รายงานการวิจัย

การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยเทคนิคการระเหยภายใต้สุญญากาศ

Production of concentrated mangosteen juice by vacuum evaporation

พงษ์เทพ เกิดเนตร Pongthep Kertnat

วิชชุลฎา ถาวโรจน์ Wijchulada Thavaroj

คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2559

การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยเทคนิคการระเหยภายใต้สุญญากาศ

พงษ์เทพ เกิดเนตร[1] วิชชุลฎา ถาวโรจน์[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น โดยนำน้ำมังคุดจากผลสด และน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที หาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำเข้มข้นโดยระเหยภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ตรวจสอบลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมังคุดเข้มข้น พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นที่มีคะน้ำมังคุดเข้มข้นที่ไม่ผ่านการลวกแล้วทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุด ด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 8.10, 7.67, 7.17, 7.77 และ 7.97 ตามลำดับ มีค่าสี L*, a* และ *b เท่ากับ 39.13, 26.11 และ 29.25 ตามลำดับ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25 องศาบริกซ์ ค่าน้ำอิสระ 0.95 ความเป็นกรด-ด่าง 3.34 วิตามินซี 6.20 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย สีชมพูออกเข้มมีกลิ่นหอมของมังคุด รสชาติหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย

คำสำคัญ : มังคุด, การทำให้เข้มข้น, การระเหย

.....

[1] คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย , จังหวัดสงขลา

Production of concentrated mangosteen juice by vacuum evaporation

Pongthep Kertnat [1] **Wijchulada Thavaroj** [1]

Abstract

The objective of this experiment was to seek an appropriate production process of concentrated mangosteen juice. To gain the required objective, fresh mangosteen juice and whole mangosteen fruits blanched at 80 ^{0}C for 2 minutes were tested to find the appropriate evaporation temperatures under 3 levels of vacuum conditions, namely, 55, 60 and 65 ^{0}C. Then, the consumer's acceptance for the product was tested; the chemical and physical properties of concentrated mangosteen juice products were examined. The result indicated that the concentrated mangosteen juice with the most average acceptance was the unboiled one concentrated at 60 ^{0}C. The consumer's scores of acceptance in general property, colour, ordour, taste and total preference were 8.10, 7.67, 7.17, 7.77 and 7.97 respectively. The colour values (*L, a*, and b*) were 39.13, 26.11 and 29.25 respectively; total soluble solid was 25 ^{0}brix; water activity was 0.95; pH was 3.34; vitamin C was 6.20 ml/100 g. The physical property of instantly concentrated mangosteen juice contained a little amount of suspended mangosteen flesh with dark pinkish content and slightly sweet and sour ordour of mangosteen taste.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Keywords: mangosteen, concentration, evaporation

.....

[1] Faculty of Liberal Art, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla Province.

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การวิจัยเรื่องการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยเทคนิคการระเหยภายใต้สุญญากาศ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยมีบุคคลต่างๆให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแนะนำ รวมไปถึงการให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์และขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการใช้ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาคหกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยจากคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2559

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
กิตติกรรมประกาศ	3
สารบัญ	4
สารบัญภาพ	5
สารบัญตาราง	6
บทที่ 1 บทนำ	7
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	
1.2 วัตถุประสงค์	
1.3 ขอบเขตการทำแผนงาน	
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
1.5 นิยามศัพท์	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	15
3.1 วัสดุ อุปกรณ์	
3.2 วิธีการวิจัย	
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	19
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพของผลมังคุดสด	
4.2 ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกันเทียบกับน้ำมังคุดที่ผ่านการทำให้ใส	
4.3 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีของเนื้อและน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวก	
4.4 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีการสกัดน้ำและผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้น โดยวิธีสุญญากาศในสภาวะต่างๆกัน	
4.5 ผลการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น	
4.6 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม	
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 การเตรียมน้ำมังคุด	16
3.2 การทำให้น้ำมังคุดเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ	17
4.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการทำให้เข้มข้น ชุดการทดลองที่ 1-8	24

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ชุดการทดลองหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำน้ำมังคุดเข้มข้น	17
4.1 ค่าสีของน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวกและปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดแต่ละขั้นตอนการผลิตเทียบกับผลมังคุดทั้งผล	19
4.2 ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกันเทียบกับน้ำมังคุดที่ผ่านการทำให้ใส	20
4.3 ลักษณะทางเคมีของเนื้อและน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวก	20
4.4 ลักษณะทางเคมีและกายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีการสกัดน้ำและผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้นโดยวิธีสุญญากาศในสภาวะต่างๆกัน	21
4.5 คะแนนเฉลี่ยผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน	23
4.6 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน	24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา

น้ำผลไม้เป็นอุตสาหกรรมการเกษตรแปรรูปประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ผลผลิตผลไม้สดมีปริมาณมากเกินความต้องการของตลาด ซึ่งทำให้ระดับราคาตกต่ำ และเกิดความสูญเปล่าจากการเน่าเสียได้ง่าย ประเภทของน้ำผลไม้แบ่งออกได้ตามกรรมวิธีการผลิตและความนิยมของตลาดได้ดังนี้ คือน้ำผลไม้เข้มข้น โดยผลิตจากการนำผลไม้แท้จากธรรมชาติไปต้มภายใต้สุญญากาศเพื่อระเหยน้ำบางส่วนออกจนได้น้ำผลไม้ที่เข้มข้น เมื่อจะนำมาบริโภคต้องนำมาผสมน้ำเพื่อเจือจางเสียก่อน น้ำผลไม้ประเภทนี้นิยมผลิตเพื่อส่งออกเป็นหลัก เนื่องจากสะดวกต่อการนำไปใช้และประหยัดค่าขนส่ง ทั้งนี้น้ำผลไม้เข้มข้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ นอกจากนี้ยังมีน้ำผลไม้พร้อมดื่ม น้ำผลไม้ปรุงแต่งกลิ่น และน้ำผลไม้สำเร็จรูปชนิดผง เป็นต้น

มังคุด ชื่อภาษาอังกฤษคือ mangosteen มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana Linn.* มีชื่อเรียกในภาษามลายูว่า มังกุสตาน manggustan ภาษาอินโดนีเซียเรียกมังกีส ภาษาพม่าเรียกมิงกุทธี ภาษาสิงหลเรียกมังกุส เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบเขตร้อนชนิดหนึ่ง เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ที่หมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ เป็นผลไม้จากเอเชียที่ได้รับความนิยมมาก ได้รับขนานนามว่าเป็น "ราชินีของผลไม้" อาจเป็นเพราะด้วยลักษณะภายนอกของผลที่มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ที่หัวขั้วของผลคล้ายมงกุฎของพระราชินี ส่วนของเนื้อผลที่กินได้ของมังคุดเป็นชั้นเอนโดคาร์ป (endocarp) ซึ่งพัฒนามาจากเปลือกหุ้มเมล็ดเรียกว่า aril มีสีขาว มีกลิ่นหอม ส่วนเนื้อในก็มีสีขาวสะอาด มีรสชาติที่หวานอร่อย มีการนำมังคุดมาประกอบอาหารบ้างทั้งอาหารคาว เช่น แกง ยำ และอาหารหวาน เช่น มังคุดลอยแก้ว แยมมังคุด มังคุดกวน มังคุดแช่อิ่ม ในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีการทำมังคุดคัด ด้วยการแกะเนื้อมังคุดห่ามออกมาเสียบไม้รับประทาน ส่วนใหญ่จะนิยมรับประทานมังคุดสุกเป็นผลไม้ ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย มีส่วนช่วยในการชะลอวัยและการเกิดริ้วรอย ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งสดใส นอกจากนี้ ยังช่วยป้องกันอาการไข้ (ไข้ระดับต่ำ) ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ช่วยเพิ่มพลังงานแก่ร่างกาย เพิ่มความกระปรี้กระเปร่า ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิว ออกฤทธิ์ต้านสิวอักเสบได้ดี และมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคซึมเศร้า ลดความเครียด เนื้อมังคุด มีเส้นกากใยสูง ช่วยเรื่องการขับถ่ายและมีวิตามินเกลือแร่สูงมาก เช่น กรดอินทรีย์ น้ำตาล แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก น้ำมังคุดช่วยปรับระดับภูมิคุ้มกันให้สมดุล ด้วยการหลั่งสาร Interleukin Iและ Tumor Necrosis Factor ช่วยยับยั้งการหลั่งสารฮีสตามีน ลดอาการแพ้ภูมิตนเอง (ในโรค SLE) และลดการอักเสบ ในผู้ป่วยเบาหวาน ตับเสื่อม ไตวาย ข้อเข่าเสื่อม ความดันโลหิตสูง โรคพาร์กินสัน ไทรอยด์เป็นพิษ ความผิดปกติของสมองอันเนื่องจากการอักเสบ ในมังคุด 100 กรัม จะมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้ แคลอรี่ 60-63 กิโลแคลอรี่ น้ำ80.20-84.90 กรัม โปรตีน 0.50-0.60 กรัม ไขมัน 0.10-0.60 กรัม แคลเซียม 0.01-8.00 มิลลิกรัม เหล็ก 0.20-0.80 มิลลิกรัม กรดแอสคอร์บิก 1.0-2.00 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรต 14.30-15.60

