

องค์ประกอบทางเคมีและแนวโน้มการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้
และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้เขตร้อน 4 ชนิด

Chemical Composition and Trends in Utilization of
By-products and Wastes from 4 Types of
Tropical Fruit Processing

นรินทร์ เจริญพันธ์*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

ศักดิ์ชัย เศรษฐ์ธนวิษ

คณะการจัดการและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

สามารถ สายอุต

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

Narin Charoenphun*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sa Kaeo Campus,

Suwanasorn Road, Watthananakhon, Sa Kaeo 27160

Sakchai Setarnawat

Faculty of Management and Tourism, Burapha University, Saensuk, Muang, Chonburi 20131

Samart Sai-Ut

Faculty of Science, Burapha University, Saensuk, Muang, Chonburi 20131

บทคัดย่อ

ผลไม้เขตร้อนทางเศรษฐกิจในประเทศไทยที่นิยมปลูกกันมาก คือ ทุเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้มีผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งปริมาณมาก ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแข็ง เช่น เศษเนื้อผลไม้ เปลือก และเมล็ด การสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบสูงสุดและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งจำเป็น ในส่วนของเนื้อ เปลือก และเมล็ดของผลไม้เป็นแหล่งของสารสำคัญหลายชนิด ปัจจุบันมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอย่างกว้างขวาง ผลจากการศึกษา

พบว่าสารประกอบที่แยกได้จากผลไม้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ เป็นต้น รวมถึงการนำสารสกัดจากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและที่ไม่ใช่อาหาร ได้แก่ ชา เบเกอรี่ เจลแต้มสิว เป็นต้น ดังนั้นองค์ความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ต่อไปได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ทูเรียน; มังคุด; เงาะ; ลองกอง

Abstract

The most popular of economic tropical fruits in Thailand are durian, mangosteen, rambutan and longkong. Apparently, there are many by-products and wastes from the fruit processing industry are those mostly in solid form including flesh, peel and seeds. The value-added creating from by-products and wastes to maximize the utilization of raw materials and to reduce environmental problems is essential. Interestingly, the flesh, peel and seeds of fruits are sources of many important substances. At present, the chemical composition and bioactive compounds are extensively studied. The results showed that the compounds isolated from fruits had a wide variety of bioactivities such as antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities. Moreover, the extracts of by-products and wastes from fruit processing are developed for food and non-food products such as tea, bakery and acne gel. Therefore, the knowledge gained from this data collection can be used as a guideline for the utilization of by-products and wastes from fruit processing in the future.

Keywords: durian; mangosteen; rambutan; longkong

1. บทนำ

ผลไม้เขตร้อนทางเศรษฐกิจของประเทศไทย คือ ทูเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ปลูกมากทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย โดยจังหวัดที่มีการปลูกมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมเขตร้อน ทรัพยากรดินในจังหวัดมีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินปูน ทำให้ดินมีความเป็นด่างเหมาะสมแก่การปลูกผลไม้ [1] จันทบุรีเป็นแหล่งผลิตผลไม้ที่มีชื่อเสียงของไทย ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณ

ผลผลิตทูเรียน 284,874 ตัน มังคุด 112,309 ตัน เงาะ 94,324 ตัน และลองกอง 16,265 ตัน ซึ่งมีปริมาณผลิตผลสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตในจังหวัดอื่นทั่วประเทศ [2] โดยทั่วไปผลไม้ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน คือ เนื้อ เมล็ด และเปลือก ผลไม้มีปริมาณความชื้น น้ำตาล และมีความเป็นกรดสูง ให้กลิ่นเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ของผลไม้แต่ละชนิด องค์ประกอบทางเคมีของผลไม้ ได้แก่ น้ำ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน กรดอินทรีย์ รงควัตถุ สารให้กลิ่นรส และวิตามิน โดยมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักและองค์

ประกอบที่พบรองลงมาส่วนใหญ่จะเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีบทบาทสำคัญต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของผลไม้ โดยทั่วไปวัตถุดิบที่มีปริมาณความชื้นสูงจะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปผลไม้เขตร้อนทางเศรษฐกิจทั้ง 4 ชนิด คือ ทูเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง มีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โรงงานแปรรูปผลไม้ทั้ง 4 ชนิด ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ทั้งชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด [2] อาจเนื่องจากใกล้แหล่งผลิตวัตถุดิบสะดวกในการขนส่ง ขนาดของอุตสาหกรรมมีตั้งแต่ขนาดย่อม ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ การแปรรูปผลไม้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ ผลไม้สดแช่เย็น การแช่แข็ง การทอด การอบ การกวน การดอง การแช่อิ่ม ทำเครื่องดื่ม ทำแยม ทำเยลลี่ ขนมขบเคี้ยว น้ำผลไม้ เป็นต้น การแปรรูปเหล่านี้ก่อให้เกิดเศษเหลือทิ้งและผลพลอยได้ปริมาณมากโดยเฉพาะส่วนเปลือกและเมล็ดของผลไม้ เช่น ทูเรียนมีส่วนเปลือกและเมล็ดประมาณสูงถึงร้อยละ 70 ของผลทูเรียน ผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งเหล่านี้มีทั้งส่วนที่เป็นของแข็งของเหลว และก๊าซ ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและการสูญเสียงบประมาณในการดำเนินการกำจัดของเสียตามมา การเพิ่มมูลค่าของผลิตผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลไม้มีเป้าหมายสำคัญ คือ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบสูงสุด เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และลดความจำเป็นในการกำจัดของเสีย การใช้ประโยชน์ของเสียจากกระบวนการแปรรูปผลไม้จึงมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปีและทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหาร ปัจจุบันมีการสกัดสารสำคัญจากของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปผลไม้หลายชนิดในเชิงพาณิชย์ เช่น น้ำมันและไขมัน รงควัตถุหรือสารให้สี (ได้แก่ แครอท

