดเงาะ

ค่า b* ของแป้งเมล็ดเงาะ ที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction จาก **Table 1** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ค่า b* เป็นบวก แสดงถึงค่าสีเหลืองซึ่งในแป้งเมล็ดเงาะมีสีเหลืองมาจากแคโรทีนอยด์ (วิมลศรี และคณะ, 2555) ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายช่วยต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่า คุณสมบัติของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นและแบบร้อน มีลักษณะเหนียวและมีความยืดหยุ่นที่สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดูดซึมน้ำได้ดี เนื้อแป้งละเอียดมีสีนวลตามธรรมชาติของชนิดแป้ง

สรุป

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งเมล็ดเงาะที่ได้จากการสกัดไขมันออกด้วยวิธีแบบเย็นโดยใช้เครื่องบีบน้ำมัน Screw Press และด้วยวิธีแบบร้อนโดยใช้เครื่อง Soxhlet extraction พบว่า วิธีการสกัดมีผลต่อคุณสมบัติของแป้งเมล็ดเงาะ

โดยมีผลต่อค่าปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) และค่าปริมาณอะมิโลส

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2557. กองส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/XY1kHW. ค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2557.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2524. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์แป้งสาลีชนิดเอนกประสงค์ เอกสาร มอก.ที่ 375-2524. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

วิมลศรี พรรธนประเทศ, ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล, โศรดา วัลภา, จิระวัฒน์ เอี่ยมวัฒน์, ภุมริน บุญโกสุม และกุลนที เลาหะกุล. 2555. การประยุกต์ใช้แป้งเมล็ดเงาะในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดแคลอรี่ต่ำ. วิทยาศาสตร์เกษตร. 43: 517-520.

วรรณรดา ศิริสมพงษ์. 2553. การสกัดสมบัติทางเคมีและกายภาพของไขมันเมล็ดเงาะ. วิทยาศาสตร์การอาหาร. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันอาหาร. 2558. น้ำมันเงาะพลังงานแห่งความยั่งยืน. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/wLQdsV. ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2559.

Association of official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official method of analysis. 15 th ed. The Association of official agricultural chemists, Virginia.

Anderson, R.A., H.F. Conway, V.F. Pfeifer, and E.L. Griffin. 1969. Gelatiniztion of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal science today. 14: 4-12.

Augustin, M.A., and B.C. Chua. 1988. Composition of rambutan seeds. Pertanika. 11(2): 211-215.

Fang, C., and M.S. Chinnan. 2004. Kinetics of cowpea starch gelatinization and modeling of starch gelatinization during steaming of intact cowpea seed. LWT - Food science and technology. 37. 345-354.

Juliano, B.O. 1984. Rice starch. Starch chemistry and technology. Academic Press, Florida.

Julio A. 2009. Composition phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan seed. Bioresour Technol. 101(2): 799-803.

Schoch, T.J. 1964. Swelling power and solubility of granular starches. p.106-108. In: Methods in Cabohydrate Chemistry, Vol.4, Academic Press, New York.

Tindall, H.D. 1994. Rambutan cultivation. Food and agricultural organization of the united nation, United Kingdom.

Wanarada S., W. Jirapakkul, and U.Klinkesorn. 2011. Response surface optimization and characteristics of rambutan kernel fat by hexane extraction. LWT – Food Science and Technology. 44(9): 1946-1951.