กรัม ใยอาหาร 5.00-5.10 กรัม เถ้า 0.20-0.23 กรัม ซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส 16.42-16.62 กรัม ฟอสฟอรัส 0.02-12.00 มิลลิกรัม ไทอามีน 0.03 มิลลิกรัม (สุภาภรณ์, 2549)

น้ำผลไม้เข้มข้น (concentrated fruit juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ ซึ่งได้มาจากการนำน้ำผลไม้โดยการระเหย (evaporation) เพื่อเอาน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำผลไม้ออกไปบางส่วน เป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ลดน้ำหนักของน้ำผลไม้ เพื่อสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้ เพราะการทำให้เข้มข้นทำให้ค่า water activity ของน้ำผลไม้ลดลง ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำผลไม้เสื่อมเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ การนำมังคุดดังกล่าวมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้จะทำให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น และลดความเสียหายที่เกิดจากข้อจำกัดของอายุการเก็บรักษา แต่ผลของการระเหยต่อคุณภาพอาหารเป็นการระเหยโมเลกุลของของเหลวให้หลุดออกจากผิวหน้าของของเหลว ณ.อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของสารนั้น มีผลกระทบทำให้อาหารมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป โดยเฉพาะการระเหยที่อุณหภูมิสูงเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งแบบ Maillard reaction และ caramellization ทำให้อาหารมีสีเข้มขึ้น ทำให้สูญเสียสารให้กลิ่นบางชนิดที่ระเหยได้ง่ายออกไป คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารจะลดลง

การนำผลมังคุดสดมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้จะทำให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น และลดความเสียหายที่เกิดจากข้อจำกัดของอายุการเก็บรักษาลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูกาลจะมีปริมาณผลผลิตมากจนล้นตลาด ส่งผลให้ราคาตกต่ำมาก ฉะนั้นการทำให้ผลไม้สด มีราคาสูงขึ้น จึงต้องมีการเพิ่มมูลค่าในตัวผลไม้เอง โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูป ที่เป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศก็คือน้ำมังคุดเข้มข้น โดยใช้มังคุดตกเกรด ที่ไม่สามารถส่งเป็นสินค้าออกยังต่างประเทศได้เป็นวัตถุดิบในการนำมาแปรรูป นับเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตรของเกษตรกรไทยได้อย่างเป็นรูปธรรม และสร้างทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากเนื้อมังคุดจะมีรสชาติที่หอมหวานอมเปรี้ยว ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติกลมกล่อม ลักษณะของน้ำเป็นสีม่วงใสชวนรับประทาน นอกจากนั้นเปลือกมังคุดยังมีสารแซนโทน (xanthone) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีงานวิจัยทั้งในประเทศและในต่างประเทศกล่าวถึงคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ และต้านการเจริญเติบโตของเซลล์ที่ผิดปกติ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด

2.2 เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำน้ำมังคุดให้เข้มข้น

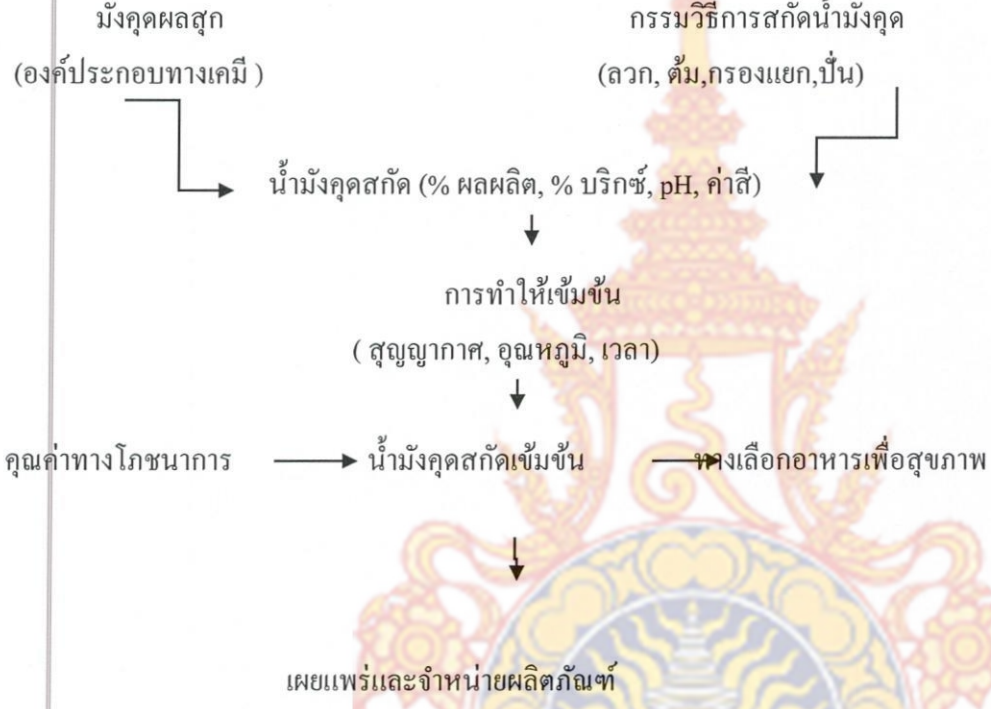
2.3 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมังคุดเข้มข้น

2.4 เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นต่อผู้บริโภค

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทดลองหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมังคุด ทดลองหาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำมังคุดเข้มข้น วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ และศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นต่อผู้บริโภค

4. กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำผลไม้เข้มข้น (concentrated fruit juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ ซึ่งได้มาจากการนำน้ำผลไม้โดยการระเหย (evaporation) เพื่อเอาน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำผลไม้ออกไปบางส่วน เช่น การผลิตน้ำส้มเข้มข้นจากน้ำส้มสดที่มีปริมาณของแข็งเริ่มต้น 11-12% ให้เพิ่มขึ้นเป็น 65% (น้ำหนักต่อปริมาตร) น้ำผลไม้เข้มข้น เป็นการถนอมอาหาร (food preservation) วิธีหนึ่งซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดน้ำหนักของน้ำผลไม้ เพื่อสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพื่อการถนอมอาหาร ยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้ เพราะการทำให้เข้มข้นทำให้ค่า water activity ของน้ำผลไม้ลดลง ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำผลไม้เสื่อมเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ (ไพโรจน์, 2535)

กรรมวิธีผลิตน้ำผลไม้ คุณภาพของน้ำผลไม้ที่ดีคือ น้ำผลไม้นั้นยังคงรักษาลักษณะกลิ่นและรสชาติของผลไม้นั้นไว้ ได้หลังจากการแปรรูปและการเก็บรักษาซึ่งคุณภาพของน้ำผลไม้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลไม้ที่ใช้ต้องสดและสะอาดชนิดของผลไม้ พันธุ์ ระยะของการสุกและสภาวะของการผลิตและเก็บรักษา กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้แบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ คือ