น้อยด์ แอนโทไซยานิน คลอโรฟิล เป็นต้น) รวมทั้งการนำผลพลอยได้จากผลไม้มาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งของสารอาหารประเภทเส้นใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระ หรือการใช้ของเสียจากโรงงานแปรรูปผลไม้ เช่น เปลือกผลไม้ น้ำบีบจากเปลือกผลไม้ในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน [3] ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ทูเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์เป็นแนวทางเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากผลไม้ให้กับผู้ที่สนใจต่อไป

2. ผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ 4 ชนิด และการใช้ประโยชน์

2.1 ทูเรียน

ทุเรียน (durian) ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus* Murr. อยู่ในวงศ์ Bombacaceae [4] ทุเรียนมีมากกว่า 30 ชนิด แต่มีเพียง 9 ชนิด ที่นำมาปลูกสำหรับบริโภค ได้แก่ *D. zibethinus*, *D. dulcis*, *D. grandiflorus*, *D. graveolens*, *D. kutetensis*, *D. lowianus*, *D. macrantha*, *D. oxleyanus* และ *D. testudinarum* โดยเฉพาะ *D. zibethinus* เป็นทุเรียนที่ได้รับความนิยมในการบริโภคไปทั่วโลก [5] ในประเทศไทยพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว และกระดุม ปัจจุบันมีการปลูกทุเรียนในหลายพื้นที่กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย อาทิ อุตรดิตถ์ นนทบุรี ศรีสะเกษ หลายจังหวัดในภาคใต้และภาคตะวันออก ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตทุเรียนเพื่อการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยปี พ.ศ. 2560 มีการส่งออกทุเรียนสด

488,673 ตัน ทุเรียนแช่แข็ง 13,230 ตัน ทุเรียนกวน 1,089 ตัน และทุเรียนอบแห้ง 545 ตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [2]

โดยทั่วไปผลทุเรียนมีสัดส่วนเนื้อทุเรียนคิดเป็นร้อยละ 10-30 ส่วนเหลือทิ้ง เช่น เปลือกร้อยละ 50-60 และเมล็ดร้อยละ 10-20 [6] (รูปที่ 1) ทุเรียนเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ อาทิ เนื้อทุเรียนประกอบด้วยน้ำตาล วิตามินซี โพแทสเซียม โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง วิตามินอี ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และสารระเหยให้กลิ่น [7] ในส่วนของเมล็ดทุเรียนมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 50-70 [8] และเปลือกทุเรียนประกอบด้วยเส้นใยร้อยละ 4.84 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 13.09 และลิกนินร้อยละ 15.45 [9] องค์ประกอบทางเคมีของผลทุเรียนมีสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่สูงพบในรูปของแป้งและน้ำตาล นอกจากนี้ยังพบเฮมิเซลลูโลสซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำและไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์หรือโยอาหาร โปรตีนในทุเรียนมีบทบาทสำคัญต่อรสชาติหวานมันของทุเรียน เมื่อสุกจะมีกลิ่นหอม โดยทุเรียนจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพจากผลแก่ไปสู่ผลห่ามและสุก การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพจากแป้งกลายเป็นน้ำตาล รสชาติหวานที่สัมผัสได้ขณะรับประทาน คือ กลไกการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่อยู่ในทุเรียน ทุเรียนมีไขมันร้อยละ 3.9 กรดไขมันที่พบมากในทุเรียน ได้แก่ กรดสเตียริก และกรดปาล์มมิก ทุเรียนเป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายหลากหลายชนิด นอกจากนี้ในทุเรียนยังมีสารสำคัญอื่น ๆ เช่น แคโรทีน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในไขมัน และสารระเหยที่ทำให้ทุเรียนมีกลิ่นเฉพาะ ได้แก่ ไอโซอีเทอร์ เอสเทอร์

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไดเอทิลไดซัลไฟด์ เป็นต้น [5] สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทุเรียน เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ [10] สารต้านการอักเสบ [11]

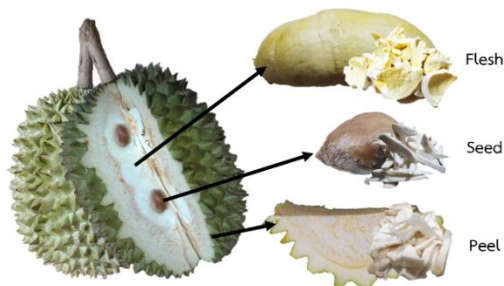


Figure 1 Morphological structure of durian fruit

สองในสามส่วนของผลทุเรียนเป็นเศษเหลือทิ้งจากการบริโภคในช่วงฤดูการที่มีผลผลิตทุเรียนออกสู่ตลาด ก่อให้เกิดปัญหาขยะปริมาณมาก [12] ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งของทุเรียน (ตารางที่ 1) เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ หลากหลายมากขึ้น ทั้งการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ อาทิ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การต้านการอักเสบ การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค การพัฒนาโพลีแซคคาไรด์เจลจากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้ในการกำจัดเชื้อที่เป็นปัญหาโรคปริทันต์ในช่องปาก การสกัดไฮโดรคอลลอยด์ เช่น กัมเพื่อใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์อาหาร เพคติน และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในการผลิตสารเคลือบบริโภคได้และฟิล์มชีวภาพ การผลิตแปรงจากส่วนเนื้อทุเรียนอ่อน เมล็ด และเปลือกเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์แปรงสีฟันจากทุเรียน รวมถึงด้านอื่น ๆ ได้แก่ การผลิตถ่านอัดแท่ง กระดาษ เป็นต้น