1. การสกัด เป็นหน่วยปฏิบัติการหนึ่งในการแปรรูปอาหารที่ได้รับความสนใจมากขึ้น การสกัดเป็นกระบวนการแยกที่เกี่ยวข้องกับเฟส2เฟสเช่นกัน โดยที่ตัวทำละลายเป็นที่เติมเข้าไปเพื่อให้เกิดอีกเฟสที่แตกต่างจากเฟสเดิมขององค์ประกอบที่ต้องการแยกจะเกิดขึ้นได้เมื่อองค์ประกอบที่ต้องการแยกออกมาในตัวทำละลาย องค์ประกอบอื่นๆที่เหลือยังคงได้เฟสเริ่มต้น2เฟสดังกล่าวอาจเป็นของแข็งและของเหลวที่ไม่สามารถผสมกันได้หรือของแข็งกับแก๊สก็ได้การสกัดในระบบของแข็ง ของเหลวมักเรียกว่า ลีชชิ่ง (leaching) ส่วนการสกัดแบบซุปเปอร์คริติคอล-ฟลูอิด(supercritical-fluid extraction) ซึ่งเป็นการสกัดด้วยของไหลที่อยู่ในสภาวะเหนือจุดวิกฤติ ก็เป็นการพัฒนาวิธีซึ่งเกี่ยวข้องกับของแข็งและแก๊สที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ (รุ่งนภา, 2541)

2. การแยกทางกล แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ การตกตะกอน (sedimentation) การแยกโดยการหมุนเหวี่ยง (centrifugal separation) การกรอง (filtration) และการร่อน (sieving)

2.1 การตกตะกอน การที่ของเหลวและของแข็งหรือของเหลว 2 ชนิดที่ไม่สามารถละลายเข้าด้วยกัน (immiscible liquid) หรือถูกแยกออกจากกันโดยปล่อยให้ถึงสมดุลภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

2.2 การแยกโดยการหมุนเหวี่ยง ลักษณะการแยกคล้ายกับการตกตะกอนแต่เนื่องจากการตกตะกอนเป็นกระบวนการที่ช้า ดังนั้นจึงเร่งโดยใช้แรงหมุนเหวี่ยงเพื่อเพิ่มอัตราการตกตะกอนหรือการแยกเรียกว่าการแยกโดยการหมุนเหวี่ยง

2.3 การกรอง เป็นการแยกของแข็งออกจากของเหลวโดยให้สารผสมไหลผ่านรูเปิดต่างๆที่เล็กละเอียดมากพอที่จะกักอนุภาคของ ของแข็ง แต่รูเปิดเหล่านี้ใหญ่พอที่ของเหลวจะผ่านไปได้

2.4 การร่อน เป็นการแยกอนุภาคของแข็งต่างๆออกเป็นช่วงของขนาด โดยการใช้ตะกรงร่อน

ขนาดต่างๆ ซึ่งจะกักอนุภาคที่ใหญ่กว่ารูตะแกรงไว้ และยอมให้อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าช่องเปิดของตะแกรงผ่านได้ (รุ่งนภา, 2541)

3. การทำน้ำผลไม้ใส ความใส เป็นลักษณะที่ต้องการในเครื่องดื่มบางชนิด โดยเฉพาะเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์นิยมบริโภคในลักษณะใส "Sparkling" ซึ่งทำได้หลายวิธี คือ

3.1 การกรอง โดยใช้ถุงกรองซึ้งเป็นวิธีการที่ง่ายแต่ได้ผลไม่ดีนัก อาจใช้ร่วมกับสารช่วยกรอง (filter aid) ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ไม่ทำให้น้ำผลไม้เปลี่ยนแปลงและกักสารที่ทำให้ขุ่นไว้ได้ นอกจากนี้อาจใช้เครื่องกรองชนิดต่างๆ เช่น pulp filter และ filter press

3.2 การทิ้งให้น้ำผลไม้ตกตะกอน จะได้ส่วนน้ำผลไม้ใสในตอนบนแยกออกมาโดยไม่ต้องผ่านการกรอง

3.3 การใช้สารเคมีช่วยตกตะกอน (finning agent) มีคุณสมบัติจับสารที่ทำให้เกิดลักษณะขุ่นเอาไว้ได้เช่น ไข่ขาว เคซีน ดินเหนียวและเบนโตไนต์

3.4 การใช้เอนไซม์ การเติมเอนไซม์ ที่ย่อยเพกทินซึ่งเป็นสารไม่ละลายน้ำ โมเลกุลใหญ่และแขวนลอยได้สลายออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ ที่ละลายน้ำได้ ทำให้ลักษณะขุ่นหายไปการทำให้น้ำผลไม้เข้มข้น (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2546)

4. การทำให้เข้มข้น เนื่องจากเครื่องดื่มที่สามารถบริโภคได้ทันที ยังมีความไม่สะดวกต่อการเก็บรักษาและขนส่ง ดังนั้นจึงมีการผลิตเครื่องดื่มเข้มข้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว น้ำผลไม้เข้มข้นทั่วไป นิยมทำให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 4 เท่า คือต้องเติมน้ำ 3 ส่วนลงในเครื่องดื่ม 1 ส่วนก่อนบริโภค ปัจจุบันเครื่องมือที่ช่วยในการระเหยน้ำออกจากเครื่องดื่มสามารถทำให้เข้มข้นได้ ประมาณ 55–65 บริกซ์ แต่ในทางปฏิบัติต้องการความเข้มข้นเพียง 42 บริกซ์ ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาสม ไม่มีความหนืดมาก สะดวกในการปฏิบัติ(ศรีศักดิ์, 2541)

กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อให้ได้น้ำผลไม้ประกอบด้วยการล้าง การคัดขนาด การปอกเปลือก และการสกัด ขั้นตอนการทำให้เข้มข้น (concentration) ใช้กระบวนการระเหยน้ำโดยใช้เครื่องระเหยประเภทต่างๆ หรือวิธีแยกน้ำออกแบบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น falling film evaporator, multiple effect evaporator, vacuum evaporator หรืออาจใช้วิธีแยกน้ำโดยไม่ใช้ความร้อน เช่น freeze concentration, membrane filtration ขั้นตอนการบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้หลังการทำน้ำผลไม้ให้เข้มข้นแล้ว ยังไม่สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน เนื่องจากยังมีจุลินทรีย์บางชนิดหลงเหลืออยู่ โดยเฉพาะยีสต์ที่ชอบน้ำตาล (osmophilic yeast) จึงต้องใช้เทคนิคการถนอมอาหารวิธีอื่นร่วมด้วย ได้แก่ การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) มักใช้วิธี in-line pasteurization แล้วนำไปบรรจุ ซึ่งมักใช้การบรรจุแบบปลอดเชื้อ (aseptic packaging system) เช่น บรรจุภัณฑ์แบบ bag in box ใช้กับการบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้นปริมาณมาก การแช่เยือกแข็ง (freezing) โดยบรรจุในกระป๋อง นิยมใช้เป็นกระป๋องกระดาษ ปิดฝา แล้วจึงนำไปแช่เยือกแข็งทั้งกระป๋อง การบริโภคเมื่อต้องการบริโภค จะนำมาเติมน้ำในปริมาณที่เหมาะสม การทำให้เข้มข้นสามารถทำได้หลายวิธีแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (Woodroof, 1986) คือ

4.1 การทำให้เข้มข้น โดยการแช่เยือกแข็งและเครื่องเหวี่ยง วิธีนี้จะใช้อุณหภูมิต่ำทำให้น้ำบางส่วนในน้ำผลไม้กลายเป็นน้ำแข็ง แล้วแยกออกไป ข้อดีของการทำให้เข้มข้นโดยการแช่แข็ง คือ สามารถรักษากลิ่น

ผลไม้ได้มากกว่าวิธีอื่น และไม่ทำให้สารที่ไม่ทนต่อความร้อนสูญเสีย ส่วนข้อเสียถ้าทำให้เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็วของแข็งที่เป็นส่วนของผลไม้บางส่วนจะติดไปกับน้ำแข็งและเสียหายไปเมื่อแยกน้ำแข็งออก จึงทำให้สีและกลิ่นของผลไม้เจือจางลง แม้ว่าวิธีการนี้จะได้ผลไม้เข้มข้นที่มีรสชาติใกล้เคียงกับน้ำผลไม้สดมากที่สุดหลังเจือจากแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี อื่นๆแต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมนักเพราะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และทำให้เข้มข้นได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้นขึ้นกับ eutectic temperature ของน้ำผลไม้ คือ อุณหภูมิที่น้ำตาลและสารอื่นจะแยกตัวออกมาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งน้ำแข็งก็จะแยกตัวออกมาเมื่ออุณหภูมิใกล้ถึงจุด eutectic นอกจากนี้สำหรับน้ำผลไม้ที่ขุ่นไม่นิยมใช้วิธีแช่แข็งทำให้เข้มข้นเพราะสารให้ความขุ่นจะแยกออกจากน้ำผลไม้พร้อมกับน้ำแข็ง (ศรีศักดิ์, 2541)

4.2 การทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศ เป็นการระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ ทำให้อุณหภูมิที่ใช้ระเหยน้ำต่ำกว่าการใช้บรรยากาศปกติ จึงไม่ทำให้คุณภาพน้ำผลไม้เสียไปเนื่องจากความร้อน วิธีนี้ช่วยป้องกันการเกิดสีน้ำตาลรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงรสชาติและสี เพราะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนน้อยมาก ปกติจุดเดือดของน้ำจะต่ำลงภายใต้สุญญากาศมากกว่า 28 นิ้วปรอท เช่น ที่ภายใต้สุญญากาศ 29 นิ้วปรอทน้ำจะเดือดที่ 75^{0}ฟ เครื่องมือที่ใช้ระเหยน้ำเป็นหม้อต้มที่มีฝาปิดสนิทและมีส่วนที่ต่อกับปั๊มสุญญากาศดูดเอาอากาศออกไปทำให้น้ำระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าสภาพปกติ (ศรีศักดิ์, 2541)

4.3 การระเหยโดยใช้อุณหภูมิสูงและเวลาสั้น การระเหย หมายถึงการที่โมเลกุลของของเหลวบริเวณผิวหน้าหลุดออกไปเป็นแก๊ส เนื่องจากการเคลื่อนที่และเกิดการชนกันของโมเลกุล มีแลกเปลี่ยนพลังงานซึ่งกันและกัน ทำให้แต่ละโมเลกุลของของเหลวมีพลังงานจลน์แตกต่างไปจากพลังงานจลน์เฉลี่ย โมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูง ก็จะเอาชนะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล และจะหลุดออกไปจากผิวหน้าของของเหลว และกลายเป็นแก๊ส การทำระเหย (evaporation) ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นการแปรรูปอาหาร เป็นวิธีหนึ่งของการทำให้เข้มข้นโดยการระเหยเอาน้ำออกจากอาหารเหลว เช่น น้ำนม น้ำผลไม้ ซุป เพื่อทำให้อาหารเหลวเข้มข้นขึ้น แต่อาหารนั้นยังมีสถานะเป็นของเหลวอยู่ เป็นการถนอมอาหาร (food preservation) โดยมักเรียกว่า การทำให้เข้มข้น (concentration) วิธีหนึ่ง อุปกรณ์ที่ใช้เรียกว่า เครื่องระเหย (evaporator) ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการแปรรูปด้วยการระเหย เช่น น้ำผลไม้เข้มข้น นมข้นหวาน นมข้นไม่หวาน นมผง น้ำตาล วัตถุประสงค์ของการระเหย เพื่อการถนอมอาหาร (food preservation) ทำให้อาหารมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อาหารมีค่า water activity ลดลง ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของอาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) หลายชนิดเพื่อลดน้ำหนักและปริมาตรของอาหารเหลว เพื่อประหยัดพลังงานและการขนส่งและเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค เพื่อเอาน้ำบางส่วนออกไป ก่อนที่จะนำไปสู่การแปรรูปอาหารด้วยกระบวนการอื่นต่อไปเช่นการทำแห้ง(dehydration) การแช่เยือกแข็ง (freezing) การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) เช่น การผลิตนมผง น้ำตาล หรือกาแฟผงสำเร็จรูป (instant coffee) ต้องมีการระเหยเอาน้ำออกไปบางส่วนก่อนการทำแห้ง (ศรีศักดิ์, 2541)

ผลของการระเหยต่อคุณภาพอาหาร การระเหยโมเลกุลของของเหลวให้หลุดออกจากผิวหน้าของของเหลว ณ.อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือด (boiling point) ของสารนั้น เช่น น้ำระเหยกลายเป็นไอ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส การระเหยเอาน้ำออกมีผลกระทบทำให้อาหารมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป โดยเฉพาะการระเหยที่

อุณหภูมิสูง เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ทั้งแบบ Maillard reaction และ caramellization ทำให้อาหารมีสีเข้มขึ้น ทำให้สูญเสียสารให้กลิ่นบางชนิดที่ระเหยได้ง่ายออกไป คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารจะลดลง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระเหยได้แก่อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงของเหลวจะระเหยได้มาก ชนิดของของเหลว ของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากจะระเหยได้ยาก จึงระเหยได้น้อย พื้นที่ผิวของของเหลว ของเหลวที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจะระเหยได้มาก ความดันบรรยากาศ ที่ความดันบรรยากาศต่ำ ของเหลวจะระเหยได้ง่าย จึงระเหยได้มากกว่าที่ความดันอากาศสูง การถ่ายเทอากาศเหนือของเหลว อากาศเหนือของเหลวมีการถ่ายเทตลอดเวลา เพื่อป้องกันการอิ่มตัวของไอ การคนหรือกวน เมื่อมีการคนหรือกวนของเหลว ของเหลวนั้นก็จะระเหยได้เร็วขึ้น (วิไล, 2543)

Vacuum evaporator เป็น เครื่องระเหย (evaporator) ที่ทำงานในสภาวะสุญญากาศ (vacuum) หรือที่ความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ซึ่งน้ำระเหยที่อุณหภูมิต่ำลง ทำให้คุณภาพอาหารดีขึ้นกว่าการระเหยที่ความดันบรรยากาศปกติ การนำเครื่องระเหยมาต่อกันเป็นชุด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน โดยไอ (vapor) ที่ระเหยจากเครื่องระเหยเครื่องแรก จะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งให้ความร้อนในเครื่องทำระเหยเครื่องต่อไป (วิไล, 2543)

การทำน้ำผลไม้เข้มข้นโดยวิธีต่างๆ กลิ่นรสส่วนหนึ่งจะหายไปในระหว่างการระเหยน้ำจึงจำเป็นต้องมีการแต่งเติมกลิ่นรสของผลไม้ลงไปด้วย ซึ่งกลิ่นรสนี้อาจได้จากการเติมในรูปน้ำมันหอมระเหย (essential oil) หรือกลิ่นรสที่ระเหยออกมาระหว่างการทำเข้มข้น แล้วกลั่นมาเก็บไว้หรือเติมน้ำผลไม้สด (cut back) ลงไป (ศรีศักดิ์, 2541)

ชิดชัยและคณะ (2546) พบว่า ในการผลิตไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองที่สุดเกินรับประทานสดโดยนำเนื้อกล้วยที่สุกมาหมักใส่เอนไซม์เพคทิโนไลติก (pectinolytic) ความเข้มข้น 0.01% เพื่อย่อยและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จะได้น้ำกล้วยที่ใส และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำกล้วยหอม ได้แก่ เอนไซม์เพคติเนส เอนไซม์เซลลูเลส อุณหภูมิ และเวลาในการบ่ม พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอม คือการใช้เอนไซม์เพคติเนส 0.06% เอนไซม์เซลลูเลส 0.13% ของเนื้อกล้วยบด (ปริมาตร/น้ำหนัก) บ่มที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 150 นาที แล้วทำให้น้ำกล้วยเข้มข้นโดยวิธีระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60°ซ. ไซรับกล้วยหอมที่พัฒนาได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองใส มีความหวานไม่ต่ำ 70 บริกซ์ (หน่วยวัดความเข้มข้นของน้ำตาล) มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.67 ความเป็นกรด-ด่าง 5.05 ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 72 บริกซ์ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน กรด (กรดมาลิก) และแทนนิน 24.01,5029,1.99,0.69 และ 0.08% (นน.สด) ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส ซูโครสและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ 24.70, 20.06,12.60 และ 2.25 % (นน.สด) ตามลำดับ และพลังงาน 270 Kcal/100 g นน.สด ส่วนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรามีค่าน้อยกว่า 25 และ 10 CFU/g ตามลำดับ