2.2 มังคุด

มังคุด (mangosteen) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* L. อยู่ในวงศ์ Guttiferae มี

Table 1 Utilization of by-products and wastes from durian fruit

Utilization	Morphological structures			Results	Ref.
	Flesh	Seed	Peel		
Bioactive activities					
Antioxidant activity	/	-	-	The bioactivity of flesh ripe durian was high and the total polyphenols were the main contributors to the overall antioxidant capacity.	[10]
Antioxidant and anti-inflammatory activities	-	-	/	The extract from the Monthong cultivar of durian possessed showed greater antioxidant and anti-inflammatory activities than those prepared from the Chanee cultivar.	[11]
Antimicrobial activity	-	-	/	Two bacterial strains, <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Escherichia coli</i> were inhibited in the presence of 0.1 % polysaccharide gel from durian fruit-hulls.	[13]
Antimicrobial activity	-	/	/	Durian seed and rind exhibited greater inhibition on the <i>Escherichia coli</i> than the positive control chloramphenicol.	[14]
Antimicrobial activity	-	-	/	Durian-rind polysaccharide mouthwash significantly reduced the level of <i>Streptococcus mutans</i> from 5.433 to 4.841 and 4.965 log (CFU/ml) at 1 hour and 1 week later, respectively.	[15]
Antimicrobial and antifungal activities	/	-	-	The isolated compound from durian flesh showed significant antibacterial as well as antifungal activity against the microorganisms tested.	[16]
Hydrocolloids					
Gum	-	/	-	The freeze-dried gum and oven-dried (105 °C) gum from durian seed exhibited the highest and lowest viscous modulus, respectively.	[17]
Gum	-	/	-	The freeze drying provided the most suitable flowability characteristics for durian seed gum. The freeze-dried gum showed the highest porosity, solubility and foaming capacity among different dried seed gums.	[18]
Gum	-	/	-	The best formulation of vegan mayonnaise from 4 % durian seed gum was compared to the commercial and the control.	[19]
Pectin	-	-	/	The optimization of aqueous extraction of pectin from waste durian rinds: solid-liquid ratio of 1:10 g/ml, pH of 2.8, extraction time of 43 min and extraction temperature of 86 °C. Under the optimal conditions, the experimental pectin yield (9.1 %) was well correlated with predicted yield (9.3 %).	[20]

Table 1 (continuous)

Utilization	Morphological structures			Results	Ref.
	Flesh	Seed	Peel		
Carboxymethyl cellulose	-	-	/	The best formulation of edible coating solutions for coating durian aril was shown to be a mixture of carboxymethyl cellulose from durian husk 0.25 % by weight, with a shelf life of 15 days.	[21]
Carboxymethyl cellulose	-	-	/	Carboxymethyl cellulose was prepared from the cellulose extract of durian rind by carboxymethylation. By addition of glycerol, the flexibility of the film increased while the young's modulus decreased. On the other hand, with the addition of PEG-10 Dimethicone, flexibility of the film was reduced.	[22]
Flour					
Flour	-	/	-	The gluten free pasta containing 50% durian seed flour had the highest hardness and lowest adhesiveness and overall acceptability among all formulated samples.	[8]
Flour	-	-	/	Effect of substitution durian rind powder with wheat flour on tarts quality was studied. The increasing of durian rind the texture of tart dough before baking hardness, toughness and cohesiveness increased.	[23]
Flour	/	/	/	When the level of durian flour substitute increases, the firmness of gluten free pasta was increased. On the other hand, L* was decreased when durian flour was increased.	[24]
Others					
Charcoal briquette	-	-	/	The analysis of heat performance can be summarized that the charcoal briquette from durian husk produced by the community yields the heat value of 6,134 calories per gram, which was higher than standard value, and produces the ashes at 6.2 % by weight, which in terms of performance, complies with the criteria of community product standards.	[25]
Paper	-	-	/	The development of paper from two types of durian bark for inkjet printing was studied. The ratio of thin durian bark pulp to Saa pulp at 75 to 25% (O/D weight) gave the best paper physical properties.	[26]

ถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบคาบสมุทรมาเลย์ มังคุดมีการปลูกเป็นการค้าอยู่ในประเทศไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ แม้ว่าจะมีการนำเข้าไปยังประเทศอื่นแต่ก็มักพบในปริมาณน้อย เนื่องจากข้อจำกัดในด้านสภาพนิเวศวิทยา ผลมังคุดเป็นแบบเบอร์รีรูปร่างกลมรีหรือกลมแป้น ขนาดค่อนข้างเล็ก น้ำหนักเฉลี่ย 75-100 กรัม โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 3.5-7.0 เซนติเมตร ผลที่ยังอ่อนอยู่เมื่อถูกเสียดสีจะมียางสีเหลืองไหลออกมาที่ผิวเปลือก ส่วนของเนื้อที่รับประทานมีสีขาว (รูปที่ 2) ใน 1 ผล เนื้อจะแบ่งออกได้เป็น 5-7 กลีบ ภายในมีเมล็ดที่อาจพัฒนาหรือไม่พัฒนาอยู่ เมื่อสุกผลส่วนของเนื้อจะแยกออกจากเปลือกได้ง่าย เนื้อมีความนุ่มฉ่ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมเล็กน้อย เมล็ดที่พัฒนาจะมีรูปร่างแบน มีเส้นใยหุ้มโดยรอบ และขยายต่อไปถึงส่วนของเนื้อผลมังคุด [27]

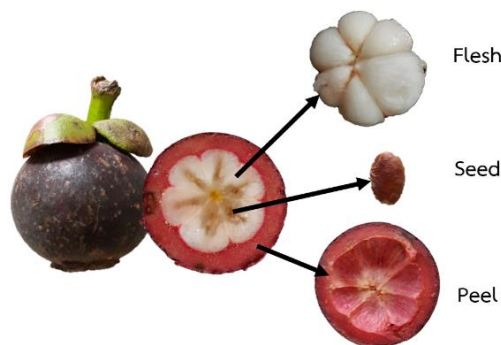


Figure 2 Morphological structure of mangosteen fruit

โดยทั่วไปในมังคุด 1 ผล ประกอบด้วยส่วนเปลือกร้อยละ 83 เนื้อร้อยละ 15 และเมล็ดร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ดังนั้นผลพลอยได้และเศษเหลือทั้งส่วนใหญ่ คือ เปลือกมังคุด หากมีวิธีการกำจัดไม่ถูกวิธีอาจสร้างปัญหาต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปมังคุด ซึ่งอาจกลายเป็นขยะในรูปของแข็งปริมาณมาก การสร้าง

มูลค่าเพิ่มจากเปลือกมังคุดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ มังคุดอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เปลือกมังคุดเป็นแหล่งของสารฟีนอลิก มีสรรพคุณทางยา โดยใช้เป็นยาผดผื่น แก้ท้องเสีย สารฟีนอลิกสำคัญที่พบในมังคุด ได้แก่ แชนโทน แทนนิน และโพรแอนโทไซยานิน สารแชนโทนพบมากในเปลือกมังคุด เมล็ด และเนื้อมังคุด ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบในยางสีเหลืองที่ผิวเปลือกมังคุด ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาสารสกัดแชนโทนจากมังคุด (ตารางที่ 2) โดยแชนโทนเป็นสารเคมีเชิงซ้อนที่มีคาร์บอนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ มีคุณสมบัติประโยชน์อย่างมากในด้านเวชกรรม อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และนำไปเป็นส่วนประกอบอาหารที่ให้ประโยชน์อย่างมากทั้งในด้านโภชนาการและสมุนไพร สารกลุ่มแชนโทน ได้แก่ alpha-mangostins, beta-mangostins และ garcinone B สารแชนโทนมีอยู่ 43 ชนิด และที่มีการค้นคว้าในปัจจุบัน ได้แก่ mangosin, mangostenol, mangostenone A, mangostenone B, trapezifolixanthone, tovoophyllin B, alpha-mangostines, beta-mangostines, garcinone B, mangostinone และ mangostanol [28] มีการสกัดสารจากเปลือกมังคุดเพื่อใช้ประโยชน์ทางเวชภัณฑ์นำมาใช้ต้านแบคทีเรียและรา สร้างภูมิคุ้มกันต้านโรคภัยต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น และผลงานวิจัยและพัฒนา นั้นนำต่อขยายการผลิตเวชภัณฑ์จากสารสกัดเปลือกมังคุดในระดับอุตสาหกรรม เพื่อจำหน่ายทางการค้าอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ เช่น เซลล์มะเร็งเต้านม เซลล์มะเร็งปอดเล็ก มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์โปรตีเอส (NIV-1 protease) ซึ่งจำเป็นต่อวัฏจักรชีวิตของ HIV ใช้เป็นยาแก้อักเสบ ยาแก้ภูมิแพ้ ยารักษาโรคผิวหนัง และผสมรวมกับสารโพลีเอสเตอร์ที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก นอกจากนี้ยังมีการ

Table 2 Utilization of by-products and wastes from mangosteen fruit peel

Utilization	Results	Ref.
Bioactive activities		
Antioxidant activity	The <i>Garcinia mangostana</i> L. rind products had potential antioxidant properties.	[29]
Anti-inflammatory activity	The <i>Garcinia mangostana</i> L. peel extract, α -mangostin, and γ -mangostin possess the anti-inflammatory potential by inhibiting COX-2, IL-6, IL-1 β , and NO.	[30]
Antimicrobial activity	The antibacterial activity of mangosteen pericarp extracts was against <i>Propionibacterium acnes</i> , and an anaerobic bacterium was able to grow at hair follicle and cause acne.	[31]
Antifungal activity	Anthrachnose is the major disease of mango. The mangosteen peel extract inhibited growth of <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .	[32]
Products		
Anti-acne gel	Anti-acne gel with mangosteen crude extract showed good effect to control acne-inducing bacteria, i.e. <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> and <i>Propionibacterium acnes</i> .	[33]
Hand cleansing gel	The MIC of hexane and dichlorometanolic extracts from mangosteen peel against <i>Bacillus cereus</i> was 4.88 μ g/ml. The antimicrobial activity against <i>Bacillus cereus</i> and <i>Escherichia coli</i> of hand cleansing gel mixed with fruit peel extracts was slightly decreased with a limited shelf life of 28 days.	[34]
Antibacterial face mask	α - and β -Mangostins and garcinone B exhibited strong inhibitory effect against <i>Mycobacterium tuberculosis</i> with the minimum inhibitory concentration value of 6.25 μ g/ml. Antibacterial face mask coated with mangosteen extracted was developed.	[35]
Cake-type doughnut	As the amount of mangosteen rind powder increased, specific volume, and firmness of doughnuts were not significantly different, however springiness significantly decreased.	[36]
Low calorie Jam	The low calorie mangosteen jam contained, total dietary fiber 2.00%, total sugar 27.12 %, reducing sugar 4.59 % and moisture 40.70 %. The calorie was 2.09 kcal/g, less than the original sugar mangosteen jam (2.63 kcal/g).	[37]
Charcoal briquettes	The calorific value was 5,920 Cal/g, with combustion rate 11.8 g/min, fixed carbon content 61.7 %, and ash content 7 %. For the combustion efficiency testing, our fuel briquette from mangosteen shell could be performed cooking as well, non-explosion, high combustible, non-soot, non-smoke and non-odors during used.	[38]

นำเปลือกมังคุดไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย ได้แก่ เจลแต้มผิว เจลล้างมือ หน้ากากอนามัย โดนัทเค้ก แยมเคลือบดำ และถ่านอัดแท่ง เป็นต้น

2.3 เงาะ

เงาะ (rambutan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nephelium lappaceum* Linn. เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย เงาะเป็นผลไม้รสหวานและอมเปรี้ยว โดยทั่วไปเงาะเป็นไม้ผลที่เจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณที่มีความชื้นค่อนข้างสูง เงาะในประเทศไทยจึงนิยมปลูกในบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ พันธุ์เงาะที่นิยมปลูกทางการค้ามี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีทอง และพันธุ์สีชมพู [39] โดยทั่วไปในเงาะ 1 ผล ประกอบด้วยส่วนเนื้อร้อยละ 48 เปลือกร้อยละ 44 และเมล็ดร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก (รูปที่ 3) หลังกระบวนการแปรรูปส่วนใหญ่เปลือกและเมล็ดเงาะถูกกำจัดทิ้งหรือนำมาทำปุ๋ย เปลือกและเมล็ดเงาะเป็นผลพลอยได้ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม (ตารางที่ 3) เนื่องจากในส่วนเปลือกเงาะมีสารที่สำคัญ คือ แทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน ซึ่งมีโมเลกุลขนาดเล็ก สลายตัวและละลายได้ในกรดหรือน้ำย่อย กับคอนเดนซ์แทนนิน ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่ จัดอยู่ในประเภทโพลีเมอร์ โพลีฟีนอล มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 1,000 ขึ้นไป ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซิโตน เมื่อต้มกับกรดจะรวมตัวกันเป็นโพลีเมอร์ เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลาย มีรูปร่างไม่แน่นอนและมีสีแดงเรียกว่า tannin-red หรือ phobaphene แทนนินทั้ง 2 ประเภทนี้จะกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของผลไม้ทั้งในส่วนเปลือก เมล็ด และใบ สารแทนนินในเปลือกเงาะจะสกัดได้เมื่อปอกเปลือกเงาะออกอย่างจะติดที่มีดเปลี่ยนเป็นสี

น้ำตาลดำ [40] สารแทนนินมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านจุลินทรีย์ ซึ่งช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้สารแทนนินนี้สามารถใช้พอกหนัง ย้อมผ้า บำบัดน้ำเสีย ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ป้องกันแมลง ทำเป็นปุ๋ย ทำเป็นกาว และทำยารักษาโรค [39] ในส่วนของเมล็ดเงาะประกอบด้วยไขมันร้อยละ 14-41 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 28-46 ที่สามารถพิจารณานำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร [41]

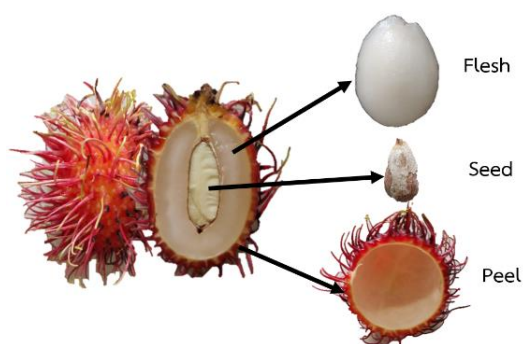


Figure 3 Morphological structure of rambutan fruit

2.4 ลองกอง

ลองกอง (longkong) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lansium domesticum* Corr. เป็นไม้ผลสกุลเดียวกับกลางสาตและทุเรียน มีถิ่นกำเนิดอยู่แถวหมู่เกาะมลายู อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และตอนใต้ของประเทศไทย เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศประมาณร้อยละ 70-80 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000-3,000 มิลลิเมตรต่อปี และจำนวนวันที่ฝนตกประมาณ 150-200 วันต่อปี ปัจจุบันมีการปลูกลองกองมากในเขตภาคใต้ ภาคตะวันออก และในจังหวัดอุดรธานี [48] ลองกองจัดเป็นพันธุ์ของกลางสาตชนิดหนึ่งที่มี

เปลือกหนาและยางน้อย ผลลองกองมีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 เซนติเมตร มีสีเหลือง ผิวบางขนาด 2-3 มิลลิเมตร ขณะที่ทุกมีผลขนาดใหญ่ 5-5.5 เซนติเมตร ผลกลม สีเหลือง-น้ำตาล ผิวของผลจะหนา 5-6 มิลลิเมตร ไม่ค่อยมียางและเนื้อผลหนาและหวาน [49] Lim [50] ศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของการรับประทานทุกและลองกอง พบว่าปริมาณของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส วิตามินบีหนึ่ง และวิตามินซี พบในผลของลองกองมากกว่าทุก โดยผลไม้ทั้งสองมีปริมาณวิตามินบีสอง (0.02 มิลลิกรัม)

เท่ากัน นอกจากนี้ปริมาณวิตามินซีในผลของลองกอง (46 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของผล) มีมากกว่าวิตามินซีที่พบจากผลทุก (13.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของผล) ประมาณสามเท่า

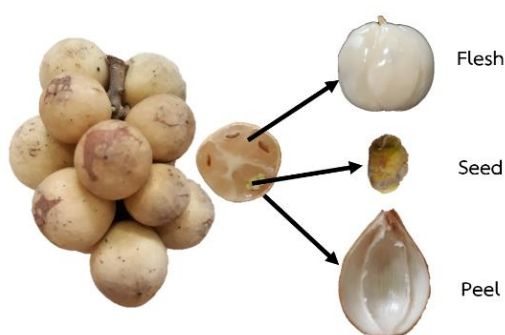
โดยทั่วไปในลองกอง 1 ผล ประกอบด้วยส่วนเนื้อร้อยละ 71 เปลือกร้อยละ 24 และเมล็ดร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก (รูปที่ 4) ในส่วนของเปลือกและเมล็ดถือเป็นผลพลอยได้ที่น่าสนใจที่สามารถนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมการแปรรูปลองกอง (ตารางที่ 4) ได้แก่ การผลิตภัณฑ์จากเปลือกลองกอง การ