ศิริ (2552) รายงานว่า ในน้ำกล้วยที่บ่มจนสุกได้ที่แล้วมาทำการปอกเปลือก แล้วล้างทำความสะอาด จากนั้นก็แค่นำออกไปตากแดด หลังจากตากไว้ 1 แดด โดยกล้วยที่ตากแดดครั้งแรกจะได้น้ำกล้วยที่มีความใส มีสีที่สวย ไม่เป็นสีคล้ำ หลังจากนั้นก็เก็บกล้วยเข้าไว้ในเครื่องหรือภาชนะที่มีถาดรอง เพื่อให้น้ำกล้วยหยดบนถาดรองที่เตรียมไว้ ปล่อยทิ้งให้น้ำกล้วยหยด 1 คืน ก็จะได้น้ำกล้วย 100 % ซึ่งน้ำกล้วยที่ได้นี้จะมีความหวานเล็กน้อย ประมาณ 40-42 บริกซ์ ก็จะต้องมีการนำไปเพิ่มความหวานให้อยู่ที่ประมาณ 70 บริกซ์ โดยใช้ความ

ร้อนทำให้ไอน้ำระเหย ออกไป ทำให้ความหวานในน้ำกล้วยเพิ่มขึ้น ลำดับต่อไป นำน้ำกล้วยที่ได้ความหวานตามต้องการไปกรองแยกกากออก ก็จะได้น้ำกล้วยเข้มข้น 100 % ที่ปราศจากกาก โดยกล้วย 1,000 กิโลกรัม สามารถทำน้ำกล้วยเข้มข้นได้ประมาณ 30 กิโลกรัม

นภดลและคณะ (2546) รายงานว่าในการผลิตน้ำผลไม้จากกล้วยนั้น ยังมีการใช้เอนไซม์กลูโคอะมัยเลส และเอนไซม์เพคติเนสในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อย่อยเนื้อกล้วยให้เป็นน้ำผลไม้กล้วย และต้องปรับ pH ให้มีค่าประมาณ 4.5 ด้วยกรดแอสคอร์บิคโดยใช้สารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลคล้ำของน้ำผลไม้กล้วยแล้วจึงผ่านการกรองแบบอัลตร้า จะได้น้ำผลไม้กล้วยแบบใส มีความเข้มข้นประมาณ 15-26 บริกซ์ และขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วยที่ใช้ จากนั้นจึงนำน้ำผลไม้กล้วยแบบใสความเข้มข้นประมาณ 15-26 บริกซ์ ดังกล่าว ไปทำระเหยต่อโดยกระบวนการทำระเหยแบบสุญญากาศ จะได้ไซรัปกล้วยที่มีความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 70 บริกซ์ สีเหลืองน้ำตาล ลักษณะทั่วไปคล้ายน้ำผึ้ง แต่ยังคงรสชาติของความหวานอมเปรี้ยวของกล้วยไว้ ซ้ำยังมีคุณค่าทางโภชนาการในกระบวนการผลิตดังกล่าวจะได้ผลิตภัณฑ์พลอยได้ต่อเนื่อง คือ ไวน์กล้วย น้ำส้มสายชูหมัก ซอสพริกกล้วย และอาหารสัตว์จากกากกล้วย

ประภาศรี (2554) รายงานว่าการทำของเหลวให้เข้มข้นด้วยการแช่เยือกแข็งแบบกาวหน้า เป็นวิธีการใหม่ที่มีผลึกน้ำแข็งก้อนใหญ่เพียงก้อนเดียวเกิดขึ้นในระบบ จึงทำให้การแยกผลึกน้ำแข็งออกจากระบบง่ายขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตด้วยการ แปรความเร็วของใบพัดกวน 3 ระดับคือ 300, 600 และ 1000 รอบต่อนาที และอัตราเร็วในการเกิดผลึกน้ำแข็ง 3 ระดับคือ 0.6, 1.4 และ 2.0 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประเมินผลจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าสัมประสิทธิ์การแยกเฟส (K) และอัตราการเกิดสีน้ำตาล ผลการศึกษาพบวา ความเร็วของใบพัดกวน 600 รอบต่อนาที และ อัตราเร็วในการเกิดผลึกน้ำแข็ง 1.4 เซนติเมตรต่อชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำ สับปะรดเข้มข้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังการทำให้เข้มข้นสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การแยกเฟส (K) ต่ำ หรือมีการสูญเสียเนื้อสารไปกับผลึกน้ำแข็งที่แยกออกได้น้อยที่สุด และอัตราการเกิดสีน้ำตาลในน้ำสับปะรด เข้มข้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จะเห็นได้ว่ากระบวนการในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นประกอบด้วยหลายขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบน้ำผลไม้ การสกัดแยกน้ำผลไม้ การทำให้น้ำผลไม้ใส จนถึงขั้นตอนการระเหยเพื่อทำเป็นน้ำผลไม้เข้มข้น แต่ละขั้นตอนมีผลกระทบต่อคุณภาพทั้งทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นก็เช่นกัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดลองหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเพื่อให้ได้น้ำมังคุดเข้มข้นที่ดีและมีคุณภาพ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องในบทนี้เป็นเรื่องของวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย เพื่อใช้ในการการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยเทคนิคการระเหยภายใต้สุญญากาศ โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วัตถุดิบ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานแปรรูป และวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และวิธีการวิจัยทุกขั้นตอน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

- ผลมังคุดสุกจัดสีม่วงออกดำ

3.1.2 วัสดุงานครัวและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูป ได้แก่

- เครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง
- มีด
- กะละมังสแตนเลส
- เตาแก๊ส
- ถุงมือ
- ผ้าขาวบาง
- หม้อสแตนเลส
- เครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง (Centrifuge) ยี่ห้อ Heittich รุ่น Micro 22R
- เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ ยี่ห้อ Heidolph รุ่น Laborota 4010 digital

3.1.3 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

- เครื่องวัดค่าสี (Color meter) ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Refractometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ยี่ห้อ Schott Instruments รุ่น Lab 850
- เครื่องวัดค่า Water Activity ยี่ห้อ Decagon Devices รุ่น Aqua Lab Series 4TE
- เครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ Satoriusรุ่น M 150

3.1.4 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

3.1.5 ชุดวิเคราะห์ความชื้น และปริมาณของแข็งในอาหาร

3.1.6 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์วิตามินซีโดยการไตเตรชั่น (Titration method) (AOAC, 1995)

3.1.7 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสามสัมผัส

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ

นำมังคุดในระยะสุกจัดมาปอกเปลือก แยกเอาเฉพาะเนื้อมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ เช่นความชื้น ค่าสี วิตามินซี เยื่อใย เถ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด (acidity) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ตามมาตรฐานการวิเคราะห์ ของ A.O.A.C. และเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (น้ำหนักเนื้อ, เปลือก)

3.2.2 การเตรียมน้ำมังคุด

นำมังคุดระยะสุกมาแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดที่ 1 เป็นมังคุดผลสด และชุดการทดลองที่ 2 เป็นมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีมาปอกเปลือก แยกเอาเฉพาะเนื้อนำมังคุดในระยะสุกจัดมาปอกเปลือก แยกเอาเฉพาะเนื้อ แยกน้ำและเนื้อโดยการบีบคั้นโดยผ้าขาวบาง บันทึกผลผลิตที่ได้ และลักษณะทางกายภาพของน้ำมังคุดที่ได้

3.2.3 การทำให้น้ำมังคุดใส

นำน้ำมังคุดที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาแยกตะกอนออกเพื่อทำให้ใสโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง (Centrifuge) ยี่ห้อ Heittichรุ่น Micro 22R

3.2.4 การทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

วางแผนการทดลองการทำน้ำมังคุดให้เข้มข้นแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) โดยศึกษา 2 ปัจจัย (2X3) ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 การลวก 2 ระดับ คือ ผลมังคุดที่ไม่ลวก กับผลมังคุดที่ผ่านการลวก ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิในการระเหย 3 ระดับ คือ 50, 55 และ 60 องสาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศ จัดชุดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) ได้ชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำน้ำมังคุดจากทุกชุดการทดลองมาทำการระเหยโดยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศยี่ห้อ Heidolph รุ่น Laborota 4010 digital ตามสภาวะต่างๆตามแผนการทดลอง

ภาพที่ 3.1 การเตรียมน้ำมังคุด

ภาพที่ 3.2 การทำน้ำมังคุดให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำน้ำมังคุดเข้มข้น

ชุดการทดลองที่	น้ำมังคุด	อุณหภูมิระเหยภายใต้สุญญากาศ
1	คั้นสด	-
2	ผ่านการลวก	-
3	คั้นสด	55
4	คั้นสด	60
5	คั้นสด	65
6	ผ่านการลวก	55
7	ผ่านการลวก	60
8	ผ่านการลวก	65

3.2.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยวัดค่าต่างๆดังนี้

- ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี (Color meter) ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex
- ค่าบริกซ์ โดยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(Refractometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
- ค่า pH โดยเครื่องวัดความเป็นกรด–ด่าง ยี่ห้อ Schott Instruments รุ่น Lab 850
- ค่า a_w โดยเครื่องวัดค่าWater Activity ยี่ห้อ Decagon Devices รุ่น Aqua Lab Series 4TE
- ค่าความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ Satorius รุ่น M 150

- วิตามินซี โดยการไตเตรชั่น (Titration method) (AOAC, 1995)
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลใช้วิธีDuncan's New Multiple Rang Test

3.2.6 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนที่ 3.2.5 ทุกชุดการทดลองมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แบบ Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัส จำนวน 40 คน และนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองโดยวิธี DMRT

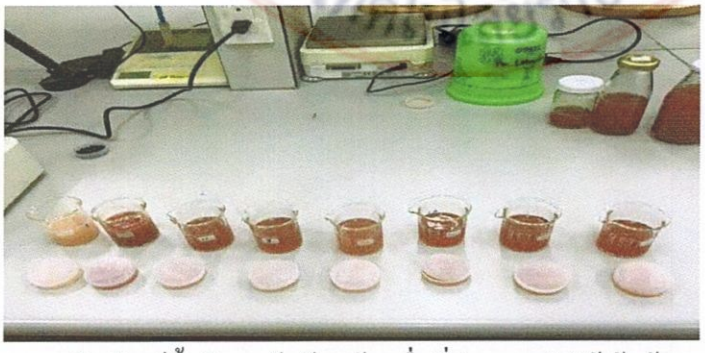
บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพของผลมังคุดสด

ลักษณะผลมังคุดที่นำมาผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพบว่าดัชนีแสดงระดับสีผิวอยู่ที่ระดับสีที่ 6 และ 7 คือมีลักษณะสีม่วงอมแดง สีม่วงเข้ม และสีม่วงดำ ตามลักษณะระดับสีผิวของมังคุด ซึ่งกำหนดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ลักษณะผลมังคุดดังกล่าวเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการรับประทานสดมากที่สุดและจะคงสภาพที่เหมาะสมต่อการรับประทานอยู่ได้ประมาณ 10 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าผลมังคุดในระยะดังกล่าวไม่พบยางในส่วนเปลือก สามารถแยกเนื้อกับเปลือกได้ง่ายมาก เมื่อนำมังคุดในระยะดังกล่าวมาทำการแยกเปลือกและเนื้อ หลังจากนั้นนำมาสกัดน้ำมังคุดและทำให้ใสต่อไป พบว่าเนื้อและน้ำมังคุดมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบต่างๆ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าสีของน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวก และปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดแต่ละขั้นตอนการผลิตเทียบกับผลมังคุดทั้งผล

		ผลมังคุดสด	ผลมังคุดที่ผ่านการลวก
ค่าสี	L*	59.38	37.53
	a*	10.82	24.56
	b*	14.73	22.62
ปริมาณเนื้อมังคุด(%)		27.00	26.80
ปริมาณเปลือกมังคุด(%)		73.00	73.20
น้ำมังคุดที่คั้นได้(%)		14.60	14.64
น้ำมังคุดผ่านการทำให้ใส(%)		13.62	13.55



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการทำให้เข้มข้นชุดการทดลองที่ 1-8

4.2 ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกันเทียบกับน้ำมังคุดที่ผ่านการทำให้ใส

ตารางที่ 4.2 ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกันเทียบกับน้ำมังคุดที่ผ่านการทำให้ใส

อุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยภายใต้สุญญากาศ	ปริมาณผลผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น(%)	
	ผลมังคุดสด	ผลมังคุดที่ผ่านการลวก
55^0 ซ.	72.92	70.61
60^0ซ.	74.02	76.33
65^0ซ.	73.94	74.42

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด คือน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลและใช้อุณหภูมิในการระเหยที่60 องศาเซลเซียสได้ 76.33% และปริมาณผลผลิตที่ได้น้อยที่สุด คือน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลและใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 55 องศาเซลเซียส ได้ 70.61%

4.3 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีของเนื้อและน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวก

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางเคมีของเนื้อและน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดและผลมังคุดที่ผ่านการลวก

	ผลมังคุดสด	ผลมังคุดที่ผ่านการลวก
ความชื้น (%)	83.35±0.74	80.0±0.89
วิตามินซี(มก./100ก.เนื้อมังคุด)	7.2±0.04	6.3±0.06
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.34	3.40
กรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก(%)	0.57±0.02	0.53±0.07
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(บริกซ์)	15.80±0.21	15.60±0.17
ปริมาณเถ้า(%)	0.21	0.24

4.4 ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีการสกัดน้ำ และผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้นโดยวิธีสุญญากาศในสภาวะต่างๆกัน

จากการนำน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีการสกัดน้ำ และผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้นโดยวิธีสุญญากาศในสภาวะต่างๆ มาวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางเคมีและกายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีการสกัดน้ำ และผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้นโดยวิธีสุญญากาศในสภาวะต่างๆกัน

ชุดการทดลองที่	ค่าสี			ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(บริกซ์)	a_w (25.0^0 ซ.)	วิตามินซี (มก./100ก.เนื้อมังคุด
	L*	a*	b*			
1	59.38	10.82	14.73	15.80	0.9616	7.2
2	37.53	24.56	22.62	15.60	0.9576	6.3
3	38.20	23.00	24.37	25.00	0.9533	6.2
4	39.13	26.11	29.25	25.00	0.9537	6.2
5	42.78	22.89	24.95	25.00	0.9512	6.0
6	35.14	30.87	35.13	25.00	0.9510	6.0
7	35.18	29.05	35.72	25.00	0.9428	6.0
8	33.88	30.49	33.29	25.00	0.9500	5.8

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่ 1: น้ำมังคุดคั้นสด
ชุดการทดลองที่ 2: น้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลที่ 80^0 ซ.นาน 2 นาที
ชุดการทดลองที่ 3: น้ำมังคุดสดที่ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 55^0 ซ.
ชุดการทดลองที่ 4: น้ำมังคุดสดที่ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 60^0 ซ.
ชุดการทดลองที่ 5: น้ำมังคุดสดที่ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 65^0 ซ.
ชุดการทดลองที่ 6: น้ำมังคุดที่ผ่านการลวกที่ 80 ซ. และระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 55^0 ซ.
ชุดการทดลองที่ 7: น้ำมังคุดที่ผ่านการลวกที่ 80^0 ซ. และระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 60^0 ซ.
ชุดการทดลองที่ 8: น้ำมังคุดที่ผ่านการลวกที่ 80 ซ. และระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 65^0 ซ.

จากตารางที่ 4.4 พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L* a* b*) ของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น โดยมีค่าความสว่าง (L*) จากชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (L*) 59.38 ถึงชุดการทดลองที่ 8 มีค่า(L*) 33.88 มีแนวโน้มลดน้อยลงตามลำดับ ส่วนค่าสีแดง (a*) ชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (a*) 10.82 ถึงชุดการทดลองที่ 8 มีค่า

(a*) 30.49 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับส่วนค่าสีเหลือง (b*) ชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (b*) 14.73 ถึงชุดการทดลองที่ 8 มีค่า (b*) 33.29 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) จากชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าองศาบริกซ์15.80 และ 15.60 โดยชุดการทดลองที่ 3 ถึงชุดการทดลองที่ 8 ที่ผ่านกระบวนการระเหยสุญญากาศจะมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ที่ 25 องศาบริกซ์

ค่าน้ำอิสระ (water activity) จากการวัดค่าน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นทุกชุดการทดลอง พบว่ามีค่าน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.95-0.96 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมาก

ค่าวิตามินซีพบว่าชุดการทดลองที่มีค่าวิตามินซีมากที่สุดคือชุดการทดลองที่ 1 มีค่าวิตามินซี 7.2 มก./100 กรัม และชุดการทดลองที่มีค่าวิตามินซีน้อยที่สุดคือชุดการทดลองที่ 8 มีค่าวิตามินซี 5.8 มก./100 กรัม ลดน้อยลงตามลำดับ