Table 3 Utilization of by-products and wastes from seed and peel of rambutan fruit

Utilization	Results	Ref.
Rambutan seeds		
Starch	Starch products from rambutan seed were extracted by supercritical carbon dioxide. The rambutan seed starch contained fat 2.0-3.0 %, protein 0.90 %, and carbohydrate 90 %.	[41]
Flour	The 5 % rambutan seed flour substitution in the formulation of biscuits was acceptable at the level of “like slightly” to “like moderately”.	[42]
Flour	Application of flour from rambutan seed kernel in low calorie salad dressing product was used as a thickening agent to replace egg yolk and vegetable oil in the normal salad dressing recipe.	[43]
Fat	The extracted fat from rambutan seed not only could be used for manufacturing candles, soaps, and fuels, but it also has a possible to be a source of natural edible fat with feasibility industry use.	[44]
Rambutan peels		
Antioxidant activity	Rambutan peel exhibited strong antioxidant activities, contained high amounts of phenolics and flavonoid and was potential to be developed as a functional food.	[45]
Lignin and cellulose	The rambutan peel had a high lignin content [35.34±2.05 % (w/w)] and a cellulose content of 24.28±2.30 % (w/w).	[46]
Biopolymer dye	The rambutan tannin extract on the properties of polylactic acid film was investigated for using as biopolymer dye.	[40]
Oil reduction substance	The fiber powder from rambutan peel was used for an oil reduction substance in batter. The batter mixed with 9 % fiber had the lowest oil content (15.10 %). Oil uptake of this product was reduced to 59.22 % as compared to the control.	[47]

Table 4 Utilization of by-products and wastes from seed and peel of longkong fruit

Utilization	Results	Ref.
Antimalarial activity	The longkong seed extraction showed antimalarial activity against <i>Plasmodium falciparum</i> with IC ₅₀ values in a range of 2.4-9.7 µg/ml.	[51]
Antimicrobial activity	Dried seed and peel from alcoholic extracts showed the highest antimicrobial activities. It may lead to the usage of longkong seed and peel as natural drug in the near future.	[52]
Tea product	The longkong peel mixed with Luo Han Guo tea at a ratio of 90 : 10 had the highest odor, taste, and overall liking score. The antioxidant activity was 28.25 %.	[53]

**Figure 4** Morphological structure of longkong fruit

ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านมาลาเรีย การต้านแบคทีเรีย และการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้จากเปลือกและเมล็ดลองกอง เป็นต้น ในประเทศไทย เนื้อลองกองใช้เป็นอาหาร ส่วนเปลือกต้นมีรสฝาด นำมาต้มดื่ม รักษาโรคเกี่ยวกับลำไส้ มาลาเรีย แก้บิด แก้ท้องร่วง ยางจากเปลือกแก้จุกเสียด อาการอักเสบ อาการกล้ามเนื้อแข็งตัว ใบแก้โรคบิด เปลือก ผลแก้ท้องร่วง ปวดท้อง ใช้เป็นยาไต่ยุง เมล็ดเป็นยาถ่ายพยาธิ แก้ไข้ เมล็ดในแก้อาการปวดหู แก้ฝีในหู แก้เริ่มแก้ไฟลามทุ่ง และแก้งูสวัด ส่วนในประเทศอินโดนีเซีย มีการใช้ส่วนของเมล็ดรักษาโรคมาลาเรีย [49]

3. สรุป

ข้อมูลข้างต้นพบว่าผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ทูเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ในส่วนของเนื้อตกรวด เปลือก และเมล็ด ล้วนแต่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยสารสกัดจากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งเหล่านี้ล้วนมีศักยภาพในการรักษาโรคต่าง ๆ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันกับร่างกายได้ ปัจจุบันมีแนวโน้มการศึกษาวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้เหล่านี้เพิ่มขึ้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง อาหาร และยา เป็นต้น ดังนั้นจากข้อมูลเบื้องต้นที่รวบรวมมานี้จึงน่าจะเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจศึกษาด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้และเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชท้องถิ่นเพื่อเป็นการต่อยอดองค์ความรู้ และการนำทรัพยากรท้องถิ่นในประเทศมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพาและศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ภายใต้โครงการส่งเสริมและการรวมกลุ่มคลัสเตอร์อุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป "กิจกรรมส่งเสริมการรวมกลุ่มคลัสเตอร์

เตอร์อุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป กลุ่มแปรรูปผลไม้
จังหวัดจันทบุรี" งบประมาณรายจ่ายเพิ่มเติม ประจำปี
งบประมาณ 2561

5. References

- [1] Wikipedia, Chanthaburi, Available Source: <https://th.wikipedia.org>, July 8, 2018. (in Thai)
- [2] Office of Agricultural Economics, The Amount of Fruit Production in Thailand, Available Source: <http://www.oae.go.th>, July 8, 2018. (in Thai)
- [3] Suphamityotin, P., 2013, Fruit and Vegetable Technology, Odeon Store, Bangkok, 280 p. (in Thai)
- [4] Luenam, L. and Tamprateep, J., 2009, Study of materials to abandon remain from process to arrange flesh durian for fryer, Rajamangla Univ. Technol. Tawan-ok Res. J. 2(1): 36-40. (in Thai)
- [5] Pakkaew, Y., 2016, Durian: King of fruit, how to eat for health benefit, Food 46: 15-20. (in Thai)
- [6] Purnomo, A., Yudiantoro, Y.A.W., Putro, J.N., Nugraha, A.T., Irawaty, W. and Ismadji, S., 2016, Subcritical water hydrolysis of durian seeds waste for bioethanol production, Int. J. Ind. Chem. 7: 29-37.
- [7] Rusmiati, R., Ashari, S., Widodo, M.A. and Bansir, L., 2015, The nutritional composition of red durians from banyuwangi, Indonesia, Food Sci. Qual. Manag. 37: 46-51.
- [8] Mirhosseini, H., Rashid, N.F.A., Amid, B.T., Cheong, K.W., Kazemi, M. and Zulkurnain, M., 2015, Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta, LWT Food Sci. Tech. 63: 184-190.
- [9] Jun, T.Y., Arumugam, S.D., Latip, N.H.A., Abdullah, A.M. and Latif, P.A., 2010, Effect of activation temperature and heating duration on physical characteristics of activated carbon prepared from agriculture waste, Environ. Asia 3: 143-148.
- [10] Arancibia-Avila, P., Toledo, F., Park, Y., Jung, S.T., Kang, S.G., Heo, B.G., Lee, S.H. Sajewicz, M., Kowalska, T. and Gorinstein, S., 2008, Antioxidant properties of durian fruit as influenced by ripening, LWT Food Sci. Tech. 41: 2118-2125.
- [11] Chingsuwanrote, P., Muangnoi, C., Parengam, K. and Tuntipopipat, S., 2016, Antioxidant and anti-inflammatory activities of durian and rambutan pulp extract, Int. Food Res. J. 23: 939-947.
- [12] Ong, S.T., Keng, P.S., Voon, M.S. and Lee, S.L., 2011, Application of durian peel (*Durio zibethinus* Murray) for removal of methylene blue from aqueous solution, Asian J. Chem. 23: 2898-2902.
- [13] Lipipun, V., Nantawanit, N. and Pongsamart, S., 2002, Antimicrobial activity (in vitro) of polysaccharide gel from durian fruit-hulls,

- Songklanakarin J. Sci. Tech. 24: 31-38.
- [14] Duazo, N.O., Bautista, J.R. and Teves, F.G., 2012, Crude methanolic extract activity from rinds and seeds of native durian (*Durio zibethinus*) against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, Afr. J. Microbiol. Res. 6: 6483-6486.
- [15] Thunyakitpisal, N., Phetcharakupt, V., Thunyakitpisal, P. and Pongsamart, S. 2011, A study of durian-rind polysaccharide mouthwash on the level of *S. mutans* in fixed orthodontic patient, J. Thai Assoc. Orthod. 1: 11-17. (in Thai)
- [16] Sah, B.P., Pathak, T., Sankar, S. and Suresh, B., 2014, Phytochemical investigations on the fruits of *Durio zibethinus* Linn. for antimicrobial activity, Int. J. Pharm. Sci. Res. 5: 878-891.
- [17] Amid, B.T. and Mirhosseini, H., 2012, Influence of different purification and drying methods on rheological properties and viscoelastic behaviour of durian seed gum, Carbohydr. Polym. 90: 452-461.
- [18] Mirhosseini, H. and Amid, B.T., 2013, Effect of different drying techniques on flow ability characteristics and chemical properties of natural carbohydrate-protein gum from durian fruit seed, Chem. Cent. J. 7: 1-14.
- [19] Cornelia, M., Siratantri, T. and Prawita, R., 2015, The utilization of extract durian (*Durio zibethinus* L.) seed gum as an emulsifier in vegan mayonnaise, Proc. Food Sci. 3: 1-18.
- [20] Maran, J.P., 2015, Statistical optimization of aqueous extraction of pectin from waste durian rinds, Int. J. Biol. Macromol. 73: 92-98.
- [21] Boonsiri, A., Jirapothithum, J., Kanokpanon, S., Ratchtanapan, P. and Samosornsuk, W., 2015, Edible coating solutions consisting of the mixture of carboxymethyl cellulose from durian husk for coating durian aril, Postharvest Newsletter 14(2): 1-4. (in Thai)
- [22] Khemkaew, S. and Kaewpirom, S., 2016, Effects of glycerol and PEG-10 dimethicone on properties of biofilm from durian rind, J. Indus. Technol. 12(2): 11-21. (in Thai)
- [23] Bunyasawat, J. and Bhoosem, C., 2017, Effect of substitution durian rind powder with wheat flour on tarts quality, RMUTP Res. J. 11(2): 48-58. (in Thai)
- [24] Charoenphun, N., and Kwanhian, W., 2018, Effect of flour from durian waste on quality of gluten free pasta, Thai Sci. Technol. J. 26(5): 803-814. (in Thai)
- [25] Chutsawang, N., 2013, Charcoal briquette from durian husk in Tombol Kwuanhuk community enterprise, Khlung, Chanthaburi, M.Eng. Thesis, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 122 p. (in Thai)
- [26] Tipsotnaiyana, N. and Netpradit, S., 2007, Development of paper from two types of durian bark for inkjet printing, Agric. Sci. J.

- 38(6)(Suppl.): 15-18. (in Thai)
- [27] Department of Agriculture, 2004, Academic Documents Mangosteen, Bangkok, 106 p. (in Thai)
- [28] Bureau of Farmers Development: Department of Agricultural Extension, 2011, Miracle of Thai Mangosteen, Bangkok, 124 p. (in Thai)
- [29] Tjahjani, S., Widowati, W., Khiong, K., Suhendra, A. and Tjokropranoto, R., 2014, Antioxidant properties of *Garcinia mangostana* L. (Mangosteen) rind, Proc. Chem. 13: 198-203.
- [30] Widowati, W., Darsono, L., Suherman, J., Fauziah, N., Maesaroh, M. and Erawijantari, P.P., 2016, Anti-inflammatory effect of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel extract and its compounds in LPS-induced RAW264.7 cells, Nat. Prod. Sci. 22: 147-153.
- [31] Udomsubphong, K. and Kukatpitakwong, R., 2013, Effect of Mangosteen Extraction on Propionibacterium Acnes, Available Source: <https://pharm.kku.ac.th/isan-journal/journal/volumn9-no1/003-Aesthetic/Page245-249.pdf>, July 10, 2018. (in Thai)
- [32] Prasothong, N., Plainsirichai, M., Bussaman, P., Luckantinvong, V., Wongsawas, M., 2011, Effect of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Peel Extract on Anthracnose Disease (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) of Mango Fruit cv. Nam Dok Mai, Available Source: <http://w>
- www.mcc.cmu.ac.th, July 10, 2018. (in Thai)
- [33] Sukatta, U., Rugthaworn, P., Pitpiangchan, P. and Dilokkunanant, U., 2008, Development of Anti-acne Gel from Mangosteen Crude Extract, Available Source: <http://kukr.lib.ku.ac.th>, July 10, 2018. (in Thai)
- [34] Khumwongsa, W., Paiboon, L. and Supakdamrongkul, P., 2015, Efficacy of hand cleansing gel mix the extracts of fruit peel in inhibiting pathogenic bacteria, HC Sci. Technol. J. 1(2): 66-81. (in Thai)
- [35] Suksamrarn, S., 2003, Mangosteen, Available Source: <http://cms2.swu.ac.th>, July 10, 2018. (in Thai)
- [36] Sartprasit, K. and Limroongreungrat, K., 2009, Utilization of mangosteen rind as a source of dietary fiber in cake-type doughnut, Agric. Sci. J. 40(3)(Suppl.): 97-100. (in Thai)
- [37] Apirattananusorn, S., 2011, Development of low calorie mangosteen jam supplemented with rind of mangosteen, KKU Res J. 16(7): 825-834. (in Thai)
- [38] Sawekwiharee, S., 2012, Potential Energy of the Fuel Briquettes from Mangosteen Shell, Research Report, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 79 p. (in Thai)
- [39] Jakkaew, M., 2017, Rambutan, Available Source: <http://reportnews.doae.go.th>, July 10, 2018. (in Thai)
- [40] Molee, C. and Jinda, N., 2014, Rambutan

- Tannin Extraction for Biopolymer Dye, Available Source: http://www.annualconference.ku.ac.th/cd53/09_008_P27.pdf, July 10, 2018. (in Thai)
- [41] Panthanaprated, W., 2016, Rambutan Seeds Starch Products, Available Source: https://www.thailandtechshow.com/view_techno.php?id=212, July 10, 2018. (in Thai)
- [42] Eiamwat, J., Wanlapa, S. and Kampruengdet, S., 2015, Change in fat content of rambutan seeds during extraction with supercritical carbon dioxide, pasting properties of rambutan seed flour and its use as a wheat flour substitute in biscuits, Agric. Sci. J. 46(3)(Suppl.): 833-836. (in Thai)
- [43] Phanthanapratet, W., Trangwacharakul, S., Wanlapa, S., Eiamwat, J., Boonkosum, P. and Lauhakul, K., 2012, Application of rambutan seed flour for low calorie salad dressing product, Agri. Sci. J. 43(2)(Suppl.): 517-520. (in Thai)
- [44] Issara, U., Zzaman, W. and Yang, T.A., 2014, Rambutan seed fat as a potential source of cocoa butter substitute in confectionary product, Int. Food Res. J. 21: 25-31.
- [45] Mistriyani, M., Riyanto, S. and Rohman, A., 2018, Antioxidant activities of rambutan (*Nephelium lappaceum* L) peel *in vitro*, Food Res. 2: 119-123.
- [46] Oliveira, E.I.S., Santos, J.B., Goncalves, A.P.B., Mattedi, S. and Jose, N.M., 2016, Characterization of the rambutan peel fiber (*Nephelium lappaceum*) as a lignocellulosic material for technological applications, Chem. Eng. Trans. 50: 391-396.
- [47] Chinnasarn, S. and Itthisoponkul, T., 2015, Preparation of fiber powder from rambutan peel for the use as an oil reduction substance in batter, Agric. Sci. J. 46(3)(Suppl.): 201-204. (in Thai)
- [48] Mingchai, C. and Thojan, W., 2012, Product Quality and Commercial Yield of Longkong in the Inflorescences and Fruit Branch Trimming System, Na-Nok-Kok, Lablae, Uttaradit, Available Source: http://kaset.urui.ac.th/KRMU/research/pdf_manual/articles-54-1.pdf, July 10, 2018. (in Thai)
- [49] Cheenpracha, S., 2013, Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Plants in Genus *Lansium*, Available Source: http://www.ubu.ac.th/web/files_up/08f2013011409210520.pdf, July 10, 2018. (in Thai)
- [50] Lim T.K., 2012, Edible Medicinal and Nonmedicinal Plants, 5th Ed., Springer Science & Business Media, New York, 943 p.
- [51] Saewan, N., Sutherland, J.D. and Chantapromma, K., 2006. Antimalarial tetranortriterpenoids from the seeds of *Lansium domesticum* Corr., Phytochemistry 66: 2288-2293.

- [52] Chaisawadi, S., Keawbunrueug, S., Nasakad, O. and Panapiyasakunchai, J., 2011, Anti microbial Activities on Seed and Peel Extracts from Longkong, Available Source: <http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/63/10032272.pdf>
- f, July 10, 2018. (in Thai)
- [53] Lichanporn, I., Lekmanee, K. and Beung sawang, B. , 2013, Production of tea beverage from longkong peel mixed with luohangguay, *Agric. Sci. J.* 44(2)(Suppl.): 313-316. (in Thai)