4.5 ผลการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น

ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นที่ใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันโดยให้ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางด้าน ลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ตามวิธี 9-Point Hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นทุกชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมดังตารางที่ 4.5

จากตารางที่ 4.5 ลักษณะทั่วไปพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุด 1 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือ 3 ที่ระดับคะแนน 8.10 และ 6.26

ด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือ 2 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือ 5 ที่ระดับคะแนน 7.67 และ 5.93

ด้านกลิ่น พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือ 2 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือ 3 ที่ระดับคะแนน 7.17 และ 5.40

ด้านรสชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือ 2 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือ 5 ที่ระดับคะแนน 7.77 และ 6.20

ความชอบรวม พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือ 2 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือ 3 ที่ระดับคะแนน 7.97 และ 6.53

4.6 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นเข้มข้นพร้อมดื่ม

จากการสังเกตผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มมีลักษณะทางกายภาพ ดังตารางที่ 4.6

จากตารางที่ 4.6 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นเข้มข้นพร้อมดื่มพบว่า ชุดการทดลองที่ 1-8 มีลักษณะปรากฏมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อยมีสีชมพูอ่อนๆถึงสีน้ำตาลแดงเข้มมีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆและรสชาติหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่มาก	สีชมพูอ่อนๆ	มีกลิ่นหอมของมังคุด	รสหวานอมเปรี้ยวของมังคุดเล็กน้อย
2	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่มาก	สีน้ำตาลแดงอ่อนๆ	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆผสมกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานอมเปรี้ยวของมังคุดเล็กน้อย
3	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีชมพูเข้มเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆ	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
4	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีชมพูเข้มเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆ	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
5	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีชมพูเข้มเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆ	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
6	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	มีกลิ่นหอมของมังคุดน้อยออกกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
7	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	มีกลิ่นหอมของมังคุดน้อยออกกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
8	มีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	มีกลิ่นหอมของมังคุดน้อยออกกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย

หมายเหตุ :ชุดการทดลองที่ 1-8 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 4.4

ภาพที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อม

4.6 ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดที่ได้หลังจากทำให้เข้มข้น

ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดที่ได้หลังจากทำให้เข้มข้นในแต่ละครั้งดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณผลผลิตของน้ำมังคุดที่ได้หลังจากทำให้เข้มข้นในแต่ละครั้ง

ปริมาณและลักษณะคุณภาพ	น้ำมังคุดสดระเหยสุญญากาศ		น้ำมังคุดที่ผ่านการลวกและระเหยภายใต้สุญญากาศ	
	น้ำหนัก (กรัม)	(%)	น้ำหนัก (กรัม)	(%)
น้ำหนักผลมังคุด	2000	100	2000	100
น้ำหนักเปลือกมังคุด	1460	73	1464	73.20
น้ำหนักเนื้อมังคุด	540	27	536	26.80
น้ำหนักน้ำมังคุดที่คั้น	292	14.60	292.92	14.64
น้ำหนักเมล็ดมังคุด	248	12.40	243.08	12.15
น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก	272.56	13.62	271.08	13.55
น้ำหนักเยื่อมังคุด	19.44	0.97	21.84	1.09
น้ำหนักระเหยสุญญากาศ	209.60	10.48	206.68	10.33
น้ำหนักที่หายไป	62.96	3.14	64.40	3.22

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผล

การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม พบว่าน้ำมังคุดสดและน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผล ระเหยภายใต้ 3 ระดับคือ อุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดในทุกด้านได้แก่ ลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมดังนี้ 8.10, 7.67, 7.17, 7.77 และ 7.97 ตามลำดับ คือ ชุดการทดลองที่ 2 น้ำมังคุดสดที่ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม ได้ดังนี้ ค่าสี (L*) 39.13 (a*) 26.11 และ (b*) 29.25 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่า 25 องศาบริกซ์ ค่าน้ำอิสระ(water activity) 0.95 ค่าวิตามินซี 6.2 มก./100 กรัม และลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย สีชมพูเข้มเล็กน้อยมีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆรสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ควรศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการลวกมังคุดทั้งผล

5.2.2 ควรศึกษาอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์และผลที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4 . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 528 หน้า.

ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และคณะ. 2547. การพัฒนาไซรัปจากกล้วยหอมโดยการใช้เอนไซม์ .ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ช่อลัดดา เที่ยงพุก. 2542. การผลิตน้ำมะม่วงเข้มข้นใสจากพันธุ์น้ำดอกไม้.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ. 143 หน้า.

ประภาศรี เทพรักษา .2554. การผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบก้าวหน้า วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่19 ฉบับที่1 ม.ค.- มี.ค. หน้า 38.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และคณะ. 2554. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารและวิจัย มจธ. หน้า 257-277.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. เครื่องดื่ม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิไล รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ. 401 หน้า.

ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล. 2541. กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นในเชิงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 167หน้า.

สุคันธรส ธาดากิตติสาร. 2550. การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก. ปริญญานิพนธ์ ปร.ด.(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภาภรณ์ ปิติพร. 2549. มังคุด อาหารของพระเจ้า ราชินีแห่งผลไม้ สมุนไพร...แห่งอนาคต.**หมอชาวบ้าน** เล่มที่ 323 มีนาคม 2549.

AOAC, 1995, Official method of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, verginia.

Woodroof, J.G. and B. S. Luh. 1986. Commercial Fruit Processing, 2nd edn. AVI Publ Co., Inc., Wesport, Connecticut. 678p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... วันที่..... ชุดที่.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียมไว้ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

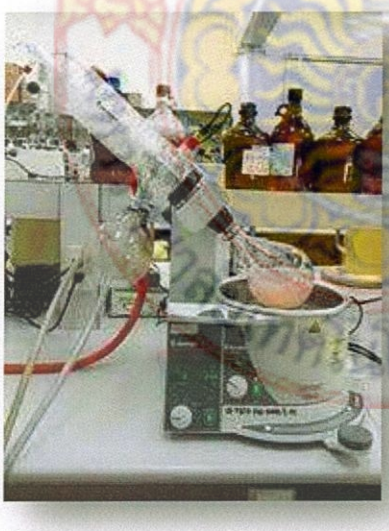
ลักษณะคุณภาพ	รหัส					
ลักษณะปรากฏทั่วไป						
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

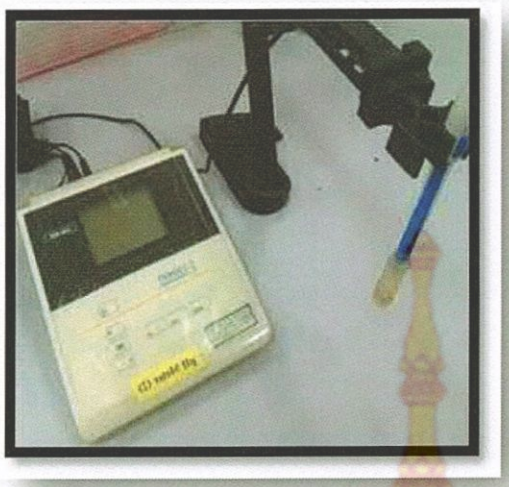
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก ข
วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการวิจัย

ภาพที่ 1 เครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง (Centrifuge)

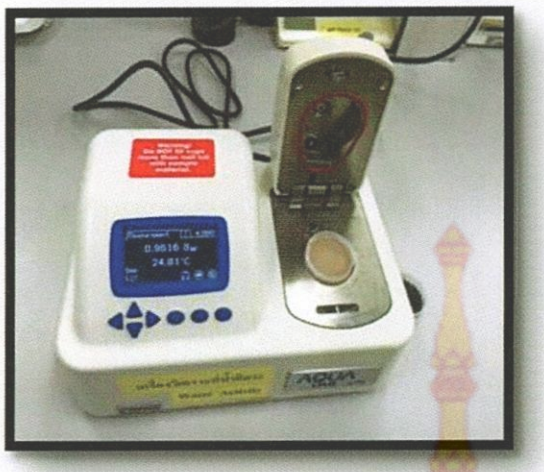


ภาพที่ 2 เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Vacuum evaporator)



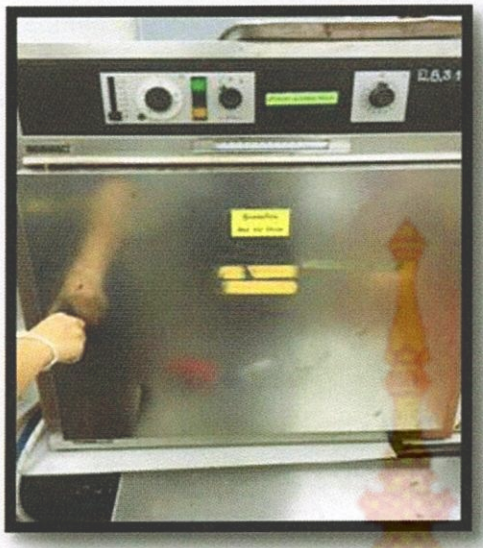
ภาพที่ 3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

ภาพที่ 4 เครื่องวัดค่าสี(Colorimeter)



ภาพที่ 5 เครื่องวัดค่า a_w (Water activity meter)

ภาพที่ 6 เครื่องวัดค่า Brix (ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) (Refractometer)



ภาพที่ 7 ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven)

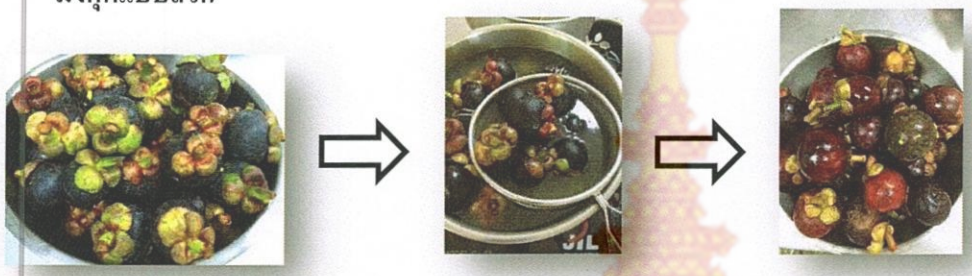
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น

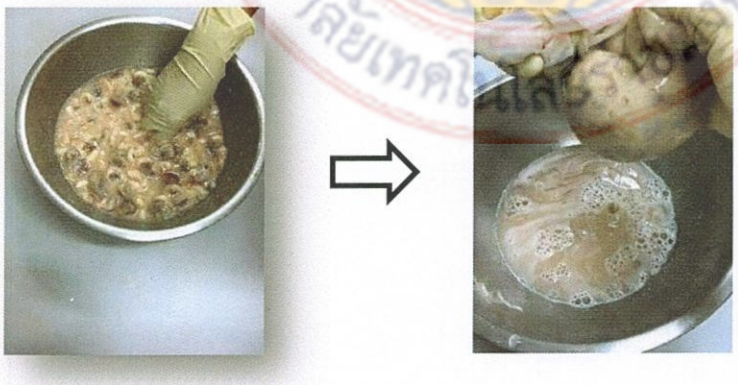
ขั้นตอนการเตรียมน้ำมังคุด

มังคุดแบบลวก

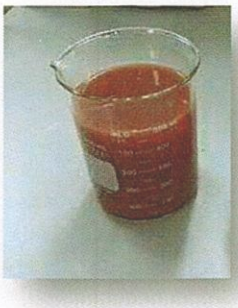


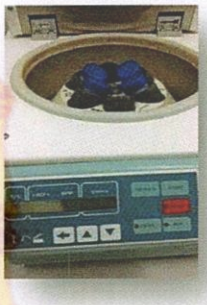
ขั้นตอนการลวกมังคุด

ขั้นตอนการปอกมังคุด

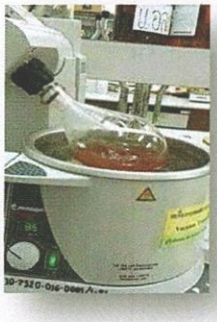


ขั้นตอนการคั้นน้ำมังคุด



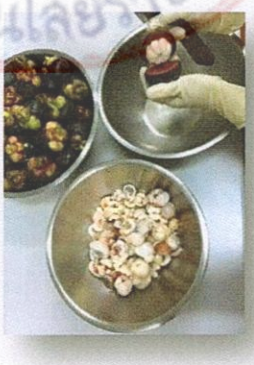


ขั้นตอนการหมุนเหวี่ยง

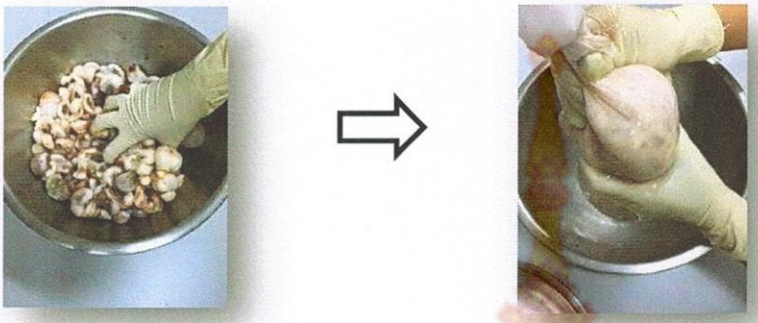


ขั้นตอนการระเหยแบบสุญญากาศ

แบบไม่ลวก

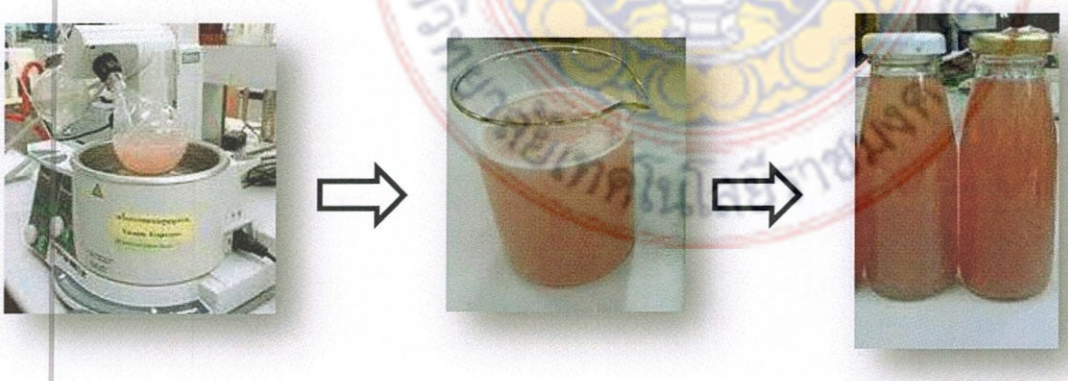


ขั้นตอนการปอกมังคุด



ขั้นตอนการคั้นน้ำมังคุด

ขั้นตอนการหมุนเหวี่ยง



ขั้นตอนการระเหยแบบสุญญากาศ

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ลักษณะทั่วไป

สูตร	N	Subset 1	2	3	4
3.00	30	6.2667			
1.00	30	6.7667	6.7667		
5.00	30	6.7667	6.7667		
6.00	30		7.2667	7.2667	
4.00	30			7.4000	
2.00	30				8.1000
Sig.		.072	.072	.611	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.024.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

สี

สูตร	N	Subset 1	2	3	4
5.00	30	5.9333			
3.00	30	6.2000	6.2000		
6.00	30		6.7000	6.7000	
4.00	30			6.9000	
1.00	30			7.0000	
2.00	30				7.6667
Sig.		.304	.055	.278	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.003.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

กลิ่น

สูตร	N	Subset			
		1	2	3	4
3.00	30	5.4000			
5.00	30	5.6000			
6.00	30	5.8667	5.8667		
4.00	30		6.2333	6.2333	
1.00	30			6.7000	6.7000
2.00	30				7.1667
Sig.		.088	.156	.071	.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .990.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

รสชาติ

สูตร	N	Subset		
		1	2	3
5.00	30	6.2000		
3.00	30	6.4333	6.4333	
1.00	30	6.5333	6.5333	
4.00	30	6.6000	6.6000	
6.00	30		6.8000	
2.00	30			7.7667
Sig.		.112	.146	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .781.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

ความชอบรวม

สูตร	N	Subset		
		1	2	3
3.00	30	6.5333		
5.00	30	6.7000		
1.00	30		7.1333	
6.00	30		7.1667	
4.00	30		7.3000	
2.00	30			7.9667
Sig.		.423	.453	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .645.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย