



การพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ (*Carissa carandas*)  
ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก

มธุรส รัตนวงศ์สนธิ

GRAD VRU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2562



DEVELOPMENT ON PROCESSING OF HALF-RIPENED AND FULLY-RIPENED  
KARANDA (*Carissa carandas*) FRUITS

MATHUROS RATTANAWONGSANIT

GRAD VRU

A THESIS SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN SCIENCE EDUCATION  
GRADUATE SCHOOL  
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY  
UNDER THE ROYAL PATRONAGE PATHUM THANI

2019



ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ( <i>Carissa carandas</i> ) ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก
ชื่อนักศึกษา	มธุรส รัตนวงศ์สนิท
รหัสประจำตัว	58B54670101
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปยุตยหนู นิลแสง
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพบางประการของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุกจากกากสด และน้ำคั้น 3) พัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาและน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวานให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และ 4) ถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ นำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก มาแยกกากสดและน้ำคั้นกากสดระยะผลกึ่งสุกนำไปพัฒนาเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยา น้ำคั้นระยะผลสุกนำไปพัฒนาเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ทำการทดสอบวัดค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหาร ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ค่าสี ค่าพลังงาน ค่าความชื้น ทดสอบทางประสาทสัมผัส และทดสอบทางจุลชีววิทยาอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผลการวิจัยพบว่า

1) ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นและกากสดของระยะแต่ละระยะมาเปรียบเทียบกัน พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุกพบค่าวิตามินซีสูงที่สุด (1,109.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนน้ำคั้นระยะผลสุก พบค่าแอนโทไซยานินสูงที่สุด (59.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ( $EC_{50} = 13$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาที่ได้จากกากสด พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของหยาระยะผลกึ่งสุกมากที่สุดในระดับขอบมาก ( $7.87 \pm 0.73$  คะแนน) ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นร้อยละ 0.10 วิตามินซีเท่ากับ 143.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และค่าพลังงาน 3.58 กิโลแคลอรีต่อกรัม การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อม



ด้มีระยะผลสุกมากที่สุดในระดับชอบมาก ( $7.97 \pm 0.56$  คะแนน) ผลผลิตที่มีค่าวิตามินซีเท่ากับ 7.85 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แอนโทไซยานินเท่ากับ 42.58 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ  $EC_{50}$  เท่ากับ 4.69 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าพลังงาน 2.47 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร จากนั้น นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มีระยะผลสุกไปพัฒนาเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มีสูตรหญ้าหวาน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มีสูตรหญ้าหวานที่อัตราส่วน 1 : 25 มากที่สุด ในระดับชอบปานกลาง ( $6.63 \pm 0.99$  คะแนน) พบค่าวิตามินซีเท่ากับ 9.57 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานินเท่ากับ 37.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ  $EC_{50}$  เท่ากับ 5.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าพลังงาน 1.90 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร

3) การทดสอบทางจุลชีววิทยาของมะม่วงหาวมะนาวโห่หี เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ผลผลิตที่ชุมชนผักและผลไม้หี มพช. 521/2558 โดยการเก็บรักษาผลิตภัณ์หีไม่ควรเกิน 1 เดือน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 - 15 องศาเซลเซียส จะพบค่าวิตามินซี และแอนโทไซยานินลดลงน้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 25 - 35 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยาของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มีสูตรหญ้าหวาน เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณ์ที่ชุมชนน้ำลูกหม่อน มพช. 851/2557

4) เมื่อนำมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมด้มีสูตรหญ้าหวาน ไปจัดอบรมปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง พบว่า หลังอบรมผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้สูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ ยังพบว่า ผลประเมินความพึงพอใจในการอบรมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.72$ , S.D. = 0.40)

**คำสำคัญ :** มะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลสุก การแปรรูป

Thesis Title	Development on Processing of Half-Ripened and Fully-Ripened Karanda ( <i>Carissa carandas</i> ) Fruits
Student	Mathuros Rattanawongsanit
Student ID	58B54670101
Degree	Master of Science
Field of Study	Science Education
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Poonyanuch Nilsang
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Dr.Sasamol Phasuk

### ABSTRACT

The objectives of this study were to 1) examine the phytochemical properties of the half-ripened and fully-ripened stages of karanda fruits, 2) develop products using half-ripened and fully-ripened karanda pulp and juice, 3) develop products using karanda spicy candy and drinks with recipes involving stevia which were based on community product standards, and 4) transfer the knowledge to communities by organizing workshops. The karanda fruit pulp was separated from its juice and was used for making karanda spicy candy and drinks with recipes involving stevia. The products were analysed for pH, total acidity, vitamin C, anthocyanin, anti-oxidants, color, energy, moisture, score of overall satisfaction, and a microbiology test to meet the community product standards.

The results revealed that:

1) There were significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in the amount of vitamin C, anthocyanin, and anti-oxidant activity in the pulp and juice of the different karanda ripeness stages. The highest vitamin C content (1,109.22 mg/ 100 g) was obtained from half-ripened karanda juice, whereas the highest anthocyanin levels (59.00 mg/L) and the highest anti-oxidant activity ( $EC_{50} = 13$  mg/ml) were obtained from fully-ripened karanda juice.

2) For the product development using karanda spicy candy, the highest score of overall acceptability was for half-ripened karanda spicy candy ( $7.87 \pm 0.73$  scores). The final product had a moisture content of 0.10%, and the vitamin C content and energy were found to be 143.21 mg/ 100 g and 3.58 kcal/g, respectively.

For the product development of karanda drinks, the highest score of overall acceptability was for a recipe using fully-ripened fruit ( $7.97 \pm 0.56$  scores). The final product had a vitamin C content  $7.85 \text{ mg/ } 100 \text{ g}$ , anthocyanin content of  $42.58 \text{ mg/L}$ , anti-oxidant, reported as an  $EC_{50}$  of DPPH scavenging radical activity, was  $4.69 \text{ mg/ml}$ , and energy per milliliter was  $2.47 \text{ kcal}$ . In addition, the fully-ripened karanda drink was developed using a stevia recipe with a ratio of 1 : 25. The highest score of overall acceptability from the panelists was for a karanda drink using a stevia recipe with a ratio of 1 : 25 ( $6.63 \pm 0.99$  scores). The final product was found to have a vitamin C content of  $9.57 \text{ mg/ } 100 \text{ g}$ , anthocyanin content of  $37.02 \text{ mg/L}$ , anti-oxidant, reported as an  $EC_{50}$  of DPPH scavenging radical activity, of  $5.47 \text{ mg/ml}$ , and energy was  $1.90 \text{ kcal/ml}$ .

3) The result of the microbiology test of a half-ripened karanda spicy candy met the community product standards for spicy candy #521/2558. The results also showed that the shelf-life of the spicy candy was not over 1 month. Moreover, storage temperature at  $6 - 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  was found to have less effect on the decreasing content of vitamin C and anthocyanin than for a higher room temperature ( $25 - 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). The microbiology test of the fully-ripened karanda drink and the fully-ripened karanda drink with a 1:25 stevia recipe met the community product standards for mulberry drink standards #851/2557.

4) The knowledge concerning the production of the finished product of karanda spicy candy and karanda drinks with the stevia recipe were transferred to the communities in Ban-it district, Muang, Angthong Province, It was given through workshop training. The knowledge of the trainees was found to have increased at the statistically significant level of 0.05. In addition, the satisfaction with this workshop training was found to be at the highest level. ( $\bar{x} = 4.72$  ,  $SD = 0.40$ ).

**Keywords:** *Carissa carandas*, fully-ripeness stage, processing

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ โดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปยุตยง นิลแสง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ฝาสุข ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำปรึกษาเสนอความคิดเห็น ชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านประธาน และคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์รองศาสตราจารย์ ดร.สิตา ทิศาดลิลิก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นณัฏฐ์ ถกถกดี และอาจารย์ ดร.วรางคณา จิตตขุม ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงษ์ แสง-ชูโต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรทวิ ธนสัมบัณณ์ และคุณครูศันสนีย์ เกียรติสถิตย์ ที่ตรวจเอกสารงานวิจัยและเอกสารประกอบการอบรมเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์อิสรา นามตาปี อาจารย์ประจำศูนย์ภาษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความช่วยเหลือตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้เป็นไปตามหลักการเขียนที่ถูกต้องของงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คุณครู นักเรียน ผู้ปกครองจากโรงเรียนอังกาบพิชัยวิทย์วิทยาเขต และชาวบ้านในจังหวัดอ่างทอง ที่เอื้อเฟื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยสนับสนุนและให้คำปรึกษา รับฟังปัญหาและช่วยเหลือแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ พร้อมสร้างขวัญและกำลังใจให้ลูกมีแรงก้าวเดินฟันฝ่าอุปสรรค

คุณูปการจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบคุณงามความดีทั้งหลาย เพื่อตอบแทนแต่บิดามารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่ให้ความเมตตา อบรม สั่งสอน และให้ความรู้เพื่อเป็นผลให้มีกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ มา ณ ที่นี้

มธุรส รัตนวงศ์สนธิ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	5
1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	5
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่.....	8
2.2 สารพฤษเคมีในมะม่วงหาวมะนาวโห่.....	9
2.3 การแปรรูปพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	13
2.3.1 ผลิตภัณฑ์ผลไม้หยี.....	13
2.3.2 น้ำผลไม้พร้อมดื่ม.....	16
2.4 หลัฮวาน.....	17
2.5 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลชีววิทยา.....	19
2.5.1 ค่า pH ด้วย pH meter.....	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 ค่าสภาพกรดในอาหาร ด้วยการไทเทรต.....	19
2.5.3 ค่าวิตามินซี ด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy.....	19
2.5.4 ค่าแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential.....	20
2.5.5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH.....	21
2.5.6 ค่าสี L* a* b*.....	21
2.5.7 ค่าความชื้น .....	22
2.5.8 ค่าพลังงาน.....	22
2.5.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.....	23
2.5.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....	23
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.6.1 งานวิจัยในประเทศ.....	24
2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี.....	33
3.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน และการเตรียมวัตถุดิบจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่.....	34
3.3 วิธีการทดลอง.....	35
3.3.1 วัตถุดิบ.....	35
3.3.2 การแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจกจากกากสด.....	36
3.3.3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น และ การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน.....	37
3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสาร และการทดสอบทางเคมีกายภาพ และจุลชีววิทยาจากผล มะม่วงหาวมะนาวโห่ และผลิตภัณฑ์.....	39
3.4.1 การหาค่า pH ด้วย pH meter.....	39
3.4.2 การหาค่าความเป็นกรดในอาหาร ด้วยการไทเทรต.....	40
3.4.3 การหาค่าวิตามินซี ด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy.....	41

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.4 การหาค่าแอนโทไซยานิน ในรูปของไซยานิดิน -3- กลูโคไซด์ วิธี pH differential.....	42
3.4.5 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วย 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity).....	43
3.4.6 การวัดสี.....	44
3.4.7 การวัดความชื้น .....	44
3.4.8 วัดค่าพลังงาน.....	44
3.4.9 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา.....	45
3.4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	48
3.4.11 การเก็บรักษา.....	48
3.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานสู่วิจัยชุมชน.....	49
3.5.1 วิธีการดำเนินการ.....	49
3.5.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลการอบรม.....	49
3.5.3 กิจกรรมที่ปฏิบัติในการอบรม.....	50
3.5.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	50
3.6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์.....	51
3.6.1 สถิติที่ใช้ในงานวิจัยคุณภาพทางเคมีกายของมะม่วงหาวมะนาวโห่.....	51
3.6.2 สถิติที่ใช้ในการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน.....	51
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
4.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่.....	54
4.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา.....	57
4.3 มะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม.....	63
4.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน.....	67
4.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน.....	72
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	74
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	74



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่.....	74
5.1.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หีย.....	74
5.1.3 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม.....	75
5.1.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน.....	75
5.1.5 ถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน.....	76
5.2 อภิปรายผล.....	76
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	78
5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	78
5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	78
บรรณานุกรม.....	79
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก ค่าการทดสอบทางเคมีกายภาพของกากสด และน้ำคั้นแต่ละระยะและ ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ.....	86
ภาคผนวก ข ค่าสถิติการทดสอบทางเคมีกายภาพของหียจากกากสดแต่ละระยะและ ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ.....	99
ภาคผนวก ค ตาราง MPN และค่าขีดจำกัดของความเชื่อมั่น (confidence limits หรือ confidence interval) ทางจุลชีววิทยา.....	117
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก และผลไม้หีย มผช. 521/2558.....	119
ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557.....	129
ภาคผนวก ฉ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการผลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วง หาวมะนาวโห่หีย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้า หวาน.....	139
ประวัติผู้วิจัย.....	171



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ต้นตำรับสูตรหยี ..... 14
2.2	ต้นตำรับสูตรน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ..... 16
3.1	มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี แบบปรับสูตร ..... 36
3.2	น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม..... 37
4.1	ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหารค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ..... 56
4.2	ผลการทดสอบค่าสีของกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่..... 57
4.3	ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหารค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีแต่ละระยะ..... 59
4.4	ผลการทดสอบค่าสีมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสดแต่ละระยะ..... 60
4.5	ผลการทดสอบค่าพลังงาน และค่าความชื้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสด แต่ละระยะ..... 60
4.6	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสดแต่ละระยะ 61
4.7	ผลการวิเคราะห์การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยี ระยะผลกิ่งสุกอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หยี มผช.521/2558..... 62
4.8	ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหารค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม..... 64
4.9	ผลการทดสอบค่าสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ..... 65
4.10	ผลการทดสอบประสาทสัมผัส และค่าพลังงานของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม... 65
4.11	ผลการวิเคราะห์การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พร้อมดื่มระยะผลสุกอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557..... 66
4.12	ผลการทดสอบประสาทสัมผัส ด้วย 9 point hedonic scaling test ของน้ำมะม่วง หาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน..... 68
4.13	ผลการทดสอบและการเปรียบเทียบ ค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหารค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม สูตรหญ้าหวาน..... 69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ผลการทดสอบค่าสี และค่าพลังงานของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตร หญ้าหวาน.....	69
4.15 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน (1 : 25) อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช.851/2557.....	70
4.16 ผลการทดสอบความรู้ก่อน - หลังการฝึกอบรมให้กับชุมชน ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง.....	72



GRAD VRU

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย .....	4
2.1	ต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง .....	8
2.2	มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง.....	9
2.3	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลดิบมีสีขาว ผลกึ่งสุก หรือผลท่อมมีสีแดงชมพูเข้ม จนถึงสีแดงเมื่อผลแก่ขึ้น และระยะผลแก่เต็มที่จะมีสีม่วงเข้ม หรือเปลี่ยนเป็นสีดำ.....	9
2.4	ผลิตภัณฑ์อัญชันหยี .....	15
2.5	ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม.....	17
2.6	ใบหูก้านหวานอบแห้งจากโครงการหลวง และใบหูก้านหวานแห้งปั่นหยาบ .....	18
2.7	CIE L-a-b scale และ L*-a*-b* chart ของ hunter lab ตามลำดับ.....	22
3.1	แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	32
3.2	มะม่วงหาวมะนาวโห่ เก็บจากพื้นที่ใน อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ในช่วงประมาณ เดือนพฤษภาคม .....	35
3.3	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ แบ่งตามระยะการสุก 2 ระยะคือ ผลกึ่งสุกและผลสุก.....	35
3.4	ใบหูก้านหวานอบแห้งจากมูลนิธิโครงการหลวง.....	38
3.5	ใบหูก้านหวานอบแห้ง และใบหูก้านหวานแห้งปั่นด้วย blender .....	38
4.1	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุกที่แกะส่วนเมล็ดออก.....	54
4.2	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุก แยกส่วนของกากสดและน้ำคั้น.....	55
4.3	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุก แยกส่วนของกากสดและน้ำคั้น.....	55
4.4	การทำมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสดระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก .....	58
4.5	การปั่นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสดระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก.....	58
4.6	มะม่วงหาวมะนาวโห่หยีจากกากสดระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุกที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว	58
4.7	แผนภูมิเปรียบเทียบ (A) ค่าวิตามินซี และ (B) ค่าแอนโทไซยานินของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีในระยะผลกึ่งสุกต่อการศึกษาระยะในการเก็บรักษาระยะเวลา 1 เดือน...	63
4.8	น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก (A) และระยะผลสุก (B) .....	63
4.9	น้ำเชื่อมสูตรตามท้องตลาด น้ำเชื่อมผสมหูก้านหวานสูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 .....	67

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดีมีระยะผลสุกที่ผสมน้ำเชื่อมสูตรตามท้องตลาด น้ำเชื่อมผสมหญ้าหวานสูตร 1 สูตร 2 และ สูตร 3 ตามลำดับ.....	67
4.11	แผนภูมิเปรียบเทียบค่าทางเคมีกายภาพของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่สูตรต่าง ๆ.....	71



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Carissa carandas* Linn. เป็นชื่อที่เพี้ยนมาจาก “มะม่วงไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่” บางแห่งเรียกว่า “มะจั่วไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่” เป็นผลไม้ที่อุดมด้วยธาตุเหล็ก และมีส่วนผสมของวิตามินซีอยู่มาก จากการสำรวจ พบว่าชาวบ้านในจังหวัดอ่างทอง สามารถเก็บเกี่ยวผลได้มากในช่วงเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่มีหนาม ชาวบ้านมักปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับมากกว่าพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ ชาวบ้านจึงนิยมปลูกริมรั้วเป็นเขตบ้าน ผลสีแดงจำนวนมากบนต้นกลับถูกปล่อยให้สุกคาต้น และร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในการแปรรูปของผลระยะต่าง ๆ

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีลักษณะเป็นรูปรี มีขนาดยาวประมาณ 0.5 - 1 นิ้ว ผลอ่อนมีสีขาวอมชมพู ผลกึ่งสุกหรือผลท่าจะมีสีแดง (half-ripened) ชมพูเข้มจนถึงสีแดงเมื่อผลแก่ขึ้น แต่พอผลแก่เต็มที่จะมีสีม่วงเข้มแล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ (fully-ripened) ข้างในผลมีเมล็ดลักษณะแบน มี 6 เมล็ด รสชาติของผลสุกจะออกหวานแต่ถ้ายังไม่สุกจะมีรสเปรี้ยว Sunil Kumar, et al. (2013) ได้ศึกษาผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในประเทศอินเดีย ยืนยันว่า เป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยสารที่เป็นประโยชน์มากมาย และสามารถสกัดทำยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ได้ด้วย สำหรับในประเทศไทย เกสรี กลิ่นสุคนธ์ และคนอื่น ๆ (2559) ได้ศึกษาผลของระยะการสุกต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และสารแอนโทไซยานินมากที่สุด วชิราภรณ์ ผิวล่อง และคนอื่น ๆ (2556) ได้กล่าวว่า พบปริมาณสาร ฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในทุกระยะการสุก ในขณะที่ผลดิบมีปริมาณของวิตามินซีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ สกฤตกานต์ สิมลา และคนอื่น ๆ (2556) ได้กล่าวว่า ผลสุกเป็นระยะที่มีสีเข้ม และมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และกิจกรรมของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยปริมาณสารฟลาโวนอยด์ชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อผลมีการสุกมากขึ้น ดังนั้น การเลือกนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปใช้ประโยชน์จึงควรพิจารณาที่ระยะการสุกของผลด้วย เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้อย่างสูงสุด

ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่สามารถรับประทานสด หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ไอศกรีมมะม่วงหาวมะนาวโห่ น้ำพริก แยม มะม่วงหาวมะนาวโห่ลอยแก้ว และไวน์ เป็นต้น น้ำจากผลรวมทั้งสารสกัดเมทานอลจากส่วนของผล ใบ และกิ่ง

ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) ได้ดีอีกด้วย โดยเฉพาะสารสกัดจากผลจะมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าส่วนอื่น (จินทนา กาญจนกุล, 2558) ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีการใช้เป็นอาหารซ่อมเสริมสำหรับผู้ขาดวิตามินซีในผู้ป่วยเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง (anaemia) ผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีแอนโทไซยานินมาก ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ทำให้เกิดสีม่วงแดง ผลที่สุกแล้วจะมีรสเปรี้ยวแต่เปรี้ยวน้อยกว่าผลสุกกึ่งดิบเหมาะสำหรับทำผักดอง เมื่อแห้ง มีเพคติน และบดเป็นผงจะเป็นส่วนผสมของอาหารที่ให้ความเป็นเยื่อใย สามารถเป็นส่วนของอาหารพวกเยลลี่ แยม น้ำเชื่อม และเครื่องปรุงเติมในอาหาร (Chutney) ให้ได้รสชาติ นพดล หงษ์สุวรรณ และคนอื่น ๆ (2558) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาของผลสดมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีศักยภาพที่สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือกเพิ่มเติม เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Muhammad Arif, et al. (2016) ที่ศึกษาน้ำคั้นจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่สามารถนำมาเป็นเครื่องดื่มที่ให้พลังงานทดแทนได้ และหากงานวิจัยนี้ สามารถใช้สารแทนความหวานทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ ก็จะเป็นประโยชน์ และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยที่ต้องการคุมระดับน้ำตาลในเลือดอีกด้วย

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อการศึกษากระบวนการแปรรูป ในรูปแบบหี จากกากสด และน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะเวลาผลกึ่งสุกและระยะผลสุก แล้วนำลงสู่ชุมชนเดิมที่ปลูก เพื่อส่งเสริมการต่อยอด และสร้างเสริมรายได้ระหว่างอาชีพหลักอีกทางหนึ่ง และยังเป็นแนวทางนวัตกรรมสำหรับการส่งเสริมการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในจังหวัดอ่างทองให้สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือก สร้างรายได้ และพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพบางประการของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะเวลาผลกึ่งสุกและระยะผลสุก

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูป ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะเวลาผลกึ่งสุกและระยะผลสุก ที่ทำจากกากสดและน้ำคั้น

1.2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปของมะม่วงหาวมะนาวโห่หีและน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

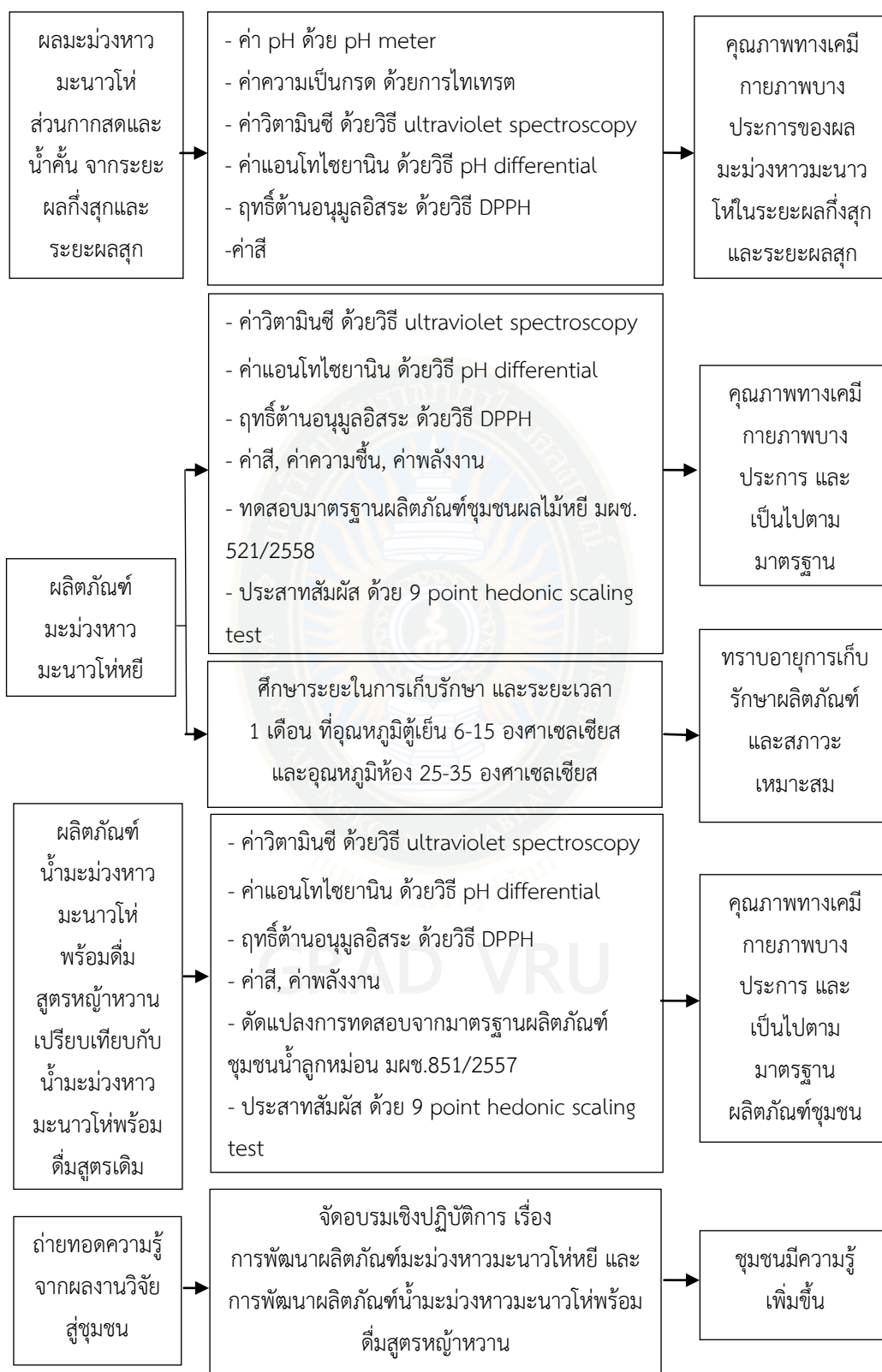
1.2.4 เพื่อถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน โดยได้มีจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม  
สูตรหญ้าหวาน

### 1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เพื่อให้ได้งานวิจัยที่เป็นไปตามแผน จึงมีการวางกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้





ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย



#### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก ที่ทำจากกากสดและน้ำคั้น เมื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยังคงอยู่

1.4.2 ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์จากการแปรรูป และผลการทดสอบทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ (*Carissa carandas* Linn.) หมายถึง ส่วนเปลือก และรวมถึงเนื้อของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 2 ระยะ ได้แก่ ผลกึ่งสุกหรือผลห่ามมีสีขาวปนชมพู (half-ripened) มีค่าสี  $L^* a^* b^*$  เฉลี่ยที่  $L^* 37.38 \pm 3.90$   $a^* 49.68 \pm 2.37$   $b^* 15.8 \pm 2.72$  และผลสุกมีสีม่วงดำ (fully-ripened) มีค่าสี  $L^* a^* b^*$  เฉลี่ยที่  $L^* 25.98 \pm 1.02$   $a^* 7.98 \pm 1.61$   $b^* 24.8 \pm 0.85$  ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เก็บมาจากตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

1.5.2 หน้้าหวาน (*Stevia rebaudiana*) หมายถึง ส่วนของใบแห้ง ที่ซื้อจากร้านมูลนิธิโครงการหลวง สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

1.5.3 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางจุลชีววิทยาของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก ที่ทำจากกากสดและน้ำคั้น

1.5.4 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และทางจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการแปรรูป

1.5.5 การถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยให้กับชุมชนจำนวน 30 คน โดยได้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการที่ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

#### 1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

มะม่วงหาวมะนาวโห่ จะมีผลผลิตมากในช่วงประมาณเดือน พฤษภาคม - สิงหาคม เท่านั้น

#### 1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพทางเคมีกายภาพ หมายถึง การทดสอบตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยวิธีการทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่า pH ค่าความเป็นกรดในอาหาร ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบตัวอย่างทางกายภาพด้วยวิธีการวัด ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าพลังงาน ค่าสี การทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.8.1 ส่งเสริมกระบวนการแปรรูปของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในระยะผลถึงสุกและระยะผลสุก
- 1.8.2 ได้แนวทางนวัตกรรมสำหรับแหล่งอาหารทางเลือก
- 1.8.3 สร้างรายได้ และพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่



## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลถึงสุก และระยะผลสุก ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการดำเนินการทางวิจัยตามลำดับดังนี้

- 2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่
- 2.2 สารพฤกษเคมีในมะม่วงหาวมะนาวโห่
- 2.3 การแปรรูปพัฒนาผลิตภัณฑ์
  - 2.3.1 การแปรรูปหยาบจากกากสด
  - 2.3.2 การแปรรูปน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น
- 2.4 หล้าหวาน
- 2.5 วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ และจุลชีววิทยา
  - 2.5.1 ค่า pH ด้วย pH meter
  - 2.5.2 ค่าสภาพกรดในอาหาร ด้วยการไทเทรต
  - 2.5.3 ค่าวิตามินซี ด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy
  - 2.5.4 ค่าแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential
  - 2.5.5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH
  - 2.5.6 ค่าสี Lightness score (L) Green-Red score (a) Blue-Yellow score (b)
  - 2.5.7 ค่าความชื้น
  - 2.5.8 ค่าพลังงาน
  - 2.5.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
  - 2.5.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่



ภาพที่ 2.1 ต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่หรือหนามแดง

ที่มา: สุพจน์ กาบแก้ว. (2562). **อนุรักษ์พันธุ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ผลไม้ในนิทาน สรรพคุณทางยา รักษาโรคได้สารพัด.** สืบค้นจาก

<http://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG190623073348366>.

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือต้นหนามแดง อยู่ในตระกูล Apocynaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* ชื่อสามัญเรียกว่า Karanda, Carunda หรือ Christ's thorn ชื่อพื้นเมืองอื่น ๆ ได้แก่ มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง) มะนาวโห่ (ภาคใต้) หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) และหนามแดง (กรุงเทพฯ) เป็นต้น มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้โบราณพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ตลอดทั้งปี แต่จะให้ผลผลิตมากในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม เป็นไม้พุ่มสูงประมาณ 2 - 3 เมตร เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเข้ม ลำต้นมีหนามแหลม ยางมีสีขาว ใบเป็นใบเดี่ยวรูปรีเกือบกลม ปลายใบเว้าเล็กน้อย โคนใบมนเว้าเข้าหาก้านใบ หลังใบ และท้องใบเรียบ ใบอ่อนมีสีแดง ก้านใบสั้น ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบใกล้ปลายยอด ผลเป็นรูปทรงกลมรี ผิวเรียบ ผลอ่อนมีสีขาวถึงชมพูอ่อน ผลแก่เป็นสีชมพูจนเป็นสีแดงเข้มเกือบดำ ลักษณะผลหนามแดงเป็นผลเดี่ยวออกรวมกันเป็นช่อ เมล็ดแบน มี 6 เมล็ด พบสารประเภทวิตามินซี แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี พบว่า สารสกัดของมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้อะซิโตนมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Aspergillus niger* และ *Candida albicans* (Agarwal, et al., 2012) ผลสุกรับประทานได้ และทำ

ผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่าง ๆ เช่น มะม่วงหาวมะนาวโห่สามรส แอ้ม ลอยแก้ว น้ำพริกเผา น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ผลิตไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ทำจากใบ หรือดอกมะม่วงหาวมะนาวโห่ และยังทำเป็นน้ำหมักชีวภาพอีกด้วย



ภาพที่ 2.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หรือหนามแดง

ที่มา: ดาว ไดอารี่ (2557). ต้นหนามแดง. สืบค้นจาก <http://daodiary.com/tag/ต้นหนามแดง/>.



ภาพที่ 2.3 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลดิบมีสีขาว ผลกึ่งสุก หรือผลห่ามมีสีแดงชมพู

เข้มจนถึงสีแดงเมื่อผลแก่ขึ้น และระยะผลสุกแก่เต็มที่จะมีสีม่วงเข้ม หรือเปลี่ยนเป็นสีดำ

## 2.2 สารพฤกษเคมีในมะม่วงหาวมะนาวโห่

สารพฤกษเคมีที่มีผลต่อร่างกายผู้บริโภคในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ประกอบด้วย ฤทธิ์อนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) เป็นสารพวกเอนไซม์ หรือสารอื่นที่สามารถชะลอ หรือป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในบางสภาวะที่มีปริมาณอนุมูลอิสระมากจนระบบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทำงานไม่ทันจะเกิดสภาวะที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงมาก (Oxidative stress) จะส่งผลกระทบต่อเซลล์ เช่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของดีเอ็นเอ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกิดการทำลายโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชัน



ซัลไฮไดรลฟ์ และเยื่อหุ้มเซลล์ ก่อเกิดผลเสียต่อเซลล์ และการทำลายเซลล์ทำให้เกิดความแก่ และรุนแรงไปถึงการเกิดเป็นโรค ในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์ และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์ และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำ และสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบตามธรรมชาติ พบได้ทั้งในจุลชีพ สัตว์ และพืช ซึ่งมีทั้งที่เป็นวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน และสารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (Non-nutrient) ซึ่งจะมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มพอลิฟีนอล เช่น แชนโธน และ ฟลาโวนอยด์ ซึ่งประกอบด้วย หมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (Aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไปหาค่า Anti-oxidant ด้วย 2, 2 - Diphenyl - 1 - picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity) วิธีวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำได้โดยวิธี DPPH ประยุกต์จากวิธีของ ปิลันธสุทธิ สุวรรณเลิศ (2555) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติ ได้แก่ วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระในเซลล์ และอวัยวะที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก วิตามินซีมีหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่ที่แตกตัวให้ไฮโดรเจน ได้ปฏิกิริยาโดยรวม คือ การให้อิเล็กตรอน 1 ตัว ร่วมกับอะตอมไฮโดรเจนเป็นการกำจัดหรือสลายอนุมูลอิสระ คือ R· ให้เป็น RH จากการกำจัดนี้ จะได้อนุมูลอิสระตัวใหม่ที่มีความไวต่ำ คุณสมบัติของวิตามินซีที่น่าสนใจ และกล่าวถึงกันมาก คือ ช่วยป้องกันมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งหลอดอาหาร และกระเพาะอาหาร ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต่อหวัด หรือการติดเชื้อ เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดขาวต้องการวิตามินซี ช่วยทำให้การทำงานของสมบรูณ์ขึ้น มีฤทธิ์ต่อต้าน และยับยั้งการเจริญของเชื้อโรค ปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการต่อวัน (Recommended Daily Allowance [RDA]) (Vanderslice & Higgs, 1991) โดยเฉลี่ย คือ วิตามินซีวันละ 60 มิลลิกรัม (แต่ในคนที่สูบบุหรี่ จะต้องการ 200 มิลลิกรัมต่อวัน) อย่างไรก็ตาม เพื่อประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสุขภาพควรจะต้องรับประทานอย่างน้อย 100 - 200 มิลลิกรัมต่อวัน คนที่มีความเครียดควรรับประทานวันละ 500 มิลลิกรัมต่อวัน แต่หากต้องการผลในด้านการป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็ง ความชรา ควรจะรับประทาน 250 - 1,000 มิลลิกรัม หากได้รับวิตามินซีปริมาณน้อยกว่าที่ร่างกายควรจะได้รับ จะเกิดอาการลึกลับปิดกั้นเปิด ซึ่งจะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดตามข้อต่อของร่างกาย เลือดออกตามไรฟัน เจ็บกระดุก ข้อเส้นเลือดในร่างกายอ่อนแอ และทำให้บาดแผลที่เกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายหายช้ากว่าปกติ

เป็นโรคติดเชื้อได้ง่ายซึ่งจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น หากขาดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจากวิตามินซีทำหน้าที่ต่อต้านการอักเสบ และช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย อันตรายจากการได้รับวิตามินซีมากเกินไปก็มีผลต่อโรคเกาต์ เนื่องจาก วิตามินซีมีหน้าที่ในการช่วยเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กในร่างกาย การรับวิตามินซีในปริมาณมากจะทำให้เกิดปัญหาการสะสมธาตุเหล็กตามกระดูก ข้อต่าง ๆ มากขึ้น และอาจทำให้เกิดโรคเกาต์ได้ในที่สุด วิตามินซีมีผลต่อนิวไนโต เนื่องจากการได้รับวิตามินซีมากเกินไปอาจไปรบกวนการดูดซึมของทองแดง และซีลีเนียม ซึ่งส่งผลให้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดนิวไนโต หากได้รับวิตามินซีเกินวันละ 10,000 มิลลิกรัม อาจทำให้ท้องเสีย ท้องอืด ท้องเฟ้อได้จากรายงานการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (Vanderslice & Higgs, 1991) พบว่า ผักและผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินซี ได้แก่ ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว มีสี และผักใบเขียว (Vanderslice & Higgs, 1991; Tee, et al., 1998) ยกตัวอย่าง การรับประทานส้มโอ 100 กรัมหรือน้ำส้ม 1 แก้วต่อวัน เพียงพอต่อความต้องการสำหรับบุคคลทั่วไป สภาวะ เช่น เครียด เป็นโรคติดเชื้อ ได้รับการผ่าตัด สูบบุหรี่ จึงต้องการปริมาณวิตามินซีมากกว่าทั่วไป 2 - 3 เท่า ดังนั้น บุคคลเหล่านี้จึงต้องรับประทานพืชหรือผักในปริมาณมากกว่าคนทั่วไป หรืออีกทางเลือก คือ สามารถรับประทานวิตามินซีสังเคราะห์ในรูปแบบของยาเม็ดวิตามินที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อให้เพียงพอตามปริมาณที่ร่างกายต้องการ

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) จัดเป็นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติในพืชหลายชนิด ได้แก่ พืช ผัก และผลไม้ทั่วไป ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น โดยถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต มีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น Aromatic ring ที่มีจำนวน Hydroxyl group อย่างน้อย 1 หมู่ ในโมเลกุล สามารถละลายน้ำได้ สารประกอบฟีนอลิกในธรรมชาติ มีตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่ายในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่ ตัวอย่างเช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโพรพานอยด์ ฟลาโวนอยด์ กรดซินนามิก และไทโรซีน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกที่พบในพืชนั้นมีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ที่ซับซ้อน ได้แก่ ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกในพืชโดยทั่วไปแสดงคุณสมบัติเป็นกรด สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลอื่น ๆ ได้ ภายในเซลล์พบในรูปน้อยมาก ส่วนใหญ่มักพบรวมอยู่กับโมเลกุลอื่นหลายชนิด เช่น เชื่อมต่อกับมอนอแซ็กคาไรด์ หรือไดแซ็กคาไรด์ในรูปของสารประกอบ ไกลโคไซด์ โดยน้ำตาลที่พบมากที่สุดโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส และพบว่า อาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ แอลคาลอยด์ และ

เทอร์ฟีนอยด์ เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกสามารถทำปฏิกิริยากับพันธะเพปไทด์ของโปรตีน เช่น สารประเภทเอนไซม์ มักทำให้เอนไซม์เสียสภาพ สารประกอบฟีนอลิกจะไวต่อการเกิดออกซิเดชันโดยเอนไซม์ Phenolases สารประกอบฟีนอลิกมีประโยชน์ต่อสุขภาพ สารประกอบฟีนอลิกหลายตัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านการกลายพันธุ์ (Anti-mutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ และสามารถป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง ใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (Lipid oxidation) ได้ดีในธรรมชาติ ส่วนปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกจะพบแตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มสารพอลิฟีนอลิก เช่น แซนโทน (Xanthone) และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น สารชนิดนี้มีบทบาทสำคัญหลายประการ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิตได้ด้วย

แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ Anthos หมายถึงดอกไม้ และ Kyanos หมายถึง สีน้ำเงิน แอนโทไซยานิน เป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีโครงสร้างหลักเป็น  $C_6C_3C_6$  เป็นรงควัตถุที่ละลายอยู่ใน Sap vacuole ในเซลล์ของพืช เป็นส่วนหนึ่งที่เห็นได้ชัดที่สุดในเซลล์พืชที่มีอายุมากโครงสร้างจะมีเนื้อเยื่อหุ้ม และภายในมีของเหลวบรรจุอยู่) ซึ่งมีบทบาทต่อสีในดอกไม้ผลไม้ และใบไม้หลายชนิด โดยจะให้สีม่วงแดงไปจนถึงสีน้ำเงิน แอนโทไซยานิน สามารถละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายประเภท อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และอีเธอร์ เป็นต้น เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์ (2535) รายงานว่า ในการแยกสารประกอบจากกลีบดอกของดอกอัญชันซ้อน พบฟลาโวนอยด์ในกลีบดอกของดอกอัญชันที่มีสีแตกต่างกันด้วย ซึ่งวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้ UV, MS และ NMR spectroscopy ส่วนดอกอัญชันชนิดที่มีกลีบดอกสีขาวจะไม่มีแอนโทไซยานิน และมีการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยได้ผลสรุปทั่ว ๆ ไป คือ แอนโทไซยานิน จะถูกทำลายด้วยความร้อนระหว่างผ่านกระบวนการต่าง ๆ และการเก็บรักษา Emanuele, et al. (1985) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินในน้ำส้มที่เก็บรักษาในสถานะที่มีอุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการเสื่อมเสียเกิดเป็น 2 เท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส Fossen, et al. (1998) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานิน (Petunin และ cyanidin-3-glucoside) ที่ความเป็นกรด - ต่างอยู่ในช่วง 1 - 9 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 23 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 1, 2, 5, 8, 15 และ 60 วัน พบว่า ที่ความเป็นกรด - ต่างทุกระดับในสถานะที่มีอุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น



ทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ลดลงอย่างรวดเร็ว Cabrita, et al. (2000) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินในสารละลายบัฟเฟอร์ โดยมีความเป็นกรด - ต่างในช่วง 1.0 - 11.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 23 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ในทุกระดับความเป็นกรด - ต่าง เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์ (2535) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินที่อยู่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ความเป็นกรด - ต่างเท่ากับ 4.5 โดยเก็บรักษาในสภาวะที่มีอุณหภูมิ  $4 \pm 1$  และ  $30 \pm 1$  องศาเซลเซียสเป็นเวลา 63 วัน พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง Kirca, et al. (2005) ได้ศึกษาเรื่องความคงตัวของแอนโทไซยานินของ black carrot ในน้ำผลไม้ และเนคต้า พบว่า การสลายตัวของสารแอนโทไซยานินที่เป็นสีของน้ำผลไม้ และเนคต้าทุกชนิดเมื่อให้ความร้อนที่ 70 - 80 องศาเซลเซียส แอนโทไซยานินของสีใน black carrot ในเนคต้าลูกพีช และแอปเปิ้ลคอก จะมีความคงตัวสูง ส่วนในน้ำส้ม พบว่า แอนโทไซยานินของ black carrot มีความคงตัวน้อยทั้งในระหว่างการให้ความร้อน และการเก็บรักษาโดยในระหว่างการเก็บรักษานั้น การสลายตัวของแอนโทไซยานินที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในเนคต้าสับปะรด การเก็บรักษาโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ทุก ๆ ตัวอย่างมีความคงตัวเพิ่มขึ้น การหาค่าแอนโทไซยานินในรูปของไซยานิดิน - 3 - กลูโคไซด์ วิธี pH differential (จุฑามาส สื่อประสาร และคนอื่น ๆ, 2556)

### 2.3 การแปรรูปพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรสชาติเปรี้ยว เมื่อนำมาคั้นแยกกากสดและน้ำคั้น การนำกากสดไปแปรรูปในเชิงถนอมอาหารของผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวที่เหมาะสม คือ ประเภทหยี กวน แช่อิ่ม ส่วนน้ำคั้นนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ยังคงคุณค่าทางสารพฤกษเคมีได้มากกว่า เนื่องจากผ่านความร้อน และกรรมวิธีต่าง ๆ ใช้เวลาสั้น ดังนั้น งานวิจัยจึงเลือกการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ดังนี้

#### 2.3.1 ผลิตภัณฑ์ผลไม้หยี

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558ก) ที่ได้บัญญัติไว้ว่า คำว่า หยี หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผัก หรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่าที่ผ่านการทำแห้ง ดอง เชื่อม แช่อิ่ม กวน อย่างใดอย่างหนึ่ง มาปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ พริก อาจเติมเครื่องปรุงรสอื่น เช่น น้ำมะนาว กรดซิตริก ระหว่างการกวนแล้ว อาจนำไปอบด้วยก็ได้

การทำมะขามหียของเทพ เพี้ยมะลั้ง และจินตนา สนามชัยสกุล (2555) ได้กล่าวถึง ส่วนผสมเครื่องปรุง ประกอบด้วยน้ำตาลปีบ กลูโคสไซรัป เนื้อมะขามเปียก พริก เกลือ โดยวิธีทำ นำ ส่วนผสมทั้งหมดทวน 15 นาที ปั่นเป็นก้อนขนาดกลม ๆ คลุกน้ำตาล ห่อด้วยกระดาษแก้ว หลากสี มธรส รัตนวงศ์สนิท และศศมล ผาสุข (2560) ได้กล่าวถึงการทำอัญชันหีย มีส่วนผสมประกอบด้วย ดอกอัญชันแห้ง มะขามเปียก แปะแซ น้ำตาลปีบ เกลือ พริกป่น ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558ก) ได้บัญญัติการทำหียไว้

จากตัวอย่างงานวิจัย พบว่า วัตถุดิบที่นำมาทำหีย จะมีน้ำตาล เกลือ พริก ทั้งหมดมักพบ เป็นส่วนประกอบหลัก ดังนั้น สูตรการทำหีย จึงพัฒนาได้จากผลิตภัณฑ์อัญชันหียของมธรส รัตนวงศ์ สนิท และศศมล ผาสุข (2560) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ต้นตำรับสูตรหีย

ส่วนผสม	กรัม
วัตถุดิบที่ศึกษา	10
น้ำเปล่า	20
กลูโคสไซรัปหรือแปะแซ	20
น้ำตาลปีบ	100
มะขามเปียก	20
เกลือ	1
พริกป่น	0.3

ที่มา: มธรส รัตนวงศ์สนิท และศศมล ผาสุข. (2560). การศึกษากระบวนการผลิตอัญชันหีย. ในการประชุมวิชาการ และนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 4 NEUNIC 2017. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยตะวันออกเฉียงเหนือ.



#### ภาพที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์อัญชันหยี

ที่มา: มจรุส รัตนวงศ์สนิท และศศมล ภาสุข. (2560). การศึกษากระบวนการผลิตอัญชันหยี. ในการประชุมวิชาการ และนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 4 NEUNIC 2017. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยตะวันออกเฉียงเหนือ.

สุวรรณา สุภิมารส (2543) ได้ศึกษา พบว่า น้ำตาลปี๊บเป็นน้ำตาลที่ผลิตในประเทศไทย ใช้กระบวนการผลิตที่ไม่ผ่านการหมุนเหวี่ยง (non-centrifugal sugars) ซึ่งเมื่อเคี้ยวน้ำเชื่อมจนเหลวจะไม่มีน้ำตาลปนลงทำให้เกิดผลึก ดังนั้น น้ำตาลจะแห้ง และอยู่ในลักษณะอสัณฐานหรือไม่มีผลึก การผลิตส่วนใหญ่เป็นระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยใช้วิธีต้มเคี่ยวระเหยน้ำในบรรยากาศปกติ น้ำตาลปี๊บมีสีแดงออกน้ำตาลไปจนถึงน้ำตาลเข้ม เนื่องจากประกอบด้วยเกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ อีกทั้งน้ำตาลปี๊บยังมีรสหวานไม่มากเหมือนน้ำตาลทราย ขนมที่ใช้น้ำตาลปี๊บจึงมีรสหวาน และกลิ่นหอมที่มีความเป็นไทย การใช้น้ำตาลปี๊บแท้ที่ได้จากต้นตาลโตนดปราศจากสิ่งเจือปน เช่น แป้งหรือสารให้ความหวาน และกลิ่น จะช่วยให้ขนมเก็บไว้ได้นานเป็นเวลาหลายเดือน ส่วนน้ำตาลทรายแดงเป็นผลผลิตมาจากอ้อยไม่ได้ผ่านการฟอกสี มีความชื้นมาก มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ และมีกากน้ำตาลติดอยู่จึงมีสีน้ำตาลคล้ำ ทำการผลิตด้วยระบบ open pan ไม่มีการตกผลึก การใช้น้ำตาลทรายแดงเป็นส่วนผสมในการผลิตขนม นอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นแล้ว ยังช่วยให้รสชาติมีรสหวานมากกว่าการใส่น้ำตาลปี๊บอย่างเดียว (สว่าง ปารมี, 2554)

สายสนม ประดิษฐ์ดวง และสิริ ชัยเสรี (2543) ยังศึกษา พบว่า กลูโคสไซรัปหรือแบะแซเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำหยี เพราะทำให้หยีมีความเหนียว ช่วยเพิ่มความหวาน และลดค่า Water activity ยับยั้งการเจริญจุลินทรีย์ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้น แบะแซเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้งข้าวโพด หรือแป้งมันสำปะหลัง ด้วยกรด หรือเอนไซม์ให้เกิดการ

สลายตัวบางส่วน ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับสถานะของการไฮโดรไลซ์หรือวิธีการผลิต แบะแซที่จำหน่ายมีทั้งลักษณะที่เป็น กิ่งแข็ง กิ่งเหลวชั้นหนืด และผง ตามมาตรฐานทางการค้าจะต้องมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนักโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 80 - 82

### 2.3.2 น้ำผลไม้พร้อมดื่ม

ปัจจุบันมีการผลิตน้ำผลไม้พร้อมดื่มด้วยชนิดของผลไม้หลากหลายมากมายในท้องตลาด ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558ข) ได้บัญญัติไว้ว่า น้ำผลไม้พร้อมดื่ม หมายถึง เครื่องดื่มที่มีผลไม้แท้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ได้จากการนำน้ำคั้นผลไม้ที่สุกและสด ไม่เน่าเสีย มาล้างให้สะอาด นำไปคั้นน้ำ กรองแยกกาก เจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมอาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ สารเพิ่มความข้นหนืด เช่น กรดซิตริก นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

ผู้วิจัย พบว่า น้ำผลไม้ที่มีรสหวานอมเปรี้ยว มีสีสันทันรับประทาน และมีสรรพคุณทางยา เช่น วิตามินซี แอนโทไซยานิน ฤทธิต้านอนุมูลอิสระ มักเป็นที่นิยมในการนำมาเป็นวัตถุดิบ (สิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรรสนีย์ สีหาพงษ์, 2558) เช่น น้ำมะเฟือง น้ำฟักข้าว น้ำมะนาวอัญชัน น้ำลูกหม่อน เป็นต้น น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ก็เป็นสินค้าประเภทน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่นิยมเช่นกัน ผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลดงลิงชัน ได้แปรรูปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ เจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วนที่ระบุบนฉลากข้างขวด ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ต้นตำรับสูตรน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่	35
น้ำเชื่อม	64
เกลือ	0.5
กรดมะนาวหรือกรดซิตริก	0.5



ภาพที่ 2.5 ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ขององค์การบริหารส่วนตำบลถึงชั้น

ผู้วิจัยได้คิดที่จะพัฒนาผลไม้พร้อมดื่มจากสูตรทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะมีปริมาณน้ำตาลสูง อาจก่อให้เกิดโรคเบาหวานหรือโรคอ้วนได้ หากรับประทานเป็นประจำ จึงมีการใช้สารทดแทนความหวานจากใบหญ้าหวานแทนน้ำตาลเพื่อลดปริมาณแคลอรีให้ต่ำลง ซึ่งปัจจุบันในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์ชนิดนี้อยู่น้อย ผู้วิจัยเลือกใช้สารแทนความหวานจากใบหญ้าหวาน มาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มที่ลดปริมาณของน้ำตาลลง และได้ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

## 2.4 หญ้าหวาน

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana*) เป็นพืชพื้นเมืองแถบประเทศอเมริกาใต้ โดยเฉพาะในประเทศปารากวัย และบราซิล ชื่อเดิมที่ชาวพื้นเมืองปารากวัย หญ้าหวาน เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี ลำต้นแตกกิ่งสาขาตั้งแต่ระดับโคนต้น ทำให้เลื้อยต้นเป็นทรงพุ่มเตี้ย สูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรง มีลักษณะทรงกลม เปลือกลำต้นบาง สีเขียวอ่อน หุ้มติดกับแกนลำต้น แกนเนื้อไม้เป็นไม้เนื้ออ่อน เปราะหักง่าย มีสารให้ความหวานที่เรียกว่า สตีวิโอไซด์ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว โดยเฉลี่ยมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 200 - 300 เท่า แต่มีพลังงานต่ำกว่าถึง 300 เท่า มีรสฝาดฝืด หนืด แต่ after taste จืดเล็กน้อยหรือไม่มีรส ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง มีความคงตัวสูงต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง (วทันยา ลิ้มปะยอม และคนอื่น ๆ , 2555) และสามารถใช้ได้ทั้งในสภาพที่ร้อนหรือเย็น ตลอดจนอุณหภูมิสูงมากขนาดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ซึ่งปริมาณของสารหวานที่มีในหญ้าหวานพบมากบริเวณใบ แต่ปริมาณไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาล อายุของต้นพืช สายพันธุ์ ระยะเวลาในการส่องสว่างของแสงแดด และอุณหภูมิของอากาศ การใช้หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana*) ในการพัฒนา



ผลิตภัณฑ์ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ประกาศในปี ค.ศ. 1997 ว่าโรคอ้วน (obesity) เป็นโรคระบาดแห่งสหัสวรรษ (The Millennium Disease) พบว่า ปัจจุบันประชากรผู้ใหญ่มากกว่า 1 พันล้านคนทั่วโลกมีน้ำหนักเกินมาตรฐาน และพบว่า มีประมาณ 300 ล้านคนอยู่ในสภาวะโรคอ้วน สาเหตุของโรคอ้วนเกิดจากการบริโภคอาหารกลุ่มจำพวกอาหารจานด่วน ซึ่งให้พลังงานสูงจากไขมัน และคาร์โบไฮเดรต

หญ้าหวานเป็นพืชพื้นเมืองของปารากวัย บราซิล และประเทศในแถบอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการปลูกหญ้าหวานในประเทศไทย โดยผลิตหญ้าหวานออกจำหน่ายในลักษณะบรรจุซองขนาดเล็กใช้ชงดื่ม เหมือนใบชาเพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ผลวิจัยทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและประโยชน์ของหญ้าหวานที่มีต่อร่างกายมนุษย์ในการควบคุมน้ำตาลในเลือด ซึ่งประเทศในแถบอเมริกาใต้ หลายประเทศได้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานด้วยน้ำ เพื่อช่วยรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน และโรคไฮโปไกลซีเมีย นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าหญ้าหวานที่สกัดด้วยน้ำ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต และการแพร่พันธุ์ของแบคทีเรียที่เรียกว่าทำให้ฟันผุ จึงเป็นเหตุผลที่ดีในการใช้หญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานในอาหารที่บริโภคกันอยู่ (สาโรจน์ ศิริคັນสนียกุล, 2541)

วทันยา ลิมปะยอม และคนอื่น ๆ (2555) ได้ทำการศึกษา การสกัดไซรัปให้ความหวานจากหญ้าหวานแห้งด้วยน้ำ ในอัตราส่วนใบหญ้าหวานแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 35 (w/v) แปรอุณหภูมิการสกัดที่ 25 และ 65 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ระเหยแห้งได้ไซรัป โดยมีค่าของของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 66.7 - 66.9 องศาบริกซ์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้อัตราส่วนใบหญ้าหวานแห้งต่อน้ำ ดัดแปลงจากวทันยา ลิมปะยอม และคนอื่น ๆ (2555) เป็นทั้งหมด 3 สูตร โดยมีสูตรที่เท่ากับงานวิจัยเดิม สูตรที่มากกว่า 10 ส่วน และสูตรที่น้อยกว่า 10 ส่วน



ภาพที่ 2.6 ใบหญ้าหวานอบแห้งจากโครงการหลวง และใบหญ้าหวานแห้งปั่นหยาบ

## 2.5 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลชีววิทยา

### 2.5.1 ค่า pH ด้วย pH meter

ค่า pH จะมีค่าตั้งแต่ 0 – 14 โดยสารที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 จะเป็นกรด และสารที่มีค่า pH มากกว่า 7 จะเป็นด่าง สำหรับสารละลายที่เป็นกลางจะมีค่า pH เท่ากับ 7 การวัดค่า pH อาจใช้เครื่องมือหลากหลาย เช่น กระดาษยูนิเวอร์ลัล หรือการใช้สารละลาย Universal indicator ซึ่งเป็นสารละลายที่จะเปลี่ยนสีเมื่อค่า pH เปลี่ยนไป pH meter คือ เครื่องมือที่ให้ความละเอียดมากกว่า และถูกต้องแม่นยำ

### 2.5.2 ค่าสภาพกรดในอาหาร ด้วยการไทเทรต

หลักการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในอาหาร เป็นการไทเทรตสารละลายอาหาร ตัวอย่างด้วยสารละลายต่างมาตรฐานการที่จะตัดสินว่าจุดยุติมีสีอย่างไรนั้น อาจทำได้ค่อนข้างยาก หากในอาหารตัวอย่างมีบัฟเฟอร์ปนอยู่ด้วย หรืออาหารตัวอย่างมีสีเข้มมาก อาจแก้ไขได้โดยใช้อินดิเคเตอร์ให้มากกว่าปกติ หรือใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เติมลงไปในการไทเทรตอาหารให้สีจางลง หรือใช้การไทเทรตแบบ potentiometric titration ปริมาณกรดทั้งหมดในอาหาร มักรายงานในรูปของกรดที่มีปริมาณอยู่มากที่สุดในอาหารชนิดนั้น ๆ เช่น ปริมาณกรดทั้งหมดในผัก และผลไม้ส่วนใหญ่รายงานในรูปกรดซิตริก แอปเปิล หรือน้ำแอปเปิลรายงานในรูปกรดมาลิก น้ำองุ่น และน้ำมะขามรายงานในรูปกรดทาร์ทริก และน้ำส้มสายชูรายงานในรูปกรดแอสซิติค เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมอาหาร มักจะรายงานความเป็นกรดของอาหารในรูปจำนวนมิลลิลิตรของสารละลายต่าง (NaOH) มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดที่มีอยู่ในอาหาร ตัวอย่างจำนวน 10 กรัมหรือ 100 กรัม ในบางกรณีความเป็นกรดอาจรายงานในรูปของน้ำหนักสมมูลของด่างที่เหมาะสม เช่น การใช้ส่วนผสมของเกลือฟอสเฟตในผงฟู มักรายงานในรูปของเกลือโซเดียมไบคาร์บอเนต

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ส่วนมากเป็นพวกผลไม้ เช่น สับปะรด ส้ม หรือผักที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะเขือเทศ กระเจี๊ยบแดง เป็นต้น อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ คือ 100 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญ และขยายพันธุ์ได้ในอาหารที่เป็นกรด เป็นชนิดที่ไม่ทนความร้อน สามารถฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรส์ โดยใช้ความร้อน อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน (Shelf stable)

### 2.5.3 ค่า วิตามินซี ด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี มีหลายวิธี เช่น การไทเทรต กับ Iodine (Titration),

Dichlorophenol เป็นต้น ซึ่งข้อเสียของวิธีไทเทรต คือ การตรวจสอบจุดยุติโดยการเปลี่ยนสีของสาร อาจสังเกตได้ยากทำให้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น หลักการของเครื่องอัลตราไวโอเล็ตสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสง และค่าความเข้มแสงในช่วงรังสียูวี และช่วงแสงขาวที่ทะลุผ่าน หรือถูกดูดกลืนโดยตัวอย่าง เมื่อโมเลกุลของตัวอย่างถูกฉายด้วยแสงที่มีพลังงานเหมาะสม จะทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมเกิดการดูดกลืนแสงแล้วเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่า ตามกฎของเปียร์ - แลมเบิร์ต ค่าการดูดกลืนแสงของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในการระบุชนิด และปริมาณของสารต่าง ๆ ที่พบในตัวอย่างได้

สิริรัตน์ ลิคนันท์ (2558) ได้เปรียบเทียบการไทเทรตชันกับวิธีอัลตราไวโอเล็ตสเปกโตรโฟโตเมตรีในการวัดค่าวิตามินซี พบว่า ค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังนั้นวิธีอัลตราไวโอเล็ตสเปกโตรโฟโตเมตรี จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เพราะให้ความเที่ยง และแม่นยำ มีสภาพไวสูง มีวิธีการวัดไม่ยุ่งยาก เวลาที่ใช้ค่อนข้างสั้น เนื่องจากไม่ต้องผ่านขั้นตอนการสกัด วิตามินซีมีค่าการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่น 240 - 270 นาโนเมตร ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย

#### 2.5.4 ค่าแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH differential

วิธีการหาค่าแอนโทไซยานิน ในรูปของไซยานิดิน - 3 - กลูโคไซด์ วิธี pH differential ดัดแปลงมาจากวิธีการของจุฑามาส สื่อประสาร (2556) ซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นสารให้สีที่พบในธรรมชาติแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ นอนอะซิลเลตเตด แอนโทไซยานิน (Non acylated anthocyanin) และอะซิลเลตเตด แอนโทไซยานิน (Acylated anthocyanin) โครงสร้างของแอนโทไซยานินประกอบด้วย แอนโทไซยานิดิน น้ำตาล และ/หรือ กรด ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดแอนโทไซยานิน ได้แก่ น้ำ เอทานอล เมทานอล และอะซิโตน วิธีการสกัดด้วยตัวดูดซับของแข็ง (Solid Phase Extraction) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทำให้แอนโทไซยานินบริสุทธิ์ การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด เช่น วิธี pH differential ด้วยสเปกโตรมิเตอร์ และการวิเคราะห์ชนิด และปริมาณของแอนโทไซยานิน โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) การย่อยด้วยกรด และการย่อยด้วยด่าง หรือการใช้แมสสเปกโตรมิเตอร์เป็นเทคนิคที่ใช้ร่วมกับเครื่อง HPLC เพื่อการวิเคราะห์แอนโทไซยานินที่ไม่ทราบชนิด (อรุษา เขาวนลิขิต, 2554)

การวิเคราะห์ปริมาณ monomeric anthocyanin ด้วยวิธี pH differential เป็นการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ของสภาพตัวอย่างที่ค่า pH ต่างกัน ซึ่งต้องทำการเตรียมบัฟเฟอร์ คือ บัฟเฟอร์พีเอช 1.0 (KCl 0.025 M) 500 มิลลิลิตร น้ำหนัก KCl 0.465 กรัม เติมน้ำ Conc. HCl 3 มิลลิลิตร ปริมาตรด้วยน้ำกลั่น บัฟเฟอร์พีเอช 4.5 (CH<sub>3</sub>COONa 0.4 M) 500 มิลลิลิตร น้ำหนัก CH<sub>3</sub>COONa 13.60 กรัม เติมน้ำ Conc. HCl 7.5



มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เจือจางตัวอย่างสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH 1.0 และ 4.5 ที่ความเข้มข้นที่กำหนด นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง

### 2.5.5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH

DPPH assay เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Anti-oxidant) ซึ่งใช้ 2, 2 - diphenyl - 1 - picrylhydrazyl เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการวิเคราะห์ ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง หลักการ คือ DPPH เป็น stable radical ในตัวทำละลายเมทานอล สารละลายนี้มีสีม่วง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่มีความยาวคลื่น 515-517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอัลตราไวโอเล็ตสเปกโตรโฟโตเมตรี โดย DPPH จะเกิดปฏิกิริยากับ Anti-oxidant วิธีการเมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ BHT ถ้าตัวอย่างมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้สูง ความเข้มของสารละลายสีม่วงจะลดลง การศึกษาความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ในสารตัวอย่างนิยมรายงานเป็นค่า 50% effective concentration ( $EC_{50}$ ) ซึ่งหมายถึงปริมาณสารต้านออกซิเดชันที่ทำให้ความเข้มของ DPPH ลดลง 50%

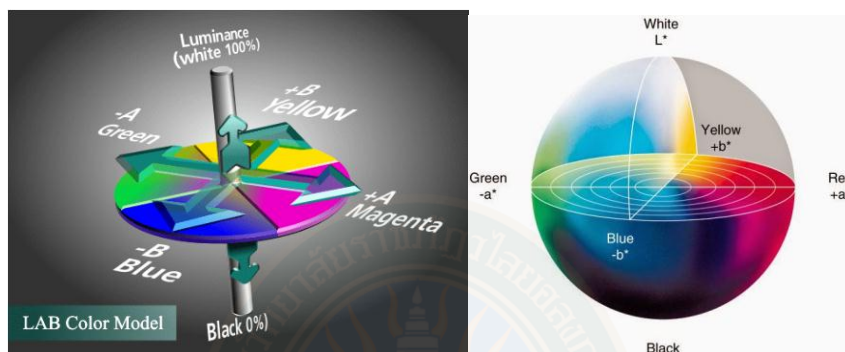
### 2.5.6 ค่าสี Lightness score (L) Green-Red score (a) Blue-Yellow score (b)

วิธีการวัดค่าสี วัดโดย Color reader แสดงค่าการวัดเป็น  $L^*$   $a^*$   $b^*$  คำนวณหาค่า  $\Delta E^*_{ab}$  เนื่องจากสีเป็นลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่สำคัญอันดับแรก และมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากสีมีความเกี่ยวข้องกับต่อคุณภาพ รวมทั้งกลิ่น และรสชาติของอาหาร โดยทั่วไปวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารมีลักษณะสีเฉพาะของวัตถุดิบ แต่ละชนิด เช่น ผัก และผลไม้เมื่อนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ ทำให้สีซีดจางลง หรือเกิดการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ เป็นผลให้การยอมรับของผลิตภัณฑ์อาหารลดลง ปัจจุบันอาหารมากกว่าร้อยละ 75 มักผ่านกระบวนการแปรรูปก่อนถึงมือผู้บริโภค ค่าสี Lightness score (L) Green - Red score (a) Blue - Yellow score (b) วัดโดย Colorimeter แสดงค่าการวัดเป็น  $L^*$   $a^*$   $b^*$  (C.I.E COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE) (มาตรฐานการส่องสว่างที่นิยมใช้ 40 ประเทศทั่วโลก) และ Hunter Lab ( $L^*$   $a^*$   $b^*$  เป็นสเกลสี (Color scale) ที่เกิดจากการค้นพบทฤษฎีความตรงข้ามกันของสีด้วยสายตามนุษย์ของนักวิทยาศาสตร์) เมื่อมีการปรับโพกัสที่สายตา เช่น การเปลี่ยนภาพแบบทันทีทันใด ระบบสายตาของมนุษย์จะมีการปรับระยะโพกัสใหม่ให้มองเห็นภาพชัดเจนเหมือนเดิม ส่วนหลักการทำงานของเครื่องวัดสี เจดสี เปรียบเทียบสี การคำนวณค่าที่แตกต่างกันของสี เราจะสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$L^*$  ค่าความสว่าง (Lightness) ซึ่งคำนวณจาก  $+L^*$  สีขาว จนไปถึง  $-L^*$  สีดำ

$a^*$  สีเขียว ( $-a^*$ ) จนไปถึง สีแดง ( $+a^*$ )  $b^*$  สีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) จนไปถึง สีเหลือง ( $+b^*$ )

โดย  $L^*$  ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)  $L = 0$  สีที่ได้จะมีดำเป็นสีดำ  $L = 100$  สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว  $a^*$  ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว  $a$  เป็น + วัตถุมีสีออกแดง  $a$  เป็น - วัตถุมีสีออกเขียว  $b^*$  ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน  $b$  เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง  $b$  เป็น - วัตถุมีสีออกน้ำเงิน



ภาพที่ 2.7 CIE L-a-b scale และ  $L^*$   $a^*$   $b^*$  chart ของ hunter lab ตามลำดับ

ที่มา: บริษัทอะบอลเทคโนโลยี. (2560). การวัดสี. สืบค้นจาก <https://www.aballtechno.com/b/18/>.

### 2.5.7 ค่าความชื้น

วิธีการวัดค่าความชื้น (Moisture Content) ทำการวัดค่าความชื้น ของตัวอย่างอาหาร โดยตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าความชื้น ประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาตรตลับนำไปวัดค่าความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นหรือเครื่อง Infrared moisture determination balance ค่าความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุม และป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่าความชื้น เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่าความชื้น ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุม และป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่าความชื้น ที่จำกัด โดยทำให้อาหารมีค่าความชื้น ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่าความชื้นต่ำกว่า 0.90 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าความชื้นต่ำกว่า 0.70

### 2.5.8 ค่าพลังงาน

วิธีการวัดค่าพลังงานดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) โดยใช้ bomb calorimeter ทำการวัดตัวอย่าง 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย การทำงานของ bomb calorimeter จะใช้หลักของ direct calorie meter ซึ่งเป็นการวัดปริมาณความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาเมื่อการเผาผลาญอาหารเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ อาหารจะถูกบรรจุใน Chamber และ Charged ด้วยออกซิเจนใต้ความดันมาก

(High pressure) จากนั้นให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน Fuse และทำให้เกิดการจุดระเบิด (Ignites) ซึ่งเชื้อเพลิง ซึ่งได้แก่ ส่วนผสมของอาหาร และออกซิเจน (Food-oxygen mixture) เนื่องจาก calorie meter จะถูกหุ้มด้วยฉนวนเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนถ่ายเทไปสู่ภาวะแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำทำให้ทราบปริมาณความร้อนที่ปลดปล่อยจากสารอาหาร แต่ละชนิด เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน จะปลดปล่อยปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ (Heat of combustion) ออกมาในปริมาณที่แตกต่างกัน

### 2.5.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีและน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ อ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หี มพช. 521/2558 (ภาคผนวก ง) และดัดแปลงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำลูกหม่อน มพช. 851/2557 (ภาคผนวก จ) ทำการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แชลโมเนลลา สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น และเอสเซอร์เซีย โคลิ ทั้งนี้ การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

### 2.5.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบ่งออกเป็นหลายประเภท ซึ่งการประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญวิธีการหนึ่ง เสมอกับวิธีการทดสอบทางเคมี และทางจุลินทรีย์ และยังใช้ในการวัดความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ในทางการผลิต และทางการตลาดได้ด้วยแบบประเมินทางประสาทสัมผัสมีหลายวิธี สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะทดสอบ เช่น ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Affective test หรือ hedonic test) ของผู้บริโภค การทดสอบการยอมรับ (Affective method) ของผู้บริโภค สามารถทำได้หลาย ๆ รูปแบบ เพื่อเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะผู้บริโภคการทดสอบ วิธีนี้ใช้เมื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาพอสมควรโดยใช้เพื่อทดสอบผู้บริโภคยอมรับ หรือพอใจ หรือชอบผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด วิธีการทดสอบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ ซึ่งมีวิธีการทดสอบ ดังต่อไปนี้ (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547)

1. การทดสอบการยอมรับ (Acceptance test)
2. การทดสอบความชอบมาก (Preference test)
3. การทดสอบความชอบ (Hedonic test)
4. การทดสอบความพอดี (Just - about - right, JAR)
5. การทดสอบปฏิบัติการผู้บริโภค (Food action test, FACT)

การทดสอบความชอบโดยใช้วิธี Hedonic test เป็นการทดสอบการยอมรับ หรือทดสอบระดับ ความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ Hedonic มีสเกลแบบตัวเลข หรือตัวหนังสือเพื่อจะแสดงถึง ระดับความชอบมาก มากน้อยแค่ไหน โดยผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจะถูกนำเสนอพร้อมกัน ผู้ชิมต้องจัดอันดับที่ระดับความชอบ และความไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เป็นลักษณะของคะแนน โดยผู้ทดสอบชิมต้องชิม ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง และตัดสินใจทันที วิธี Hedonic test ตัวอย่างเช่น 7 point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากถึง 7 = ชอบมากที่สุด) และ 9 point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เป็นต้น

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

เกสรี กลิ่นสุคนธ์ และคนอื่น ๆ (2559) ศึกษาผลของระยะเวลาการสุกต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, FRAP assay และ ABTS radical scavenging และการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ระยะการสุกแตกต่างกัน 3 ระยะ คือ ผลดิบ ผลกึ่งสุก และผลสุก เมื่อสกัดด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 70% ได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ  $58.050 \pm 3.83$ ,  $60.567 \pm 3.43$  และ  $63.970 \pm 1.88$  ตามลำดับ พบว่า สารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และสารแอนโทไซยานินมากที่สุด  $1,461.749 \pm 21.26$  มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม สารสกัด และ  $149.480 \pm 25.42$  มิลลิกรัมของไซยานิดิน - 3 - กลูโคไซด์ต่อ 100 กรัมสารสกัด ตามลำดับ การศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่า สารสกัดจากผลสุก สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด ( $IC_{50}$  เท่ากับ  $0.441 \pm 0.01$  และ  $20.22 \pm 0.17$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) ซึ่งพบว่า สอดคล้องกับการทดสอบด้วยวิธี FRAP assay โดยพบว่า สารสกัดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดเช่นกัน โดยมีค่า FRAP เท่ากับ  $126.682 \pm 0.84$  ไมโครโมลของเฟอร์รัส (II) ต่อกรัมสารสกัด การทดสอบคุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส พบว่า สารสกัดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลดิบมีประสิทธิภาพยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ชื่อ แอลฟา กลูโคซิเดส ได้ดีที่สุด มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $41.29 \pm 0.42$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

พัชรี สิริตระกุลศักดิ์ และคนอื่น ๆ (2559) กล่าวถึง ฤดูกาลเก็บเกี่ยวของมะม่วงหาวมะนาวโห่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - สิงหาคมเท่านั้น จึงศึกษาวิธีการเก็บรักษาต่ออายุการเก็บรักษา

การเสื่อมสภาพ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระบางชนิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 กรรมวิธี คือ บรรจุในกล่องพลาสติก คือ ชุดควบคุม เก็บที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 3$  องศาเซลเซียส) บรรจุในกล่องพลาสติกเจาะรู (ขนาด 0.5 มิลลิเมตร 2 รู) ปิดฝาเก็บที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 3$  องศาเซลเซียส) และบรรจุในกล่องพลาสติกเจาะรู (ขนาด 0.5 มิลลิเมตร 2 รู) ปิดฝา และเก็บในตู้เย็น ( $6 \pm 3$  องศาเซลเซียส) บันทึกข้อมูลการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า การบรรจุในกล่องพลาสติกเจาะรูปิดฝา และเก็บในตู้เย็นมีอายุการเก็บรักษา และมีลักษณะปรากฏดีที่สุดที่สุตนาน 26 วัน และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังนั้น วิธีการบรรจุมะนาวไว้ในกล่องพลาสติกเจาะรู และเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลมะนาวให้ได้ดีที่สุด

สิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรสรณีย์ สีหาพงษ์ (2558) ศึกษาการหาค่าวิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิกซึ่งเป็นสารที่จำเป็น และต้องการสำหรับรักษาสุขภาพมนุษย์ ด้วยวิธีอัลตราไวโอเลตสเปกโทรโฟโตเมตรี เป็นวิธีที่มีความเร็ว ง่าย เซนซิทีฟ และไม่ต้องการวิธีการสกัด ซึ่งสำหรับการตรวจหากรดแอสคอร์บิกในเม็ดยาและผลไม้พื้นเมืองไทย (มะเฟือง) ใช้โซเดียมไธโอซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0.04% เป็นบัฟเฟอร์เพื่อลดการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกเมื่อเปรียบเทียบกับกรใช้น้ำเป็นสารที่ละลาย กฎของเบียร์วัดค่าความเข้มข้นกรดแอสคอร์บิกได้  $5 \times 10^{-6}$  ถึง  $50 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$  ที่ 265 นาโนเมตร มีสมการช่วงความเป็นเส้นตรง  $y = 0.0154x + 0.0129$ , ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ 0.9986 ค่าการคืนกลับของกรดแอสคอร์บิกที่เติมลงในเม็ดยาวิตามินซี 2 ยี่ห้อ ให้ค่าอยู่ในช่วงที่ดี (96.45 - 100%) นอกจากนี้วิธีนี้ยังประยุกต์ใช้สำหรับการวัดกรดแอสคอร์บิกในมะเฟือง ซึ่งเป็นผลไม้พื้นเมืองไทย

ศุภมาศ กลิ่นขจร และคนอื่น ๆ (2558) ได้วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่ม โดยใช้น้ำมังคุดเป็นส่วนประกอบ ผลิตน้ำสลัดชนิดข้น พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสลัดที่มีปริมาณน้ำมังคุดร้อยละ 35 และน้ำส้มสายชูร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันระหว่างการเก็บรักษา การใช้แซนแทนกัมร้อยละ 0.30 โดยน้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพร้อมดื่ม นำน้ำมังคุดที่สกัดได้มาปรับปริมาณน้ำตาล และกรดซิตริก สูตรที่ได้การยอมรับมากที่สุดจากผู้บริโภค คือน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 14.50 และกรดซิตริกร้อยละ 0.50 โดยน้ำหนัก ต่อมาได้



พัฒนาการผลิตน้ำมัจจุคเข้มข้น (Squash) โดยนำน้ำมัจจุคพร้อมดื่มที่ได้จากผลการทดลองข้างต้น มาปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และคงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาล และกรดซิตริกไว้ พบว่า น้ำมัจจุคเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 57.50 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุด จากนั้นทดลองผสมโยอาหารจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.30 โดยน้ำหนักกับน้ำมัจจุคพร้อมดื่มเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จะได้รับการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภค มากที่สุด คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ พบว่า ใน 100 กรัม ของน้ำสัดมัจจุค น้ำมัจจุคพร้อมดื่ม น้ำมัจจุคเข้มข้น และน้ำมัจจุคผสมโยอาหารจากแมงลัก จะได้รับพลังงาน 316 91 98.50 และ 91 กิโลแคลอรี และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็น 349 318 312 และ 321 mmol TE (Trolox Equivalent) ตามลำดับ ใน 100 กรัมของน้ำสัดมัจจุคจะมีธาตุเหล็ก 1.42 มิลลิกรัม และแคลเซียม 36 มิลลิกรัม ส่วนน้ำมัจจุคพร้อมดื่มผสมโยอาหารจากแมงลักมีโยอาหาร 0.18 กรัม และธาตุเหล็ก 0.24 มิลลิกรัม

จันทนา กาญจน์กมล (2558) ศึกษาคุณสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียของน้ำคั้นจากผล และสารสกัดเฮกเซน เมทานอล และเอทิลอะซิเตตจากใบ และผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่ จากนั้น นำสารสกัดมาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ คือ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumonia* และ *Vibrio cholera* โดยวิธี Agar well diffusion พบว่า สารสกัดหยาบจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ ด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ทุกชนิดโดยสารสกัดเมทานอล จะมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดเมทานอลจากผล ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (Minimum inhibition concentration, MIC) พบว่า สารสกัดเมทานอลจากผล สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. typhimurium* มีค่า MIC 15.625 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และ *K. pneumonia* ให้ค่า MIC เท่ากัน คือ 31.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเมื่อทดสอบกับเชื้อ *Vibrio cholera* ให้ค่า MIC 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลจากการทดลอง ยังพบว่า สารสกัดเฮกเซนมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในระดับต่ำ

วชิราภรณ์ ผิวล่อง และคนอื่น ๆ (2556) ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ใน 3 ระยะ คือ ดิบ กึ่งสุก และสุก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH assay และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก ด้วยวิธี FRAP ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-

ciocateau reagent assay ปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี pH differential ปริมาณของวิตามินซี และแอนโทไซยานิน วิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า ผลสุกให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งหมดมากที่สุด โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลดิบ ผลกึ่งสุก และผลสุก มีค่าเท่ากับ  $0.85 \pm 0.03$ ,  $1.96 \pm 0.24$  และ  $2.42 \pm 0.41$  มิลลิกรัม AAE/กรัม ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด คือ  $1.25 \pm 0.16$ ,  $3.60 \pm 0.72$  และ  $4.67 \pm 0.41$  มิลลิกรัม GAE/กรัม และปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งหมดเท่ากับ  $0.33 \pm 0.04$ ,  $2.55 \pm 0.15$  และ  $54.80 \pm 6.07$  มิลลิกรัม/ลิตร จากผลการทดลองเห็นได้ว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในทุกระยะการสุก ในขณะที่ผลดิบมีปริมาณของวิตามินซี มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ  $300.75 \pm 57.65$  มิลลิกรัม/100 กรัม

จุฑามาส สื่อประสาร และคนอื่น ๆ (2556) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผลหนามแดง โดยเลือกระยะการสุกของผลหนามแดงเป็นผลสุกเต็มที่มีสีม่วงเข้ม ( $L^* a^* b^*$  ที่ 13.86 24.78 และ 9.74 ตามลำดับ) งานวิจัยเริ่มจากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดผลหนามแดง ด้วยตัวทำละลายทั้งหมด 4 ชนิด คือ น้ำปราศจากไอออนเอทานอล 95% ไฮโดรคลอริก 1% ในเอทานอล 95% และไฮโดรคลอริก 1% ในเอทานอล 50% โดยใช้อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อวัตถุดิบเป็น 20 : 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก เวลา 180 นาที พบว่า สารสกัดหนามแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายไฮโดรคลอริก 1% ในเอทานอล 95% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 1,601.68 มิลลิกรัม สมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และมีปริมาณแอนโทไซยานิน 424.44 มิลลิกรัมของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้งมากที่สุด จากการศึกษาระยะเวลาในการสกัด ได้แก่ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที โดยใช้ตัวทำละลายไฮโดรคลอริก 1% ในเอทานอล 95% ที่อัตราส่วน 20 : 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น แต่เวลาที่ใช้ในการสกัดไม่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน ที่สกัดได้ เวลาที่เหมาะสมสำหรับการสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานิน มากโดยใช้เวลาในการสกัดน้อยที่สุด คือ 120 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 1,533.70 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และปริมาณแอนโทไซยานิน 444.29 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

สกุลกานต์ สิมลา และคนอื่น ๆ (2556) ได้ทำการประเมินปริมาณสารพฤกษเคมีบางประการที่มีความสำคัญต่อสุขภาพ และกิจกรรมของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยทำการประเมินผลสดที่มีระยะการสุกแตกต่างกัน 3 ระยะ คือ ผลดิบ (ผลสีแดง) ผลห่าม (ผลสีแดงอมดำ) และผลสุก (ผลสีดำ) ผลจากการศึกษาพบว่า ระยะการสุกของผลมีผลต่อค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งหมด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH โดยผลสุกเป็นระยะที่มีสีเข้ม และมีปริมาณสารพฤกษเคมี และกิจกรรมของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยปริมาณสารพฤกษเคมีชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อผลมีการสุกมากขึ้น ดังนั้น การเลือกนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปใช้ประโยชน์จึงควรพิจารณาที่ระยะการสุกของผลด้วย เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้อย่างสูงสุด

วทันยา ลิมพะยอม และคนอื่น ๆ (2555) ได้ศึกษาการสกัดไซรัปให้ความหวานจากหญ้าหวานแห้งด้วยน้ำ ในอัตราส่วนใบหญ้าหวานแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 35 (w/v) แปรอุณหภูมิการสกัดที่ 25 และ 65 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ระเหยแห้งได้ไซรัป โดยมีค่าของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 66.7 - 66.9 องศาบริกซ์ สารหวานไซรัปที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีร้อยละผลผลิต (%yield) มากกว่าสารหวานไซรัปที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 77.05 และ 70.60 ตามลำดับ สีของสารหวานไซรัปมีสีเขียวเหลืองเข้ม ( $h^*$  มีค่าระหว่าง 82.44 - 83.88) แต่สารหวานไซรัปที่สกัดอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และปริมาณสารฟีนอลิกมากกว่าสารหวานไซรัปสกัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศรัญญา ยับ (2551) ศึกษาการสกัดแอนโทไซยานิน จากผลหนามแดงเพื่อนำไปย้อมสีโครโมโซมโดยใช้ตัวทำละลายต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.01 และ 0.10% โดยปริมาตรในเมทานอล กรดแอสติคความเข้มข้น 0.01 และ 0.10% โดยปริมาตรในเมทานอล โดยอัตราส่วนผลหนามแดงต่อตัวทำละลายเป็น 1 : 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลาในการสกัด 20 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สารที่สกัดได้เมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดแอสติคความเข้มข้น 0.10% โดยปริมาตรในเมทานอล จะย้อมติดสีโครโมโซมรากหอมชัดเจนเทียบเท่า สีคาร์มีน และออร์ซิน และเมื่อนำสารสกัดมาแยกด้วยคอลัมน์ C18 LP CARTRIDGE โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.01% โดยปริมาตรในเมทานอล และเอทิลอะซิเตทเป็นสารชะ จะได้สารที่เป็นแอนโทไซยานิน และโพลีฟีนอลิกตามลำดับ และแอนโทไซยานินที่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น



328 และ 216 นาโนเมตร ที่แยกจากสารสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก หรือกรดแอสซิติคความเข้มข้น 0.10% โดยปริมาตรในเมทานอล สามารถติดสีโครโมโซมชัดเจน

สิทธิเดช ฐานบัญชา (2550) ศึกษาผลของสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง และผลหมามแดงสดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วง และศึกษากลุ่มของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนี้ได้ โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เมทานอลผสมกับน้ำกลั่น พบว่า สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้มากที่สุดทั้ง *S. aureus* และ *E. coli* รองลงมา คือ สารสกัดจากผลหมามแดงสด และดอกกระเจี๊ยบแดงสด ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่า ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* คือ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลหมามแดงสด คือ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และดอกกระเจี๊ยบแดงสด คือ 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง คือ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลหมามแดงสด คือ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และดอกกระเจี๊ยบแดงสด คือ 40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารสกัดทั้งสาม มาทำการศึกษากลุ่มของสารสกัดที่อยู่ในดอกกระเจี๊ยบแดงทั้งแห้งและสด พบว่า ไม่มีกลุ่มสาร Anthraquinone ส่วนกลุ่มสารสกัดจากผลหมามแดงสด ไม่พบกลุ่มสาร Cardenolides และ Flavonoids

## 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Muhammad, et al. (2016) ได้ศึกษาว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีเนื้อเยื่อที่กินได้ประมาณร้อยละ 75 มักพบว่า เป็นพืชที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติในประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่นำมาเตรียมอาหารได้ เช่น เครื่องปรุงรส เครื่องดื่ม แยม ผลไม้ดองในสารละลายเกลือ ซึ่งอุดมไปด้วยแร่ธาตุ กรด Phenolic compounds Terpenoids Flavonoids วิตามินต่าง ๆ กรดอะมิโน และน้ำตาล ผลสุกพบว่า อุดมไปด้วยสารอาหาร และมีน้ำตาล และนิยมนำมาใช้ในการเตรียมแยม ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ถือว่าเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แปรรูปต่าง ๆ ที่หลากหลาย การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ และการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์แปรรูป ในปัจจุบันยังไม่ได้สำรวจศึกษาผลมะม่วงหาวมะนาวโห่อย่างเต็มที่ ดังนั้นผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังเป็นผลไม้ที่ต้องการการส่งเสริม และการประชาสัมพันธ์ในตลาดต่างประเทศต่อไป

Shaheel, et al. (2015) ได้ศึกษาการทำน้ำผลไม้รวม น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาผสมกับน้ำฝรั่ง น้ำมะละกอ และน้ำสับปะรด ในสัดส่วนต่าง ๆ แล้วทำการประเมินสมบัติทางเคมีกายภาพ และการประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ร้อยละ 25 และน้ำสับปะรด

ร้อยละ 75 มีปริมาณน้ำตาลรวมมากที่สุด คือ ร้อยละ 10.35 และคะแนนทางประสาทสัมผัส 7.50 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ร้อยละ 50 น้ำฝรั่ง น้ำตาลลดลงร้อยละ 6.96 และน้ำฝรั่งร้อยละ 50 คะแนนทางประสาทสัมผัส 7.18

Sunil, et al. (2013) ได้ตีพิมพ์บทความวิจารณ์ว่ามะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้กันแพร่หลายโดยชนเผ่าทั่วประเทศอินเดีย และเป็นที่ยอมรับในระบบการแพทย์แผนโบราณต่าง ๆ เช่น อายุรเวท ประกอบด้วยสารประกอบทางเคมี หลายชนิดที่อยู่ในกลุ่ม Terpenoid มันมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี

Wani, et al. (2013) ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ขึ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของน้ำตาล และเพื่อหาวิธีการรักษาที่ดีที่สุดสำหรับการจัดเก็บข้อมูลมากที่สุดระยะเวลา การทดลองประกอบด้วยการเติมน้ำตาล 5 ระดับ และข้อมูลที่ได้รับการออกแบบแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ผลการศึกษา พบว่า Treatment 4 คือ เยื่อ 1,000 กรัม  $\pm$  น้ำตาล 1,150 กรัม มีค่าสัมบูรณ์ของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) pH ความเป็นกรดแอสคอร์บิก และการยอมรับโดยรวมที่ 0 20 40 และ 80 วันของการเก็บรักษา แสดง 7 พารามิเตอร์ เหล่านี้ว่า คุณภาพของแยมมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากการใช้น้ำตาล 1,150 กรัม มีเนื้อสัมผัสที่ดี และคุณภาพจากผลการทดลอง พบว่า ในการรักษาทั้งหมด Treatment 4 (เยื่อ 1,000 กรัม  $\pm$  น้ำตาล 1,150 กรัม) เป็นสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับพารามิเตอร์ทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสของแยม

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี

3.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน และการเตรียมวัตถุดิบจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

3.3 วิธีการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสาร และการทดสอบทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่และผลิตภัณฑ์

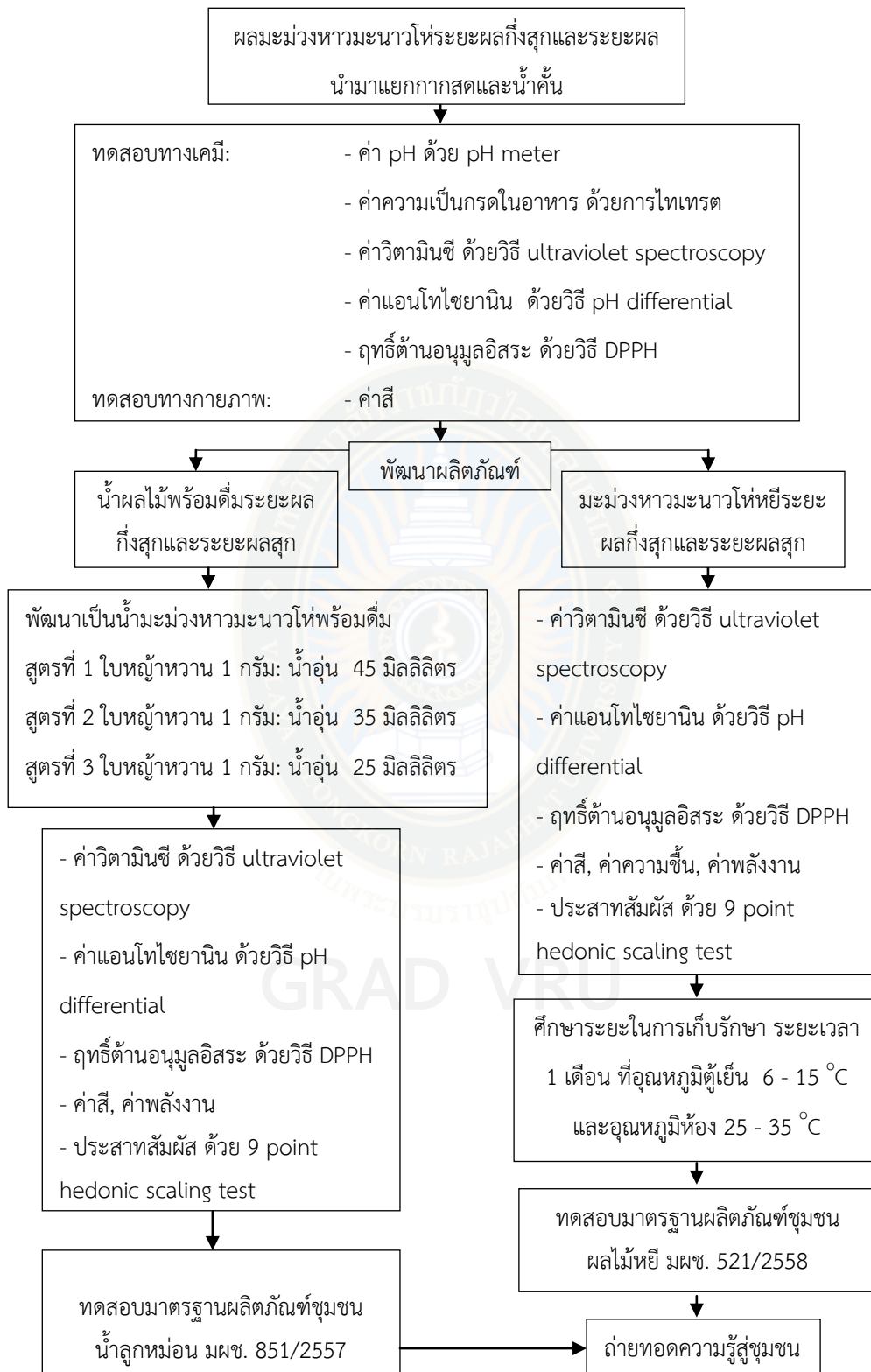
3.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

3.6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์

ในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมย่อย ซึ่งแสดงเป็นแผนภูมิดังภาพที่ 3.1 ดังนี้



GRAD VRU



ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี

#### 3.1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์

- 3.1.1.1 ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet) รุ่น NSF Standard 49  
ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.1.1.2 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HVE – 50  
ประเทศญี่ปุ่น
- 3.1.1.3 เครื่องวัดค่าพลังงาน (Bomb calorimeter) ยี่ห้อ IKA รุ่น Model C5000  
ประเทศเยอรมนี
- 3.1.1.4 สโตมาคเซอร์ (Stomacher) รุ่น 80 Biomaster ประเทศอังกฤษ
- 3.1.1.5 อัลตราไวโอเล็ต สเปกโตรมิเตอร์ (Ultraviolet spectrometer) ยี่ห้อ  
Thermo scientific รุ่น Biomate3S ประเทศจีน
- 3.1.1.6 อ่างน้ำร้อน (Water bath) รุ่น D-91126 ประเทศเยอรมันนี
- 3.1.1.7 เครื่องวัดความชื้น (Infrared moisture determination balance)  
รุ่น FD - 620 ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.1.1.8 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) รุ่น TDL - 60B ประเทศจีน
- 3.1.1.9 เครื่องชั่งดิจิตอล (Digital scale)
- 3.1.1.10 เครื่องปั่น (Blender) ยี่ห้อ lotto ประเทศจีน
- 3.1.1.11 เครื่องหมุนเหวี่ยงผสม (Vortex mixer) รุ่น G560E ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.1.1.12 เครื่องวัดค่าสี (Color reader) ยี่ห้อ KONIKA MINOLTA  
รุ่น S1592012 ประเทศญี่ปุ่น
- 3.1.1.13 ปิเปตอัตโนมัติ (Auto Pipettes)
- 3.1.1.14 พีเอชมิเตอร์ (pH meter) รุ่น AS218 ประเทศอังกฤษ
- 3.1.1.15 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flasks)
- 3.1.1.16 คิวเวทแบบแร่ควอทซ์ (Quartz cuvette)
- 3.1.1.17 บีกเกอร์ (Beaker)
- 3.1.1.18 บิวเรต (Burettes)
- 3.1.1.19 หลอดทดลอง (Test tube)
- 3.1.1.20 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
- 3.1.1.21 จานเพาะเชื้อ (Petri disc)
- 3.1.1.22 อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum foil)

- 3.1.1.23 ลูป (Loop)
- 3.1.1.24 แท่งแม่เหล็กคนสาร (Magnetic bar)
- 3.1.1.25 กระดาษกรอง (Whatman No. 1)
- 3.1.2 สารเคมี
  - 3.1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1N NaOH)
  - 3.1.2.2 ฟีนอล์ฟทาลีน (1% Phenolphthalein)
  - 3.1.2.3 กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid [C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>, AA])
  - 3.1.2.4 แบร์ดปาร์เกอร์อะการ์ ( Baird Parker agar [BPA])
  - 3.1.2.5 บิลเลียนกรีนแลคโทสไบล์ Brilliant (Green Lactose Bile [BGLB])
  - 3.1.2.6 บิสมัทซัลไฟต์อะการ์ (Bismuth Sulfite [BS] agar)
  - 3.1.2.7 ไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl)
  - 3.1.2.8 โซเดียมอะซิเตต (CH<sub>3</sub>COONa)
  - 3.1.2.9 น้ำปราศจากไอออน (Deionized Water [DI])
  - 3.1.2.10 น้ำกลั่น (Distilled water [Dw])
  - 3.1.2.11 ดีพีพีเอช (2, 2 – diphenyl – 1 – picrylhydrazyl, DPPH)
  - 3.1.2.12 ทริปโตไนต์เยสต์เอ็กแทรกซ์อะการ์ (Tryptone Yeast Extract Agar)
  - 3.1.2.13 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)
  - 3.1.2.14 ลอริลซัลเฟตทริปโตสบรอต (Lauryl Sulfate Tryptose Broth [LSTB])
  - 3.1.2.15 ลูเรียเบอร์ทานิบรอต (Luria Bertani Broth [LB])
  - 3.1.2.16 แมนนิทอลซอลท์อะการ์ (Mannitol salt agar)
  - 3.1.2.17 โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>O<sub>4</sub>K [KHP])
  - 3.1.2.18 เปปโตเน (Peptone)
  - 3.1.2.19 เพลทเคาท์อะการ์ (Plate Count Agar [PCA])
  - 3.1.2.20 โพแททเดกซ์โทรสอะการ์ (Potato Dextrose Agar)
  - 3.1.2.21 ซาบัวร์รอดเดกซ์โทรสอะการ์ (Sabouraud Dextrose Agar [SDA])
  - 3.1.2.22 โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate [Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>])

### 3.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน และการเตรียมวัตถุดิบจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

การเก็บผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เก็บจากพื้นที่ใน อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตมากในช่วงประมาณเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม เท่านั้น ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่



หมายถึง ส่วนเปลือก และเนื้อของ *Carissa carandas* Linn. เก็บผลแบ่งตามระยะการสุก 2 ระยะ คือ ผลกึ่งสุก (half - ripened) และผลสุก (fully - ripened) โดยผลกึ่งสุก หรือผลห่ามมีสีขาวปน ชมพูมีค่าสี L\* a\* b\* เฉลี่ยที่ L\* 37.38 ± 3.90 a\* 49.68 ± 2.37 b\* 15.8 ± 2.72 และผลสุกมีสี ม่วงดำ มีค่าสี L\* a \* b\* เฉลี่ยที่ L\* 25.98 ± 1.02 a\* 7.98 ± 1.61 b\* 24.8 ± 0.85



ภาพที่ 3.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่ เก็บจากพื้นที่ใน อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ในช่วงประมาณเดือน พฤษภาคม



ภาพที่ 3.3 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ แบ่งตามระยะการสุก 2 ระยะ คือ ผลกึ่งสุกและผลสุก

### 3.3 วิธีการทดลอง

#### 3.3.1 วัตถุประสงค์

การเตรียมผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดัดแปลงจากการศึกษาของพัชรี สิริตระกุลศักดิ์ (2559) เปลือก และเมล็ดของมะม่วงหาวมะนาวโห่ มียางมาก ดังนั้น ต้องแกะส่วนเมล็ดออก แล้วนำ ผลล้างแช่ในน้ำสะอาด ไปเก็บไว้ในตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียส ในถุงสุญญากาศ เพื่อลดความฝาด



จากยกก่อน แล้วจึงนำไปแปรรูปต่อไป การแยกน้ำคั้น และกากอย่างง่าย นำตัวอย่างมาลดขนาดโดยใช้เครื่องปั่น (Blender) ปั่นกรองตัวอย่างด้วยผ้าขาวบางหรือกระชอน และกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เมื่อได้กากสดและน้ำคั้น จึงนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ ดังนี้

### 3.3.2 การแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจกจากกากสด

วัตถุดิบที่นำมาทำหยาจก จะมีน้ำตาล เกลือ พริก เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้น ส่วนผสมการทำหยาจกจึงได้ดัดแปลงมาจากจากงานวิจัยของมจรุส รัตนวงศ์สนธิ และศศมล ผาสุข (2560) นำกากสดที่แยกออกมาจากข้อ 3.3.1 ทั้งสองระยะปรับสูตรจากต้นตำรับสูตรหยาจก ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจก แบบปรับสูตร

ส่วนผสม	ร้อยละ
กากสดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งสองระยะ	27
กลูโคสไซรัปหรือเบะแซ	2
น้ำตาลปีบ	70
เกลือป่น	0.5
พริกป่น	0.5

ขั้นตอนการทำมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจก ดังนี้

- นำกากสดที่แยกมาจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งสองระยะ นำมาพักใส่ภาชนะ หรือใส่ในกระทะไฟฟ้าที่ยังไม่ตั้งไฟ ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.1
- ใส่กลูโคสไซรัปหรือเบะแซ น้ำตาลปีบ เกลือป่น ลงในกระทะไฟฟ้าที่ยังไม่ตั้งไฟ โดยใส่ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.1 คนส่วนผสมทั้งหมดจนเป็นเนื้อเดียวกัน ที่อุณหภูมิห้อง
- ตั้งไฟอ่อน ๆ จากนั้นเคี่ยวจนมีลักษณะข้นหนืดประมาณ 3 นาที ควรพึงระวังไม่ให้เกิดกระทะร้อนจัดจนเกินไป และควบคุมเวลาในการปรุงเพื่อให้คงสารแอนโทไซยานินไว้ (ห้ามเคี่ยวไฟแรง และใช้เวลานาน อาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล)
- พักทิ้งไว้ให้เย็นตัว ส่วนผสมที่เคี่ยวได้พอเหมาะ จะมีลักษณะข้นหนืด และยึดติดพายที่ใช้กวนขึ้นมา เมื่อเย็นตัวแล้วสามารถแบ่งปริมาณมาปั้นบนภาชนะที่เทน้ำตาลทรายขาวกับพริกป่น เกลือป่น ในอัตราส่วน คือ น้ำตาลทรายขาว 1 ถ้วยตวง เกลือป่น ½ ช้อนชา และพริกป่น ½ ช้อนชา จะได้มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจก 2 สูตร คือ หยาจกผลกึ่งสุกและหยาจกผลสุก จากนั้นนำ

ไปทดสอบทางเคมีกายภาพในผลิตภัณฑ์ และให้ผู้บริโภคชิม ศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษา และระยะเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส และทดสอบทางจุลชีววิทยา อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้ มผช. 521/2558

### 3.3.3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ขั้นตอนการทำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละสูตร

3.3.3.1 ทำการแปรรูปน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม จากน้ำคั้นระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ปรงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ เจือจางด้วยน้ำตามอัตราส่วน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งสองระยะ	35
น้ำเชื่อม	64.5
เกลือ	0.5

1) นำน้ำคั้นจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งสองระยะ ที่เตรียมจากข้อ 3.3.1 ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2 มาต้มให้อุณหภูมิ 70 - 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที

2) เตรียมน้ำเชื่อมโดยต้มน้ำให้เดือด 100 องศาเซลเซียส และเทในอัตราส่วนน้ำตาลทราย 1 กรัม: น้ำ 1 มิลลิลิตร เคี่ยวจนละลายตั้งพักไว้

3) ผสมข้อ 1 และ 2 ให้เข้ากันตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2

จะได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม 2 สูตร คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม สูตรที่ทำจากระยะผลกึ่งสุกและสูตรระยะผลสุก จากนั้นนำไปทดสอบทางเคมีกายภาพในผลิตภัณฑ์ แล้วให้ผู้บริโภคชิม และทดสอบทางจุลชีววิทยาอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มที่ผู้บริโภครับโดยรวมมากที่สุด ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อ ให้กลายเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานด้วยส่วนผสมน้ำเชื่อมกับหญ้าหวาน ในปริมาณที่ต่างกัน

### 3.3.3.2 การแปรรูปน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานทั้งหมด 3 สูตร

ผู้วิจัยเลือกใช้สารแทนความหวานจากใบหญ้าหวานอบแห้ง มาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มที่ลดปริมาณของน้ำตาลลง โดยได้ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกซื้อใบหญ้าหวานอบแห้งจากมูลนิธิโครงการหลวง สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ดังภาพที่ 3.4 ใช้ใบหญ้าหวานอบแห้ง จะนำมาปั่นด้วย blender ให้ละเอียด ผสมน้ำอุ่นชงแบบชา



ภาพที่ 3.4 ใบหญ้าหวานอบแห้งจากมูลนิธิโครงการหลวง



ภาพที่ 3.5 ใบหญ้าหวานอบแห้ง และใบหญ้าหวานอบแห้งปั่นด้วย blender

2) เลือกนำน้ำคั้นที่ใช้เป็นส่วนประกอบน้ำพร้อมดื่มที่ผู้บริโภคมารับโดยรวมมากที่สุดมา ต้มให้อุณหภูมิ 70 - 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ใส่ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2 แต่

ทดแทนน้ำเชื่อม ด้วยสูตรน้ำเชื่อมกับหญ้าหวานในปริมาณที่ต่างกัน 3 สูตร ตามอัตราส่วนเพิ่มขึ้นกับลดลงทีละ 10 มิลลิลิตร จากงานวิจัยของวทันยา ลิมปะพะยอม (2555) แล้วตั้งพักไว้

3) วิธีการเตรียมน้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของหญ้าหวาน สูตรดัดแปลงจากวทันยา ลิมปะพะยอม (2555) นำหญ้าหวานจากข้อ 1 มาชงด้วยน้ำอุ่นที่ 65 องศาเซลเซียส (ต้มน้ำเดือดแล้วตั้งพักไว้) ดังนี้

ขงสูตรที่ 1 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 45 มิลลิลิตร

ขงสูตรที่ 2 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 35 มิลลิลิตร

ขงสูตรที่ 3 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 25 มิลลิลิตร

ขงทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้น นำน้ำที่ขงมากรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 1 และนำสารละลายที่ได้ไปใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับระดับปริมาตรด้วยน้ำเชื่อมที่ปรุงแล้ว ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลทราย 1 กรัม: น้ำ 1 มิลลิลิตร จะได้น้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของหญ้าหวานทั้งหมด 3 สูตร

4) นำข้อ 2 และ 3 เทผสมรวมกัน ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2

จะได้ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 3 สูตร ที่ลดปริมาณน้ำตาลน้อยลง จากนั้นให้ผู้บริโภคชิม แล้วนำสูตรที่ผู้บริโภคเลือกไปทดสอบทางเคมีกายภาพในผลิตภัณฑ์ และนำไปทดสอบทางจุลชีววิทยาอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557 ซึ่งทดสอบเช่นเดียวกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรที่ผู้บริโภคมารับเพื่อนำผลต่าง ๆ มาเปรียบเทียบ

### 3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสาร และการทดสอบทางเคมีกายภาพ และจุลชีววิทยา ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ และผลิตภัณฑ์

#### 3.4.1 การหาค่า pH ด้วย pH meter

นำตัวอย่าง ได้แก่ กากสด และน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยกากสดแปรรูปไปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และน้ำคั้นแปรรูปไปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม มาปรับปริมาตรน้ำกลั่น โดยเตรียมตัวอย่าง และชั่งน้ำหนัก 5 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) หรือปิเปต 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Erlenmeyer flasks เติมน้ำกลั่นลงไป 25 มิลลิลิตร ตีให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 5 นาที จากนั้น นำส่วนของเหลวที่ได้นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge 30,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาเฉพาะน้ำชั้นบน นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 1 จึงจุ่มด้วย pH meter ทำการวัดสามซ้ำ ล้าง pH meter ด้วยน้ำกลั่น ทุกครั้งในการทำซ้ำและเปลี่ยนตัวอย่าง (สิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรสรณีย์ สีหาพงษ์, 2558)

### 3.4.2 การหาค่าความเป็นกรดในอาหาร (Total Titratable Acidity) ด้วยการไทเทรต

นำตัวอย่างได้แก่ กากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยกากสดแปรรูปไปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาบ และน้ำคั้นแปรรูปไปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม เตรียมตัวอย่างและชั่งน้ำหนัก 5 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) หรือเปิดตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Erlenmeyer flasks เติมน้ำกลั่นลงไป 25 มิลลิลิตร ตีให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 5 นาที จากนั้น นำส่วนของเหลวที่ได้นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge 30,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาเฉพาะน้ำชั้นบน นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (สิริรัตน์ ลิคนันท์ และสรรสนีย์ สีหาพงษ์, 2558) จากนั้น หยดสารละลาย 1% Phenolphthalein 3 หยด ไทเทรตตัวอย่างด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (0.1 N NaOH) จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตร 0.1 N NaOH ที่ใช้ ทำสามซ้ำ และคำนวณหาค่าร้อยละของกรดในตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์

$$\text{ค่าร้อยละของกรดในตัวอย่างอาหาร} = \frac{A \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}}$$

โดยที่ A คือ ปริมาณกรดซिटริกที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของสารละลาย 0.1 N NaOH กำหนดให้ ค่า factor ของกรดซिटริก = 0.07005 กรัม/มิลลิลิตร

ดังนั้น ค่า factor ของกรดซिटริกที่ 0.1 N NaOH มีค่าเท่ากับ  $0.07005 \times 0.1 \text{ N NaOH} = 0.007005$

จะได้ว่า สารละลาย 0.1 N NaOH ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับซिटริก 0.007005 กรัม

#### ตัวอย่าง

การคำนวณร้อยละของกรดในตัวอย่างอาหาร ถ้าอาหารที่นำมาวิเคราะห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 5.33 กรัม และปริมาตร 0.1 N NaOH ที่ใช้ไทเทรต 2.85 มิลลิลิตร จะคำนวณได้ ดังนี้

สารละลาย 0.1 N NaOH ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับซिटริก 0.007005 กรัม

สารละลาย 0.1 N NaOH ปริมาตร 2.85 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับซिटริก มีค่าเท่ากับ  $(0.007005 \times 2.85) / 1 = 0.02$  กรัม

ปริมาณกรดซिटริกที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของสารละลาย 0.1 N NaOH มีค่าเท่ากับ 0.02 กรัม

ถ้า ตัวอย่างอาหาร 5.33 กรัม มีกรดซिटริก 0.02 กรัม ดังนั้น ตัวอย่างอาหาร 100 กรัม จะมีกรดซिटริก จะมีค่าเท่ากับ  $(100 \times 0.02) / 5.33 = 0.375$  กรัม

เมื่อตัวอย่างอาหาร พบว่า มีกรดซिटริก = 0.375% (w/w) จะได้ว่า กรดในตัวอย่างอาหาร คือ ร้อยละ 0.375



หลักการเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (0.1 N NaOH) มีวิธีการ ดังนี้

เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ทำได้โดย ให้ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 11 กรัม ในน้ำกลั่น ปล่อยให้เย็น จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ใส่น้ำในส่วนบนมา 5.45 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บในขวดพลาสติก ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอนโดยการไทเทรตกับ 40.00 มิลลิลิตรของสารละลายเคเอชพี หรือโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ( $C_8H_5O_4K$  [KHP]) และใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึง Infection point ซึ่งใกล้เคียง pH 8.7 คำนวณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังนี้

$$\text{นอร์มัลลิตี (N)} = \frac{A \times B}{204.2 \times C}$$

A คือ น้ำหนักเป็นกรัมของเคเอชพีที่นำมาเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

B คือ ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายเคเอชพีที่นำมาไทเทรต

C คือ ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่นำมาไทเทรต

### 3.4.3 การหาค่าวิตามินซี ด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy

ดัดแปลงตามวิธีการของสิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรสรณีย์ สีหาพงษ์ (2558) ดังนี้

1) การเตรียมโซเดียมไฮโอซัลเฟต ( $Na_2S_2O_3$ ) 0.04% ปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยชั่งสาร  $Na_2S_2O_3$  หนัก 0.2000 กรัม (ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) แล้วปรับปริมาตรน้ำปราศจากไอออน (Deionized Water [DI]) จนครบขีดวัดปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดด้วย Aluminum foil และเตรียม Stock solution ของกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 500 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยชั่งกรดแอสคอร์บิก 0.0022 กรัม แล้วปรับปริมาตรน้ำ DI จนครบขีดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดด้วย Aluminum foil

2) การหาความยาวคลื่นสูงสุด ( $\lambda_{max}$ ) ของวิตามินซี โดยใช้วิธีอัลตราไวโอเลตสเปกโทรโฟโตเมตรี เตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 50 ไมโครโมลาร์ โดยปิเปตกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 500 ไมโครโมลาร์ มา 1.00 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลาย  $Na_2S_2O_3$  0.04% เป็น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดด้วย Aluminum foil นำสารละลายที่เตรียมได้ไปสแกนหาความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด จากความยาวคลื่น 200 - 400 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอัลตราไวโอเลตสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น Biomate 3S ประเทศจีน เตรียมสารละลายดังตาราง (ภาคผนวก ก) เพื่อศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง และค่าแอมซอพท์ตีวิตีของกรดแอสคอร์บิก ดังตาราง (ภาคผนวก ก) ปริมาณการเตรียมสารละลายวัดหาช่วงความเป็นเส้นตรง

3) การวัดปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่าง นำตัวอย่าง ได้แก่ กากสดและน้ำคั้นของผล

มะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยากสดแปรรูปไปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำคั้นแปรรูปไปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม นำตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ DI ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge 30,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาเฉพาะน้ำชั้นบน กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 อีกครั้ง เก็บไว้ในที่มืดด้วย Aluminum foil วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด ( $\lambda_{max}$ ) ของวิตามินซีที่หาไว้โดยใช้วิธีอัลตราไวโอเลตสเปกโทรโฟโตเมตรี ในการเตรียมสารละลายดังตาราง (ภาคผนวก ก) เช่นเดียวกัน จากนั้น บันทึกผล และศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง และค่าแอมซอพท์ดิวิตีของตัวอย่าง

#### 3.4.4 การหาค่าแอนโทไซยานิน ในรูปของไซยานิดิน -3- กลูโคไซด์ ด้วยวิธี pH differential ดัดแปลงวิธีการของจุฑามาส สื่อประสาร และคนอื่น ๆ (2556) ดังนี้

1) นำตัวอย่างได้แก่ กากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ ซึ่งมาทำเป็นวัตถุดิบ ในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยากสดแปรรูปไปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำคั้นแปรรูปไปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ทำการสกัดแอนโทไซยานิน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลาย นำตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตร เติมหิวทานอล 95% ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก เก็บไว้ในที่มืดด้วย Aluminum foil เป็นเวลา 120 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge 30,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดเอาเฉพาะน้ำชั้นบน กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 อีกครั้ง เพื่อผสมกับบัฟเฟอร์ที่เตรียมไว้

2) การเตรียมบัฟเฟอร์ ที่ pH 1.0 (KCl 0.025 M) 500 มิลลิลิตร น้ำหนัก KCl 0.465 กรัม เติมน้ำ Conc. HCl 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น บัฟเฟอร์ pH 4.5 ( $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.4 M) 500 มิลลิลิตร น้ำหนัก  $\text{CH}_3\text{COONa}$  13.60 กรัม เติมน้ำ Conc. HCl 18 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3) นำตัวอย่างสารสกัดแอนโทไซยานิน มาเจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH 1.0 และ 4.5 ที่ความเข้มข้น 1 ต่อ 50 เก็บในที่มืด 15 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 และ 700 นาโนเมตร ทำสามซ้ำ จดบันทึกค่าที่อ่านได้

4) นำค่าที่อ่านได้ มาคำนวณปริมาณ monomeric anthocyanin โดยแสดงค่า เทียบเป็น cyaniding-3-glucoside equivalents (มิลลิกรัมต่อลิตร) ดังสมการ

$$\text{Monomeric anthocyanin} = \frac{A \times MW \times 10^3 \times DF}{\epsilon \times 1}$$

โดยที่ A =  $(A_{535\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1.0} - (A_{535\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4.5}$

MW = 449.2 g/mol

$\epsilon$  = molar extention coefficient =  $26,900 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$



DF = dilution factor, ถ้า sample1 dilute50 ดังนั้น DF คือ 50

l = pathlength; cm

**3.4.5 การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity)** ดัดแปลงตามวิธีการของปิลันธสุทธิ์ สุวรรณเลิศ (2555) โดยวิธีดังต่อไปนี้

1) เตรียมสาร DPPH เป็น stable radical ในตัวทำละลายเอทานอล นำมาทำให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 500 250 125 62.50 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผสมด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 30 วินาที บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ BHT

2) เตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิก ที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใช้ความเข้มข้น 500 250 125 62.50 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในเอทานอล ดังตาราง (ภาคผนวก ก) ผสมเข้ากันด้วยเครื่อง vortex เป็นเวลา 30 วินาที บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เช่นเดียวกัน

3) เตรียมสารสกัดตัวอย่างได้แก่ กากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ นำมาทำให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 500 250 125 62.50 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตัวอย่างทั้งหมดที่ผสมกับเอทานอล ให้กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้น ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 0.10 มิลลิลิตร จากความเข้มข้นต่าง ๆ ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.004% ในเอทานอลปริมาณ 2.90 มิลลิลิตร ผสมเข้ากันด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 30 วินาที บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที

4) ใช้ Blank คือ สารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน 2 มิลลิลิตร ผสมเข้ากันด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 30 วินาที กับเอทานอล 2 มิลลิลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ส่วนสารละลายควบคุมใช้สารมาตรฐาน BHT 2 มิลลิลิตร ผสมเข้ากันด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 30 วินาทีกับ เอทานอล 2 มิลลิลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จดบันทึกค่าที่อ่านได้

5) นำค่าที่วัดได้จากสารละลายตัวอย่าง มาคำนวณค่า % radical scavenging ดังสมการ

$$\text{ค่า \% radical scavenging} = \frac{A_{\text{ควบคุม}} - A_{\text{ตัวอย่าง}}}{A_{\text{ควบคุม}}} \times 100$$

6) ทำการหาค่า EC<sub>50</sub> (50% effective concentration [EC<sub>50</sub>]) ซึ่งหมายถึง ปริมาณ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50% โดยสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับค่าการดูดกลืนแสง

7) หาค่า  $EC_{50}$  จากกราฟ จะแสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50% แล้วใช้ค่า  $EC_{50}$  ในการเปรียบเทียบความสามารถของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระระหว่างตัวอย่าง ค่าความสามารถของปริมาณสารที่ทำการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง โดยการนำค่าร้อยละฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาสร้างกราฟเทียบกับความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่าง คือ 500, 250, 125, 62.50, 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วหาสมการเส้นตรง  $y = ax + b$  จากนั้นแทนค่า  $y = 50$  แล้วแก้สมการเพื่อหาความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ปฏิกิริยาอนุมูลอิสระถูกยับยั้งร้อยละ 50 ( $EC_{50}$ ) ในหน่วย (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เทียบกับกรดแอสคอร์บิก

### 3.4.6 การวัดสี

วัดค่าสี วัดโดย Color reader ยี่ห้อ KONIKA MINOLTA S1592012 ประเทศญี่ปุ่น แสดงค่าการวัดเป็น  $L^* a^* b^*$  นำตัวอย่างได้แก่ กากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะนำไปแปรรูปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม บรรจุใส่ถุงพลาสติกใสแบบสุญญากาศ จากนั้นใช้หัววัดค่าสีกดลงบนตัวอย่าง กดปุ่ม Read เครื่องจะอ่านค่า และแสดงผลหน้าจอเป็นตัวเลขดิจิทัล ทำการวัดตัวอย่าง 2 ครั้ง บันทึกผล หาค่าเฉลี่ย ต่อจากนั้นคำนวณหาค่า  $\Delta E^*_{ab}$

### 3.4.7 การวัดความชื้น

ทำการวัดค่าความชื้นของตัวอย่าง โดยวัดด้วยเครื่อง Infrared moisture determination balance FD - 620 นำตัวอย่าง ได้แก่ มะม่วงหาวมะนาวโห่หีระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก นำหีตัวอย่างมาตัดด้วยมีดสแตนเลสเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 2 กรัม จดบันทึก แล้วใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าความชื้นประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาตรตลับ นำไปวัดค่าความชื้น 2 ครั้ง และจดบันทึกผลที่อ่านค่าได้ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

### 3.4.8 การวัดค่าพลังงาน

วัดค่าพลังงาน ดัดแปลงจากวิธีการของ The Association of Official Analytical Chemists [AOAC] (2000) โดยใช้ bomb calorimeter Model C5000 ของ IKA ประเทศเยอรมนี เปิดเครื่องให้พร้อมทำงานก่อน 45 นาที นำตัวอย่าง ได้แก่ มะม่วงหาวมะนาวโห่หีระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก นำหีตัวอย่างมาตัดด้วยมีดสแตนเลสเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 2 กรัม บรรจุลงในถ้วยแก้วที่มีชนวนเส้นด้าย ผูกเส้นด้ายไว้กับตำแหน่งฝาเครื่อง ทำการเผาตัวอย่าง รอเวลาอ่านค่าที่ได้ จดบันทึกผล แล้วนำมาคำนวณแปลงหน่วยจูล มาเป็นกิโลแคลอรี ทำการวัดตัวอย่าง 2

ครั้ง หาค่าเฉลี่ย สำหรับตัวอย่างที่เป็นน้ำ เช่น น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุก มะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ต้องใช้แคปซูลบรรจุ วิธีการทำเช่นเดียวกัน

### 3.4.9 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

การเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารต่าง ๆ ต้องทำการนึ่งอบฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทุกชิ้น ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาตามวิธีการของ อภิษฎา ทองทับ (2555) ดังนี้

วิธีการเตรียมตัวอย่างก่อนการตรวจวิเคราะห์

1) ชั่งมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาบมา 50 กรัม ใส่ในถุงสุญญากาศที่ปราศจากจุลินทรีย์ ที่บรรจุน้ำยาสำหรับเจือจางด้วยสารละลายเปปโตน 0.10% ในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร ตีปั่นตัวอย่างเป็นเวลา 2 นาที โดยใช้เครื่อง Stomacher (เทียบเท่าที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-1}$ )

2) เตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละสูตรมา 50 มิลลิลิตร ใส่ในถุงสุญญากาศที่ปราศจากจุลินทรีย์ที่บรรจุน้ำยาสำหรับเจือจางด้วยสารละลายเปปโตน 0.10% ในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร เนื่องจากเป็นน้ำไม่มีตะกอนแข็งจึงใช้วิธีเขย่าด้วยมือให้เข้ากันเป็นเวลา 30 วินาที (เทียบเท่าที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-1}$ )

#### 3.4.9.1 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

1) ทำการเจือจางตัวอย่าง 1 : 10 เท่า โดยปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าหลอดทดลองขึ้นลงให้เข้ากันในหลอด 25 ครั้ง ได้ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-2}$  ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางต่อ จนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง  $10^{-3}$   $10^{-4}$  และ  $10^{-5}$

2) ปิเปตตัวอย่าง ที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ลงในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 จาน ๆ ละ 1 มิลลิลิตร และเติมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) จานละ ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อนั้น

3) หมุนจานเพาะเชื้อไปมาเบา ๆ อย่างรวดเร็ว โดยหมุนไปทางขวา 3 - 4 ครั้ง และทางซ้าย 3 - 4 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวจึงคว่ำจาน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4) นับจำนวนโคโลนีบนจานที่มีจำนวนโคโลนี อยู่ในช่วง 30 - 300 โคโลนี คำนวณในรูปของ CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง

#### 3.4.9.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และราในผลิตภัณฑ์

1) ทำการเจือจางตัวอย่าง 1 : 10 เท่า ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าขึ้นลงให้เข้ากันในหลอด 25 ครั้ง ได้ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-2}$  ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางต่อ จนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง  $10^{-3}$   $10^{-4}$  และ  $10^{-5}$

3) ปิเปตตัวอย่างที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ลงในจานเพาะเชื้อ ตัวอย่างละ 3 จาน ๆ ละ 1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร Sabouraud Dextrose Agar (SDA) แล้วใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่ว บ่มที่ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องคว่ำจาน นาน 5 วัน

4) รายงานผลโดยการนับจำนวนโคโลนี บนจานที่มีจำนวนโคโลนี 15 - 200 โคโลนี ถ้าไม่มีการเจริญให้บ่มต่ออีก 2 วัน รายงานผลเป็น CFU ต่อกรัม หรือ CFU ต่อมิลลิลิตร

#### 3.4.9.3 การตรวจหา *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์

การตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ทำได้โดยการส่งตรวจวิเคราะห์ทดสอบหาเชื้อที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี

1) เตรียมมะม่วงหาวมะนาวโห่หยา 25 กรัม หรือตวงน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละสุตรมา 25 มิลลิลิตรด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในขวดฝาเกลียวปากกว้างขนาด 500 มิลลิลิตร

2) ให้เติมอาหาร Luria - Bertani Broth (LB) ลงไปเพียง 15 มิลลิลิตรก่อน แล้วคนด้วยช้อนปราศจากเชื้อ แล้วค่อย ๆ เติมอาหารลงไปอีก 3 ส่วน คือ 10, 10 และ 190 มิลลิลิตร (รวมข้อ 1 และ 2 เป็นปริมาณ 250 มิลลิลิตร) ผสมให้เข้ากันดีโดยแกว่งขวด ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง

3) นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4) ปิเปตตัวอย่างอาหารที่บ่มแล้ว 0.10 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลว Rappaport - vassiliadis (RV) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และปิเปตตัวอย่างเดิมอีก 0.10 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลว Tetrathionate Broth (TT) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

5) ผสมอาหารที่บ่มแล้วในหลอด ใช้ลูปปราศจากเชื้อ ต้ดอาหาร TT ที่บ่มแล้ว (สำหรับอาหาร RV ที่บ่มแล้วก็ทำเช่นเดียวกันกับอาหาร TT) ลากลงบนอาหาร selective agar 3 ชนิด (ชนิดละ 1 ลูป ด้วยเทคนิคการแยกเชื้อบริสุทธิ์) ได้แก่ อาหาร Bismuth Sulfite agar (BS), อาหาร Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD) และอาหาร Hektoen Enterich agar (HE) จากนั้นนำจานอาหารทั้งหมด ไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6) ตรวจสอบโคโลนีบนอาหารทิ้ง 3 ชนิด หากพบโคโลนีที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *Salmonella* หรือไม่ ซึ่งลักษณะเฉพาะของโคโลนี *Salmonella* บนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 3 ชนิด เป็นดังนี้

- Hektoen Enterich agar (HE) โคโลนีสีน้ำเงินเขียว หรือน้ำเงินที่มีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลาง *Salmonella* อาจสร้างโคโลนีที่มีจุดดำใหญ่ตรงกลาง หรืออาจมีสีดำเกือบทั้งโคโลนี

- Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD) โคโลนีสีชมพูที่มีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลาง *Salmonella* อาจสร้างโคโลนีที่มีจุดดำใหญ่ตรงกลาง หรืออาจมีสีดำเกือบทั้งโคโลนี

- Bismuth Sulfite agar (BS) โคโลนีสีน้ำตาล เทา หรือดำ บางครั้งมีน้ำตาลคล้ายโลหะอยู่ที่บริเวณผิวของอาหารโดยรอบมักมีสีน้ำตาลตอนแรก และอาจเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อบ่มนานขึ้น

#### 3.4.9.4 การตรวจหา *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์

โดยวิธีการตรวจนับจำนวนบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยตรง (Direct plate count method)

1) ทำการเจือจางตัวอย่าง 1 : 10 เท่า ปิเปิดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าหลอดทดลองขึ้นลง ให้เข้ากันในหลอด 25 ครั้ง ได้ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-2}$  ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางต่อ จนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง  $10^{-3}$   $10^{-4}$  และ  $10^{-5}$

2) ปิเปิดตัวอย่างที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ลงในงานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 งาน ๆ ละ 1 มิลลิลิตร ใส่บนผิวหน้าอาหาร Baird Parker agar (BPA)

3) ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อ นำมาเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร ตั้งทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้ง จากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส ตรวจสอบโคโลนีบนงานอาหาร BPA เลือกงานที่มีโคโลนีที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 20 - 200 โคโลนี

4) นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว จดบันทึกไว้ คำนวณหาจำนวนของ *S. aureus* ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ (CFU ต่อกรัมของอาหาร) จากจำนวนโคโลนีที่ให้ผลบวกกับการทดสอบยืนยัน และคำนวณ Dilution factor

3.4.9.5 การตรวจวิเคราะห์ Coliform, Faecal coliform และ *E. coli* ด้วยวิธี The most probable number of coliform organisms (MPN) ในตัวอย่าง

1) ทำการเจือจางตัวอย่าง 1 : 10 เท่า ปิเปิดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำยาสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าขึ้นลงให้เข้ากันในหลอด 25 ครั้ง ได้ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นเจือจาง  $10^{-2}$  ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางต่อ จนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง  $10^{-3}$   $10^{-4}$  และ  $10^{-5}$



3) ปิเปตตัวอย่างที่ความเจือจาง ระดับต่าง ๆ ลงในหลอดที่ใส่ Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LSTB) และบรรจุหลอดดักก๊าซ หลอดละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 3 หลอด แล้วนำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

4) ตรวจสอบโดยนับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก คือ เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (Durham tube) แล้วนำหลอดที่เกิดก๊าซไปทดสอบยืนยัน ในขั้นตอนต่อไป

5) การทดสอบยืนยันสำหรับ Coliform ให้ใช้ลูปปราศจากเชื้อ ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก คือ เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซใน LSTB ลงใน Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) หลอดละ 2 - 3 ลูบต่อหลอด แล้วนำไปบ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจสอบโดยที่หลอดที่ให้ค่าผลบวกจะเกิดฟองก๊าซ นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก นำไปคำนวณหาค่า MPN จากตาราง MPN สำหรับ 5 หลอด ค่า MPN ค่าที่ได้ คือ ปริมาณมากที่สุดของ Coliform ซึ่งอาจพบในตัวอย่างอาหารที่ตรวจ

6) การคำนวณหาค่า MPN และค่าขีดจำกัดของความเชื่อมั่น (Confidence limits หรือ Confidence interval) ให้ดูจากตาราง MPN ค่าขีดจำกัดของความเชื่อมั่น หมายถึง ค่าที่ชี้ให้เห็นถึงช่วงของจำนวนจุลินทรีย์ที่แท้จริง ที่มีในตัวอย่างนั้น ซึ่งมีจำนวนสูงสุดถึงจำนวนต่ำสุดของค่าขีดจำกัดของความเชื่อมั่นนั้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งครอบคลุมจำนวนที่ประมาณได้จากค่า MPN ในการหาค่า MPN ทำได้โดยนำรูปแบบของผลบวก (จำนวนหลอดที่เกิดก๊าซที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ) มาหาค่าดังกล่าวจากตาราง MPN (ภาคผนวก ค)

#### 3.4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบประสาทสัมผัส ผู้วิจัยเลือกแบบ 9 point hedonic scaling test จากการสอบถามผู้บริโภค อายุ 20 ปี ขึ้นไป จำนวน 30 คน ที่จังหวัดอ่างทอง ด้วยแบบทดสอบตามตาราง (ภาคผนวก ฉ) จดบันทึกผลข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทำได้โดยใช้วิธี T-test ในกรณีมี 2 ตัวอย่าง ถ้ามีมากกว่า 2 ตัวอย่างจะใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) หรือ Duncan's new multiple range test (DMRT)

#### 3.4.11 การเก็บรักษา

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุก มาศึกษาเพิ่มเติม ในประเด็นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุก โดยนำผลิตภัณฑ์ เก็บในถุงบรรจุสุญญากาศ และหุ้มด้วย Aluminum foil เพื่อป้องกันแสง ทำการเปรียบเทียบการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 เดือน



จากนั้น นำไปทดสอบปริมาณวิตามินซี และแอนโทไซยานินที่ยังคงอยู่ในผลิตภัณฑ์ และทดสอบทางจุลชีววิทยา

### 3.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

โดยทำการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการวิจัยที่ได้ไปถ่ายทอดความรู้ และอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยนำไปพัฒนาชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เอกสารประกอบการอบรม ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาในเอกสารงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ส่วนที่ 2 ภาคนิพนธ์

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินความพึงพอใจ หลังอบรม ทั้งนี้การพัฒนาเอกสารอบรมทั้ง 3 ส่วน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประเมินดัชนีความสอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.05 ขึ้นไป จึงนำไปจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

#### 3.5.1 วิธีดำเนินการ

3.5.1.1 เสนอโครงการขออนุมัติโครงการ

3.5.1.2 จัดเตรียมเอกสารที่ใช้ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.5.1.3 ประชาสัมพันธ์โครงการ

3.5.1.4 ดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้ชุดอบรมทั้ง 3 ส่วน

3.5.1.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.5.1.6 กิจกรรมที่ปฏิบัติระหว่างการอบรม ดำเนินการสอบก่อนอบรมและหลังการอบรม แล้วจึงมีการบรรยายเกี่ยวกับ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน การอภิปรายผล ชักถาม และการปฏิบัติทดลองโดยใช้ชุดอบรม ส่วนที่ 1 - 3

3.5.1.7 สรุปการดำเนินงาน และประเมินผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

#### 3.5.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลการอบรม

3.5.2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างชุดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.5.2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดทำเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการอบรม จำนวน 10 ข้อ

3.5.2.3 นำเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม และแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการอบรม ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

3.5.2.4 ทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาของเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเอกสาร ประกอบการอบรมภาคปฏิบัติ และการประเมินผลการอบรม จากแบบประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ และแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

3.5.2.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้สนใจ จำนวน 30 คน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้ มีทักษะในการทำผลิตภัณฑ์ และความพึงพอใจในการเข้าร่วมการอบรม โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการจัดสถานที่ เตรียมเอกสาร และอุปกรณ์ประกอบการทดลองก่อนทำโครงการอบรม

### 3.5.3 กิจกรรมที่ปฏิบัติในการอบรม

3.5.3.1 กิจกรรมการฟังบรรยายความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะม่วงหาวมะนาวโห่ รายงานผลการวิจัยที่ค้นพบ ตอบข้อซักถาม ทำความเข้าใจ และการมีส่วนร่วมระหว่างการบรรยาย

3.5.3.2 กิจกรรมปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

3.5.3.3 ทำการวัดประเมินผลการอบรมด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม จำนวน 20 ข้อ

3.5.3.4 ทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดอบรม จำนวน 10 ข้อ

### 3.5.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.5.4.1 ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการได้รับความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหาวมะนาวโห่ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

3.5.4.2 ผู้เข้าร่วมการอบรมเห็นประโยชน์ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ และนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งสามารถทำผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานได้

### 3.6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยได้ใช้สถิติ ดังต่อไปนี้

#### 3.6.1 สถิติที่ใช้ในงานวิจัยคุณภาพทางเคมีกายของมะม่วงหาวมะนาวโห่

การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป ในการเปรียบเทียบระหว่างน้ำคั้นและกากสด ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจาก ศักดิ์สิทธิ์ วัชรารัตน์ (2552) โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ความแปรปรวน กรณีตัวแปรทางเดียวหรือปัจจัยเดียว (One - Way or Single - Factor ANOVA) ในการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมีเงื่อนไขว่า กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นอิสระกัน เริ่มต้นจากการทดสอบค่าแปรปรวน ด้วยสถิติ Bartlett' s Test Statistic จากนั้น จึงวิเคราะห์ค่าแปรปรวนทดสอบค่าเฉลี่ยทุกกลุ่มด้วยสถิติ F - Test ของ One - Way ANOVA ถ้าค่าเฉลี่ยมีความต่างกันในกลุ่ม ก็จะทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ต่อไป ด้วยสถิติ Fisher's Least Significant Difference (LSD) ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ภาคผนวก ข)

การทดสอบที (T-test) กรณีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เป็นอิสระกัน (Independent Samples T - test) เพื่อหาความแตกต่างของตัวอย่าง เปรียบเทียบของผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ศักดิ์สิทธิ์ วัชรารัตน์, 2552) มาทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวนด้วยสถิติ F - test for Equality of Variances แล้วจึงทดสอบที ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ภาคผนวก ข)

#### 3.6.2 สถิติที่ใช้ในการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean,  $\bar{X}$ ) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ

$\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum fx$  = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือ S.D. (Standard Deviation, S.D.) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$x$  = ข้อมูลแต่ละจำนวน

$f$  = ความถี่

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\Sigma$  = ผลรวม

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาของเอกสารประกอบที่ใช้ในการอบรมเชิงปฏิบัติการ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบสอบถามความรู้ผู้เข้ารับการอบรม การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ

IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\Sigma R$  = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$  = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน (T-test) เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังฝึกอบรม วิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ศักดิ์สิทธิ์ วัชรรัตน์, 2552) โปรแกรมช่วยทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม มีแบบจับคู่ด้วยการทดสอบที่ กรณีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน (Dependent Group or Paired Samples T-test) นี้ จะสามารถช่วยให้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่จับคู่กัน หรือกลุ่มตัวอย่างเดียว เก็บข้อมูล 2 ครั้งที่จับคู่กัน ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}; df = n-1$$

เมื่อ

$t$  = ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน T – distribution

$D$  = ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$N$  = จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนผู้อบรม

$\sum D$  = ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$  = ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง



GRAD VRU

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะ  
ผลกึ่งสุก

และระยะผลสุก ได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอน และได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

4.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี

4.3 มะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

4.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวาน

4.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

4.5.1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

4.5.2 ผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

#### 4.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

การเตรียมวัตถุดิบจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ แยกส่วนของกากสดและน้ำคั้น  
เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม แสดง  
ดังภาพที่ 4.1 - 4.3



ภาพที่ 4.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก ที่แกะส่วนเมล็ดออก





ภาพที่ 4.2 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุก แยกส่วนของกากสดและน้ำคั้น



ภาพที่ 4.3 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุก แยกส่วนของกากสดและน้ำคั้น

จากนั้น นำกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ มาทำการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าสี ได้ผลการทดสอบทางเคมีกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่า pH	ค่าความเป็นกรดในอาหาร (%w/w)	ค่าวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	ค่าแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
กากสดระยะผลกึ่งสุก	3.43±0.24 <sup>a</sup>	2.73±0.08 <sup>a</sup>	236.53±0.89 <sup>a</sup>	3.06±0.48 <sup>a</sup>	6.88
กากสดระยะผลสุก	3.18±0.12 <sup>a</sup>	2.07±0.00 <sup>b</sup>	70.40±0.89 <sup>b</sup>	37.02±0.96 <sup>b</sup>	7.32
น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุก	3.32±0.05 <sup>a</sup>	2.62±0.04 <sup>a</sup>	1,109.22±0.00 <sup>c</sup>	10.85±0.84 <sup>c</sup>	10.78
น้ำคั้นระยะผลสุก	3.19±0.05 <sup>a</sup>	2.00±0.04 <sup>b</sup>	850.80±0.00 <sup>d</sup>	59.00±1.74 <sup>d</sup>	13.00

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a, b, c, d</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า กากสดระยะผลกึ่งสุกมีค่า pH 3.43 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 2.73 ค่าวิตามินซี 236.53 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 3.06 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 6.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กากสดระยะผลสุกมีค่า pH 3.18 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 2.07 ค่าวิตามินซี 70.40 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 37.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 7.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุกมีค่า pH 3.32 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 2.62 ค่าวิตามินซี 1,109.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (มากที่สุด) ค่าแอนโทไซยานิน 10.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 10.78 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร น้ำคั้นระยะผลสุก มีค่า pH 3.19 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 2.00 ค่าวิตามินซี 850.80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 59.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (มากที่สุด) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 13.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (มากที่สุด)

จะเห็นได้ว่า ค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานินของกากสด และน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ค่า pH ของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ค่าความเป็นกรดของกากสดระยะผลกึ่งสุกและน้ำคั้นระยะกึ่งสุกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างของน้ำคั้นระยะผลสุกและกากสดระยะผลสุก กากสดและน้ำคั้นของระยะผลกึ่งสุกมีค่าวิตามินซีมากกว่ากากสด และ

น้ำคั้นของระยะผลสุก ในขณะที่กากสดและน้ำคั้นของระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากากสดและน้ำคั้นของระยะผลกึ่งสุก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้ำคั้นระยะผลสุกมีมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุก กากสดระยะผลสุก และกากสดระยะผลกึ่งสุก ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบค่าสีของกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีเขียว-แดง (a*)	ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	ผลต่างของค่า a* และ b* $\Delta E^*_{ab}$
กากสดระยะผลกึ่งสุก	45.80 ± 1.13 <sup>a</sup>	17.55 ± 1.77 <sup>a</sup>	11.65 ± 0.35 <sup>a</sup>	4.6
กากสดระยะผลสุก	35.35 ± 1.20 <sup>b</sup>	2.70 ± 0.28 <sup>b</sup>	8.90 ± 0.28 <sup>b</sup>	2.5
น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุก	32.75 ± 1.20 <sup>b</sup>	12.60 ± 0.28 <sup>c</sup>	9.45 ± 1.91 <sup>c</sup>	4.8
น้ำคั้นระยะผลสุก	32.90 ± 0.28 <sup>b</sup>	2.10 ± 0.57 <sup>b</sup>	8.60 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.2

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a, b, c, d</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า กากสดระยะผลกึ่งสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 45.80 17.55 และ 11.65 ตามลำดับ กากสดระยะผลสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 35.35 2.70 และ 8.90 ตามลำดับ น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 32.75 12.6 และ 9.45 ตามลำดับ น้ำคั้นระยะผลสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 32.90 2.10 และ 8.60 ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่า ค่า a\* b\* ค่าสีของกากสดและน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยกากสด ค่า L\* หมายถึง ความสว่าง แสดงให้เห็นว่า น้ำคั้นระยะผลกึ่งสุกมีสีชมพูค่าสว่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) กับ ค่า L\* ของกากสดและน้ำคั้นระยะผลสุก และน้ำคั้นระยะผลกึ่งสุก

#### 4.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หี

การนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แยกเป็นกากสดแต่ละระยะ เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีแต่ละระยะ แสดงดังภาพที่ 4.4 - 4.6





ภาพที่ 4.4 การทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกและระยะผลผลสุก



ภาพที่ 4.5 การปั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกและระยะผลผลสุก



ภาพที่ 4.6 มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกและระยะผลผลสุก ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่หีจากกากสดแต่ละระยะ มาทดสอบ ค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ค่าสี ค่าพลังงาน ค่าความชื้น และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.3 - 4.5

**ตารางที่ 4.3** ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงหาวมะนาวโห่หีจากกากสดแต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่า pH	ค่าความเป็นกรดในอาหาร (%w/w)	ค่าวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	ค่าแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
หีจากกากสดระยะผลกิ่งสุก	3.56 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.14 <sup>a</sup>	143.21 ± 1.33 <sup>a</sup>	10.85 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.05
หีจากกากสดระยะผลสุก	3.27 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.58 ± 0.04 <sup>b</sup>	50.15 ± 0.00 <sup>b</sup>	18.93 ± 0.48 <sup>b</sup>	6.39

**หมายเหตุ** ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a, b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า หีจากกากสดระยะผลกิ่งสุก มีค่า pH 3.56 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 0.89 ค่าวิตามินซี 143.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 10.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 5.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หีจากกากสดระยะผลสุกมีค่า pH 3.27 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 0.58 ค่าวิตามินซี 50.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 18.93 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 6.39 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จะเห็นได้ว่า ค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ของมะม่วงหาวมะนาวโห่หีจากกากสดแต่ละระยะ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) หีจากกากสดระยะผลกิ่งสุกมีค่าวิตามินซีมากกว่าหีจากกากสดระยะผลสุก ในขณะที่หีจากกากสดระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าหีจาก กากสดระยะผลกิ่งสุก

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบค่าสีมะม่วงหาวมะนาวโห่หียจากกากสดแต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีเขียว-แดง (a*)	ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	ผลต่างของค่า a* และ b* $\Delta E^*_{ab}$
หียจากกากสด ระยะผลกิ่งสุก	$36.95 \pm 0.35^a$	$13.35 \pm 1.63^a$	$13.20 \pm 0.71^a$	1.1
หียจากกากสด ระยะผลสุก	$33.80 \pm 0.14^b$	$0.75 \pm 0.49^b$	$8.15 \pm 0.07^b$	1.0

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a, b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หียจากกากสดระยะผลกิ่งสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 36.95 13.35 และ 13.20 ตามลำดับ และหียจากกากสดระยะผลสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 33.80 0.75 และ 8.15 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ค่าสีของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียจากกากสด แต่ละระยะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยหียจากกากสดระยะผลกิ่งสุกมีสีชมพูค่าสว่างมาก ในขณะที่หียจากกากสดระยะผลสุกมีค่าสีม่วงค่าสว่างน้อย

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบค่าพลังงาน และค่าความชื้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียจากกากสดแต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่าพลังงาน กิโลแคลอรีต่อกรัม	ค่าความชื้น (ร้อยละ)
หียจากกากสดระยะผลกิ่งสุก	$3.58 \pm 0.07^a$	$0.10 \pm 0.10^a$
หียจากกากสดระยะผลสุก	$3.67 \pm 0.02^a$	$0.43 \pm 0.12^b$

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 2

ตัวอักษร <sup>a, b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



จากตารางที่ 4.5 พบว่า หยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกมีค่าพลังงาน 3.58 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีค่าความชื้นร้อยละ 0.10 ส่วนหยีจากกากสตรระยะผลสุกมีค่าพลังงาน 3.67 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีค่าความชื้นร้อยละ 0.43 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ค่าพลังงานของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีมีค่าพลังงานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่มีค่าความชื้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) โดยพบว่า หยีจากกากสตรระยะผลสุกมีค่าความชื้น มากกว่าหยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุก

เมื่อนำมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point hedonic scale ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.6 จากนั้นนำมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบโดยรวมมากที่สุด ไปทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หียี มพช. 521/2558 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีจากกากสตรแต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	การทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
หยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุก	$7.60 \pm 0.30^a$	$6.93 \pm 1.05^a$	$8.67 \pm 0.55^a$	$7.27 \pm 0.74^a$	$7.87 \pm 0.73^a$
หยีจากกากสตรระยะผลสุก	$8.60 \pm 0.60^b$	$6.83 \pm 1.12^b$	$7.53 \pm 1.07^b$	$7.00 \pm 1.23^b$	$7.57 \pm 0.73^b$

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน,  $n = 30$

ตัวอักษร <sup>a, b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.6 พบว่า หยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.60 6.93 8.67 7.27 และ 7.87 ตามลำดับ หยีจากกากสตรระยะผลสุกคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.60 6.83 7.53 7.00 และ 7.57 ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่า ผู้ชิมให้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหาวมะนาวโห่หียีแต่ละระยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) โดยหยีจากกากสตรระยะผลกิ่งสุกมีค่าความชอบ

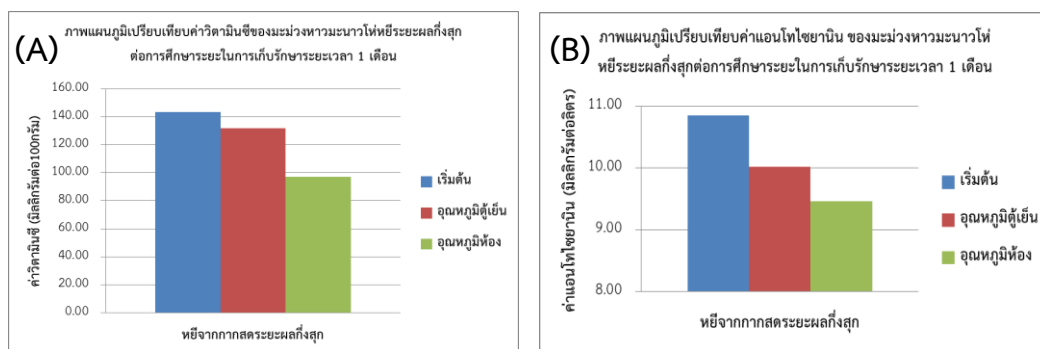
โดยรวมมากกว่าหยาจกจากกาสตระยะผลสุก ที่ระดับ ชอบมาก จึงนำหยาจกจากกาสตระยะผลกึ่งสุกไปทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ในขั้นตอนต่อไป พร้อมทั้งศึกษา การเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ระยะเวลา 1 เดือน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7** ผลการวิเคราะห์การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจก ระยะผลกึ่งสุกอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หยาจก มพช. 521/2558

รายการที่ตรวจสอบ	ข้อกำหนด มพช. 521/2558 (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	การเก็บรักษาระยะเวลา 1 เดือน		
		เริ่มต้น	อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15°C	อุณหภูมิห้อง 25 - 35°C
จุลินทรีย์ทั้งหมด	ต้องน้อยกว่า $1 \times 10^6$	ไม่พบ	$1.48 \times 10^6$	$2.79 \times 10^7$
แซลโมเนลลา	ต้องไม่พบใน 25 กรัม	ไม่พบ	ไม่พบ	$1.3 \times 10^2$
สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส	ต้องน้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	$1.3 \times 10^2$
เอสเชอริเชีย โคลิ	ต้องน้อยกว่า 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ยีสต์และรา	ต้องน้อยกว่า $1 \times 10^3$	ไม่พบ	$1.0 \times 10^2$	$3 \times 10^2$

จากตารางที่ 4.7 พบว่า มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจกระยะผลกึ่งสุกที่ระยะเริ่มต้นในการเก็บรักษาผ่านเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์ที่อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หยาจก มพช. 521/2558 แต่เมื่อเก็บรักษาในระยะเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส กลับพบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์ที่อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หยาจก มพช. 521/2558 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปราศจากวัตถุกันเสีย จึงอาจทำให้มีการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาได้ จะต้องปรับปรุงการเก็บรักษาภาชนะบรรจุเพื่อให้ปราศจากการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ต่อไป

จากนั้นนำมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจกระยะผลกึ่งสุกที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำแล้ว ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์กันแสง ระยะเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส มาทดสอบหาค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานิน เปรียบเทียบกันอีกครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิเปรียบเทียบ (A) ค่าวิตามินซี และ (B) ค่าแอนโทไซยานินของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุก ต่อการศึกษาระยะในการเก็บรักษาระยะเวลา 1 เดือน

จากภาพแผนภูมิเปรียบเทียบ (A) ค่าวิตามินซี และ (B) ค่าแอนโทไซยานินของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุก ต่อการศึกษาระยะในการเก็บรักษาระยะเวลา 1 เดือน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 - 15 องศาเซลเซียสยังคงค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานินมีการลดลงของค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานินน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส

#### 4.3 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

การนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แยกเป็นน้ำคั้นแต่ละระยะ เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก (A) และระยะผลผลสุก (B)

เมื่อนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ มาทดสอบ ค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ค่าพลังงาน ค่าสี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.8 - 4.10

**ตารางที่ 4.8** ผลการทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

รายการตัวอย่าง	ค่า pH	ค่าความเป็นกรดในอาหาร (%w/w)	ค่าวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	ค่าแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตร)
น้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก	3.39 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.14 <sup>a</sup>	15.54 ± 0.00 <sup>a</sup>	38.13 ± 0.48 <sup>a</sup>	4.47
น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุก	3.58 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.17 ± 0.04 <sup>b</sup>	7.85 ± 0.00 <sup>b</sup>	42.58 ± 0.84 <sup>b</sup>	4.69

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a, b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า น้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก มีค่า pH 3.39 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 1.59 ค่าวิตามินซี 15.54 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 38.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 4.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่า pH 3.58 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 1.17 ค่าวิตามินซี 7.85 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 42.58 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 4.69 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยที่น้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุกมีค่าวิตามินซีมากกว่าน้ำพร้อมดื่มระยะผลสุก ในขณะที่น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าน้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบค่าสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ

รายการตัวอย่าง	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีเขียว-แดง (a*)	ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	ผลต่างของค่า a* และ b* $\Delta E^*_{ab}$
น้ำพร้อมดื่ม ระยะผลกิ่งสุก	$34.75 \pm 0.35^a$	$2.85 \pm 0.07^a$	$9.50 \pm 0.00^a$	1.6
น้ำพร้อมดื่ม ระยะผลสุก	$32.75 \pm 3.46^a$	$3.90 \pm 0.42^a$	$9.55 \pm 0.35^a$	6.0

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 3

ตัวอักษร <sup>a,b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ระยะผลกิ่งสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 34.75 2.85 และ 9.50 ตามลำดับ และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ระยะผลสุก มีค่า L\* a\* b\* เท่ากับ 32.75 3.90 และ 9.55 ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ค่าสีของมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มทั้งสองระยะ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบประสาทสัมผัส และค่าพลังงานของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

รายการ ตัวอย่าง	การทดสอบทางประสาทสัมผัส				ค่าพลังงาน กิโลแคลอรี ต่อมิลลิลิตร
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบ โดยรวม	
น้ำพร้อมดื่ม ระยะผลกิ่งสุก	$8.60 \pm 0.77^a$	$7.00 \pm 0.00^a$	$7.80 \pm 0.48^a$	$7.73 \pm 0.52^a$	$2.33 \pm 0.06^a$
น้ำพร้อมดื่ม ระยะผลสุก	$7.06 \pm 0.25^b$	$7.00 \pm 0.00^a$	$7.97 \pm 0.56^b$	$7.97 \pm 0.56^b$	$2.47 \pm 0.07^b$

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, n = 30

ตัวอักษร <sup>a,b</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.10 พบว่า น้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุกมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.60 7.00 7.80 และ 7.73 ตามลำดับ มีค่าพลังงาน 2.33 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.06 7.00 7.96 และ 7.97 ตามลำดับ มีค่าพลังงาน 2.47 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส และค่าพลังงานของน้ำมะม่วงหาวมะนาวพร้อมดื่มทั้งสองระยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นผลการทดสอบกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยน้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าความชอบโดยรวมมากกว่าน้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุกที่ระดับ ชอบมาก และน้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าพลังงานมากกว่าน้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก

จากนั้นนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะที่ผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุก ไปทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.11

**ตารางที่ 4.11** ผลการวิเคราะห์การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุก อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

รายการที่ตรวจสอบ	ข้อกำหนด มผช. 851/2557 (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร)	ผลการ วิเคราะห์
จุลินทรีย์ทั้งหมด	ไม่เกิน $1 \times 10^4$	ไม่พบ
แซลโมเนลลา	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร	ไม่พบ
สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส	ต้องน้อยกว่า 10	ไม่พบ
เอสเชอริเชีย โคลิ	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ
ยีสต์และรา	ต้องน้อยกว่า 100	ไม่พบ

จากตารางสรุปได้ว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ผู้บริโภคให้การยอมรับผ่านเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์ที่อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557



#### 4.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

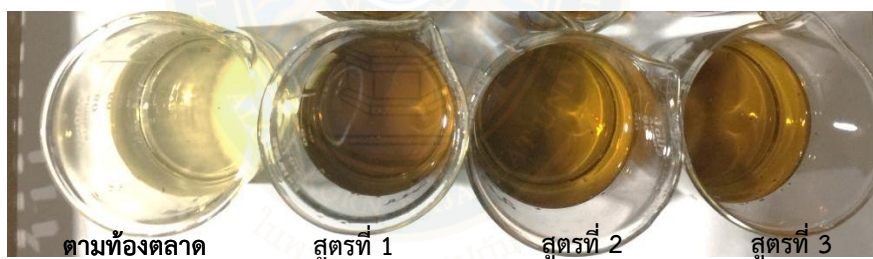
ผู้วิจัยได้นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อ เพื่อให้ได้น้ำผลไม้พร้อมดื่มเพื่อสุขภาพที่ลดปริมาณของน้ำตาลลง โดยเลือกใช้สารแทนความหวานจากใบหญ้าหวาน จากโครงการหลวง มาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ปรับสูตรน้ำเชื่อมผสมหญ้าหวานที่ได้ทั้งหมด 3 สูตร ดัดแปลงจากงานวิจัยของวทันยา ลิ้มพะยอม (2555) ด้วยสูตรน้ำเชื่อมกับหญ้าหวานในปริมาณที่ต่างกัน 3 สูตร ตามอัตราส่วนเพิ่มขึ้นกับลดลงทีละ 10 มิลลิลิตร ได้แก่

สูตรที่ 1 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 45 มิลลิลิตร

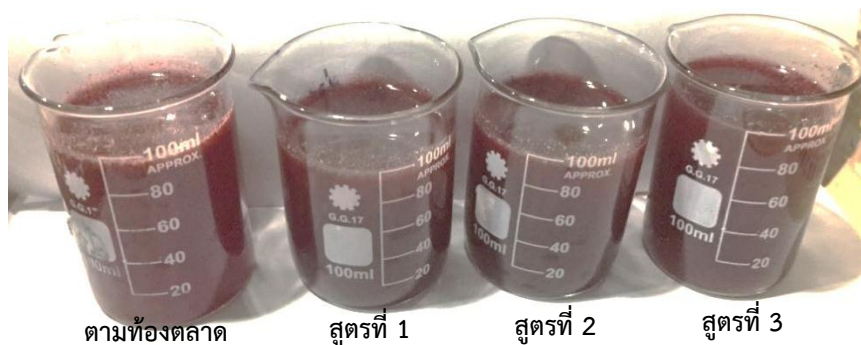
สูตรที่ 2 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 35 มิลลิลิตร

สูตรที่ 3 สูตรอัตราส่วนใบหญ้าหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 25 มิลลิลิตร

ดังภาพที่ 4.9 จากนั้นจึงนำไปเป็นส่วนประกอบในน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุก จะได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานทั้ง 3 สูตร ดังภาพที่ 4.10 แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.12



ภาพที่ 4.9 น้ำเชื่อมสูตรตามท้องตลาด น้ำเชื่อมผสมหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.10 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ผสมน้ำเชื่อมสูตรตามท้องตลาด น้ำเชื่อมผสมหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบประสาทสัมผัส ด้วย 9 point hedonic scaling test ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญาหวาน

รายการตัวอย่าง	สูตรอัตราส่วน ใบหญาหวาน: น้ำ (กรัมต่อมิลลิลิตร)	การทดสอบทางประสาทสัมผัส			
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ 1	1 : 45	5.80±0.99 <sup>a</sup>	5.73±1.11 <sup>a</sup>	4.73±1.08 <sup>a</sup>	4.80±1.06 <sup>a</sup>
สูตรที่ 2	1 : 35	5.20±0.61 <sup>b</sup>	5.13±0.68 <sup>b</sup>	5.07±1.08 <sup>a</sup>	5.10±1.06 <sup>a</sup>
สูตรที่ 3	1 : 25	6.53±0.86 <sup>c</sup>	6.50±0.86 <sup>c</sup>	6.67±0.99 <sup>b</sup>	6.63±0.99 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน,  $n = 30$

ตัวอักษร <sup>a, b, c</sup> ในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.12 พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี และกลิ่นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญาหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยสูตรที่ 3 อัตราส่วนใบหญาหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 25 มิลลิลิตร มีคะแนนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุดที่ระดับ ชอบเล็กน้อย ( $6.63 \pm 0.99$  คะแนน) นอกจากนี้ ผู้ชิมได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมถึงรสชาติฝาด เพื่อนลิ้น ตามปริมาณหญาหวานที่ใช้แต่ละสูตร กล่าวคือ สูตรที่ 3 อัตราส่วนใบหญาหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 25 มิลลิลิตร มีรสชาติฝาด เพื่อนลิ้น น้อยที่สุด

เมื่อนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญาหวานสูตรที่ 3 สูตรอัตราส่วนใบหญาหวาน 1 กรัม: น้ำอุ่น 25 มิลลิลิตร ไปทดสอบค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ค่าสี และค่าพลังงาน ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.13 และ 4.14 แล้วนำไปทดสอบทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อมผช. 851/2557 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบ ค่า pH ค่าความเป็นกรด ค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

รายการตัวอย่าง	ค่า pH	ค่าความเป็นกรดในอาหาร (%w/w)	ค่าวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	ค่าแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตร)
น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 1 : 25	3.62±0.01	1.64	9.57±0.00	37.02±0.00	5.47

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน n = 3

จากตารางที่ 4.13 พบว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 1 : 25 ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มีค่า pH 3.62 ค่าความเป็นกรดร้อยละ 1.64 ค่าวิตามินซี 9.57 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 37.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 5.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบค่าสี และค่าพลังงานของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

รายการตัวอย่าง	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีเขียว-แดง (a*)	ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	ผลต่างของค่า a* และ b* $\Delta E^*_{ab}$	ค่าพลังงาน กิโลแคลอรี ต่อมิลลิลิตร
น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 1 : 25	30.55±0.35	4.60±2.26	9.60±0.71	4.7	1.90 ± 0.00

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน n = 3

จากตารางที่ 4.14 พบว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานมีค่า  $L^*$   $a^*$   $b^*$  เท่ากับ 30.55 4.60 และ 9.60 ตามลำดับ ผลการทดสอบค่าสีของมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานมีค่า  $a^*$  ปกติสีเขียวเกิดขึ้น เนื่องจาก ค่า  $a^*$  ใกล้ค่าลบวัตถุจะมีสีออกเขียวมากขึ้น ให้ค่าพลังงาน 1.90 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร

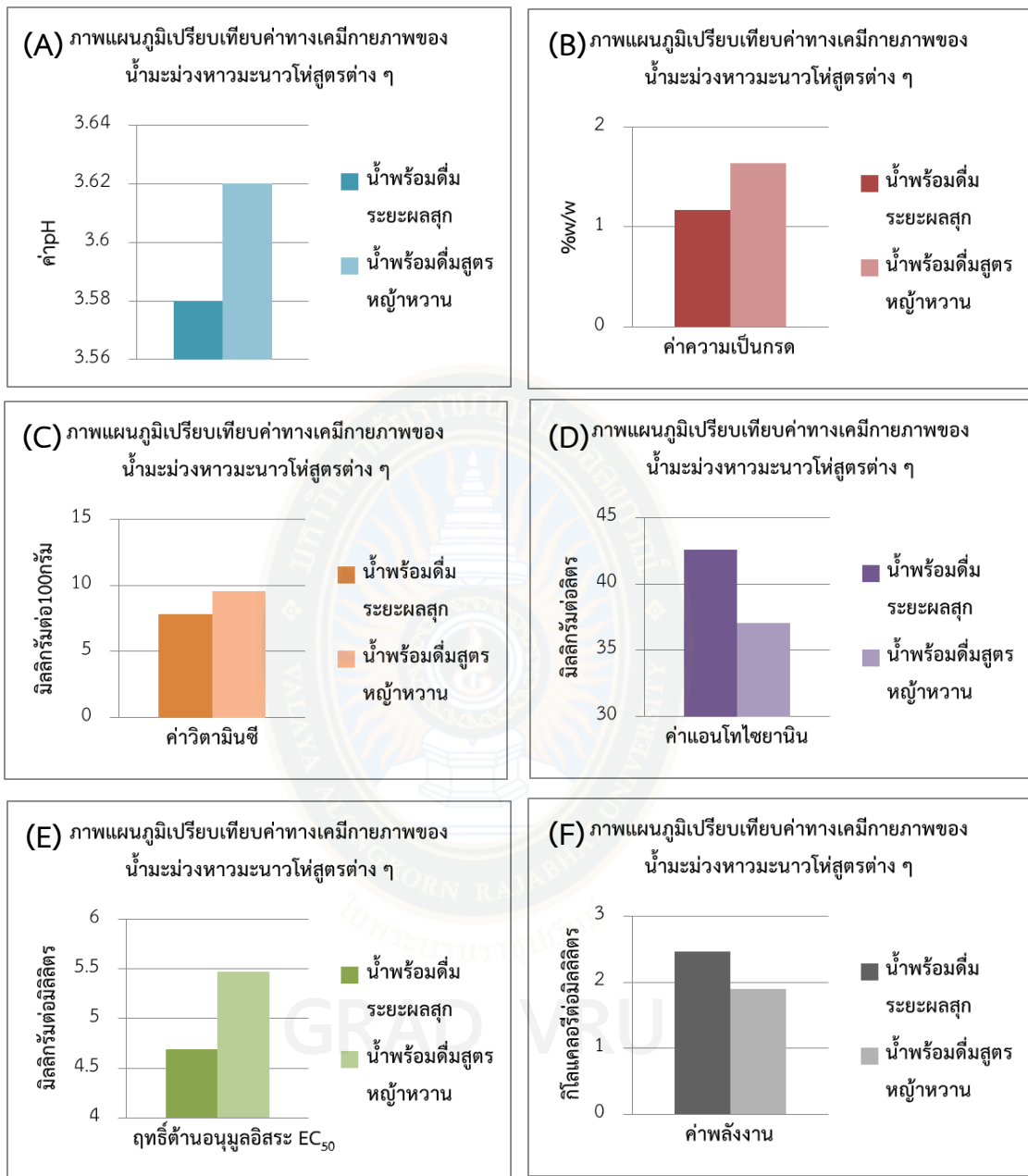
**ตารางที่ 4.15** ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

1 : 25 อิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

รายการที่ตรวจสอบ	ข้อกำหนด มผช. 851/2557 (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร)	ผลการ วิเคราะห์
จุลินทรีย์ทั้งหมด	ไม่เกิน $1 \times 10^4$	ไม่พบ
แซลมโมเนลลา	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร	ไม่พบ
สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส	ต้องน้อยกว่า 10	ไม่พบ
เอสเชอริเชีย โคไล	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ
ยีสต์และรา	ต้องน้อยกว่า 100	ไม่พบ

จากตารางสรุปได้ว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 1 : 25 มีค่าจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

เมื่อนำผลการทดสอบค่าทางเคมีกายภาพของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกมาเปรียบเทียบกับน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน 1 : 25 แสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าทางเคมีกายภาพ ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่สูตรต่าง ๆ (A) ค่า pH (B) ค่าความเป็นกรด (C) ค่าวิตามินซี (D) ค่าแอนโทไซยานิน (E) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ (F) ค่าพลังงาน

จากภาพที่ 4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบผลการทดสอบค่าทางเคมีกายภาพ ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรต่าง ๆ เมื่อนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานเมื่อเทียบกับน้ำ

มะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุก พบว่า มีค่า pH ที่สูงขึ้น ค่าความเป็นกรดมีมากขึ้น ค่าวิตามินซีมากขึ้น ค่าแอนโทไซยานินลดลง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น และค่าพลังงานลดลง

#### 4.5 การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชน

##### 4.5.1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้สร้างชุดอบรม เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน สำหรับนำไปเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชน ประกอบด้วยเอกสาร 1 ชุด หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประเมินค่าความสอดคล้อง พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.97 ชุดฝึกอบรมนี้มีคุณภาพ สามารถนำไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการได้

##### 4.5.2 ผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน โดยนำชุดฝึกอบรมที่ผ่านการประเมินทั้ง 3 ส่วน ไปจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรม ซึ่งมีคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมให้กับชุมชน ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

	N	$\bar{x}$	SD	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนสอบ	30	6.97	2.39	22.966*	29	0.000
หลังสอบ	30	17.23	1.59			

หมายเหตุ ค่า \* ในตาราง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมได้คะแนนทดสอบก่อนการฝึกอบรมโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.97 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.39 คะแนนทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.23 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.59 เมื่อทำการเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมได้ความรู้เพิ่มขึ้น (ภาคผนวก ฉ) และพบว่า มีความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.72$  ,  $SD = 0.40$ )



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

เมื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพบางประการ ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุก พบว่า น้ำคั้นระยะผลกิ่งสุกมีสีชมพูพบค่าวิตามินซีมากที่สุดเท่ากับ 1,109.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำคั้นระยะผลสุกมีสีม่วง พบว่า ค่าแอนโทไซยานินมากที่สุด เท่ากับ 59.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดโดยมีค่า  $EC_{50}$  เท่ากับ 13.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนกากสดแต่ละระยะก็ยังคงพบค่าวิตามินซี ค่าแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ กล่าวคือ ทั้งกากสดและน้ำคั้นสามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปต่อ ได้ทั้งหมด โดยกากสดระยะผลกิ่งสุก ค่าวิตามินซี 236.53 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 3.06 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 6.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กากสดระยะผลสุกมีค่าวิตามินซี 70.40 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ค่าแอนโทไซยานิน 37.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 7.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

##### 5.1.2 มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี

เมื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีในแต่ละระยะ พบว่า หยีจากกากสดทั้งสองระยะมีข้อดีแตกต่างกัน กล่าวคือ หยีระยะผลกิ่งสุกมีค่าวิตามินซีสูง ในขณะที่หยีระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานินสูง แต่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของหยีระยะผลกิ่งสุกมากกว่าหยีระยะผลสุก หยีระยะผลกิ่งสุกมีค่าวิตามินซีเท่ากับ 143.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมากกว่าหยีระยะผลสุกที่มีค่าวิตามินซีเท่ากับ 50.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของหยีระยะผลกิ่งสุกในระดับชอบมาก ( $7.87 \pm 0.73$  คะแนน) หยีระยะผลกิ่งสุกที่ได้ให้พลังงาน 3.58 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีค่าความชื้นร้อยละ 0.10 ซึ่งน้อยกว่าหยีระยะผลสุกที่ให้พลังงาน 3.67 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีค่าความชื้นร้อยละ 0.43

มะม่วงหาวมะนาวโห่หยีระยะผลกิ่งสุก ผ่านเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้หยี มพช. 521/2558 แต่เมื่อเก็บรักษาในระยะเวลา 1 เดือนพบว่า มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทั้งนี้ เพราะมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีไม่ใช่วัตถุดิบเสีย เมื่อเปรียบเทียบ ค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานิน ของมะม่วงหาวมะนาวโห่หยีระยะผลกิ่งสุกต่อการศึกษาระยะในการเก็บรักษาระยะเวลา 1 เดือน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศา

เซลเซียส มีค่าวิตามินซี และค่าแอนโทไซยานินในมะม่วงหาวมะนาวโห่หียมีการลดลงน้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง 25 - 35 องศาเซลเซียส ดังนั้น ที่อุณหภูมิตู้เย็น 6 - 15 องศาเซลเซียสจึงเหมาะสมต่อการเก็บรักษามะม่วงหาวมะนาวโห่หีย

### 5.1.3 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

เมื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ พบว่า น้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นทั้งสองระยะมีข้อดีแตกต่างกัน กล่าวคือ น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าวิตามินซีสูง ในขณะที่น้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานินสูง แต่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของน้ำพร้อมดื่มระยะผลสุกมากกว่าน้ำพร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุก

น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานินเท่ากับ 42.58 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 4.69 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พร้อมดื่มระยะผลกึ่งสุกที่มีค่าแอนโทไซยานินเท่ากับ 38.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 4.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบโดยรวมมากที่สุดที่ระดับชอบมาก ( $7.97 \pm 0.56$  คะแนน) ผลการทดสอบน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกผ่านเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

### 5.1.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหย้าหวาน

เมื่อนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุก มาพัฒนาต่อ เพื่อให้ได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหย้าหวาน พบว่า สูตรน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะ ผลสุกที่ใส่หย้าหวานมีค่าพลังงานเท่ากับ 1.90 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร ซึ่งค่าพลังงานลดลงจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ไม่ใส่หย้าหวานที่มีค่าพลังงานเท่ากับ 2.47 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร เพราะเนื่องจากใบหย้าหวานมีสารทดแทนความหวาน และยังพบอีกว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ใส่หย้าหวานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 5.47 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ไม่ใส่หย้าหวานที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 4.69 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ใส่หย้าหวานพบมีค่า  $a^*$  สีเขียวเกิดขึ้นจากคลอโรฟิลล์ในใบหย้าหวาน เรียกน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มระยะผลสุกที่ใส่หย้าหวานว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหย้าหวาน ผลการทดสอบน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหย้าหวานทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

### 5.1.5 ถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน

ผลการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน พบว่า ชุดอบรมเชิงปฏิบัติการทั้ง 3 ส่วน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.97 แสดงว่า ชุดฝึกอบรมนี้มีคุณภาพ สามารถนำไปจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการได้ เมื่อนำไปจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับชุมชน ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 30 คน โดยการทำแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลัง การฝึกอบรม จำนวน 20 ข้อ พบว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ทำให้ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยก่อนอบรมมีความรู้เท่ากับ 6.97 คะแนน และหลังการอบรม ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้เท่ากับ 17.23 คะแนน และเมื่อทำการเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมได้ความรู้เพิ่มขึ้น และผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.72$ ,  $SD = 0.40$ )

## 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะเวลาผลถึงสุกพบค่าวิตามินซีมากที่สุด และระยะเวลาผลสุกมีค่าสีม่วงน้ำเงินเข้มเพราะปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับวัชรภรณ์ ผิวล่อง และคนอื่น ๆ (2556) ที่ได้กล่าวว่า ในทุกระยะการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ผลดิบมีปริมาณของวิตามินซีสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ ในขณะที่ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ระยะการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีค่าแอนโทไซยานินมากที่สุด

5.2.2 การเลือกแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่ง เพราะกากสดและน้ำคั้นที่นำมาเป็นวัตถุดิบมีค่า pH และค่าความเป็นกรดในอาหารมีฤทธิ์ทางกรดทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับปิลันธสุทธิ์ สุวรรณเลิศ (2555) ที่ได้กล่าวว่า การจะนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ควรคำนึงถึง ค่า pH ที่ต่ำกว่า 4.5 และค่าความเป็นกรดในอาหาร ทั้งนี้ จุลินทรีย์ที่เจริญ และขยายพันธุ์ได้ในอาหารที่เป็นกรดเป็นชนิดที่ไม่ทนความร้อน และสามารถฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสได้

5.2.3 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละระยะ แม้ผ่านกรรมวิธีในการต้มเดือดที่เกิดความร้อนทำลายวิตามินซีได้ แต่ก็ยังคงพบค่าวิตามินซีอยู่ในผลิตภัณฑ์ เพราะวัตถุดิบมีค่าวิตามินซีสูง นอกจากนี้ ซึ่งสอดคล้องกับสิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรสสินีย์ สีหาพงษ์ (2558) ที่ได้กล่าวไว้ว่า กรรมวิธี

ในการปรุงจะทำให้ค่าวิตามินซีที่ได้แตกต่างกัน และยังคงกล่าวอีกว่า น้ำตาลจะยังช่วยลดการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก เพราะน้ำตาลช่วยลดความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ดังนั้น ปฏิกริยาด้านสารอนุมูลอิสระจึงเกิดได้ช้าลง การสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกเนื่องจากปฏิกริยาด้านสารอนุมูลอิสระจึงลดลงเมื่อเติมน้ำตาลลงไป

5.2.4 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน มีค่าพลังงานน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับบทันยา ลิมพะยอม และคนอื่น ๆ (2555) ที่ได้กล่าวว่า ปริมาณของสารสตีวิโอไซด์ ที่ให้ความหวานพบมากบริเวณใบไม้โดยเฉลี่ยมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย แต่มีพลังงานต่ำกว่าถึง 300 เท่า และอย่างไรก็ตาม จากข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ชิม ถึงรสชาติฝาด เมื่อลิ้นตามปริมาณหญ้าหวานที่ใช้เกิดจากสารแทนนินในใบหญ้าหวาน การใส่หญ้าหวานในน้ำผลไม้ไม่มีผลตรงรสชาติ คือจะมีรสชาติฝาด เมื่อลิ้น ซึ่งสอดคล้องกับบทันยา ลิมพะยอม และคนอื่น ๆ (2555) ที่ได้กล่าวไว้เช่นกัน

5.2.5 เมื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปมะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ผลจากการถ่ายทอดความรู้โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากเอกสารอบรมทั้ง 3 ชุดนั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และการอบรมในครั้งนี้เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ และความเข้าใจมากขึ้น และสำหรับผลของการอบรมครั้งนี้ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลจากงานวิจัยนี้ พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุกล้วนอุดมไปด้วยวิตามินซี แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแยกเป็นกากสดและน้ำคั้น แล้วนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปต่อ เป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยาจากกากสด และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุกทั้งหมดก็มีวิตามินซี แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยผู้ผลิตสามารถเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกมาแปรรูปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมาแปรรูปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน เพื่อให้ได้น้ำผลไม้พร้อมดื่มเพื่อสุขภาพที่ลดปริมาณของน้ำตาลลง ผู้วิจัยจึงใช้สารแทนความหวานจากใบหญ้าหวานจากโครงการหลวง มาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานขึ้น และให้ค่าพลังงานลดลงจากการใช้น้ำตาลทรายปกติ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่ใส่สารกันเสีย จึงไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปไว้นาน เพราะอาจพบการเกิดแอลกอฮอล์ในน้ำพร้อมดื่ม และอาจพบการเกิดเชื้อปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้
- 2) ขั้นตอนการผลิต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญต่อสุขอนามัยของผู้ผลิต ดังนั้น ควรสวมถุงมือ หรือล้างมือให้สะอาด มีหน้ากากอนามัยสวมใส่ ไม่พูดคุยระหว่างทำผลิตภัณฑ์

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย

- 1) ในผลิตภัณฑ์น้ำพร้อมดื่ม เราควรจะใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายแทนเอทานอลในการสกัดสารแอนโทไซยานินเพื่อให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับตัวอย่างมากที่สุด
- 2) ขั้นตอนการผลิตที่ผ่านความร้อนเป็นเวลานาน เช่น การกวน การต้มจนเดือด อาจส่งผลกระทบต่อสารละลายของวิตามินซี ทั้งนี้ กรรมวิธีในการแปรรูปของมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน ต้องศึกษาช่วงระยะเวลา และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อไปในภาคอุตสาหกรรม
- 3) งานวิจัยในขั้นต่อไป อาจเพิ่มการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารทดแทนความหวานอื่น ๆ





บรรณานุกรม

GRAD VRU

## บรรณานุกรม

- เกสรี่ กลิ่นสุคนธ์ และคนอื่น ๆ. (2559). ระยะการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อการต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกียรติกิติ์ ดวงมาลย์. (2534). การสกัดแอนโทไซยานินส์จากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.). กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.
- จันทนา กาญจนกมล. (2558). ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่. ในการประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนสุนันทา.
- จุฑามาศ สื่อประสาร, ทานตะวัน พิรัชย์ และศิริพร เรียบร้อย. (2556). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผลหนามแดง. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 51. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดาว ไดอารี่. (2557). ต้นหนามแดง. สืบค้นจาก <http://daodiary.com/tag/ต้นหนามแดง/>.
- เทพ เพ็ญมะลัง และจินตนา สนามชัยสกุล. (2555). พันธุ์มะขามเปรี้ยว. การศึกษาความต้องการมะขามเปรี้ยวเพื่อการแปรรูปและการพัฒนาเทคนิควิธีการต่อยอดที่มีประสิทธิภาพโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรบ้านเหมืองแบ่งและบ้านขึ้นาคตำบลวังบาล อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. สืบค้นจาก <http://research.pcru.ac.th>.
- นพดล หงส์สุวรรณ, แคทริยา สุธานุช และดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล. (2558). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ของผลมะนาวไม่รู้โห่ (*Carissa carandas* L.). ในการประชุม The 7th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2015 “Challenges and Opportunities of the Pharmacy Profession in Post-Millennium Development Agenda”.  
ขอแนะนำ: สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร วิทยาลัย

การแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและคณะเภสัชศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- บริษัทอะบอลเทคโนโลยี. (2560). **การวัดสี**. สืบค้นจาก <https://www.aballtechno.com/b/18/>.
- ปราณี อานเปื้อง. (2547). **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิ่นธสุทธิ์ สุวรรณเลิศ. (2555). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กะละแม้อัญชัน**. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: เจริญผล.
- พัชรี สิริตระกูลศักดิ์, คาวี อ้วนมะโฮง, สกุกานต์ สิมลา, เบ็ญจพร กุณินิตย์ และสรพงค์ เบญจศิริ. (2559). **การยืดอายุการเก็บรักษาผลมะนาวโห่. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 3(พิเศษ): 33-39. สืบค้นจาก <http://www.natres.psu.ac.th>.
- มธุรส รัตนวงศ์สนธิ และศศมล ผาสุข. (2560). **การศึกษากระบวนการผลิตอัญชันหยี. ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 NEUNIC2017**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยตะวันออกเฉียงเหนือ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วชิราภรณ์ ผิวล่อง, สุรศักดิ์ สัจจบุดร, ศิริลักษณ์ สิงห์เพชร และจารุรัตน์ เอี่ยมศิริ. (2556). **อิทธิพลของระยะเวลาสุกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ของมะม่วงหาวมะนาวโห่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 44(2)(พิเศษ): 334-340.
- วทันยา ลิมปพยอม, ณีฎฐา เลาทกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. (2555). **การสกัดสารให้ความหวาน ชนิดไซรัปจากหญ้าหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 43(2)(พิเศษ): 497-500.
- ศรัณญา ยับ. (2551). **การสกัดแอนโธไซยานินส์จากผลหนามแดงเพื่อย้อมสีโครโมโซม**. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป). คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักดิ์สิทธิ์ วัชรรัตน์. (2552). **ค่าสถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐาน**. วิทยาลัยสารพัดช่างพิษณุโลก สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ศุภมาศ กลิ่นขจร, นารีรัตน์ สุนทรธรรม, พัจนา สุภาสุรีย์ และสุปรียา ศุขเกษม. (2558). **การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากน้ำมันคุด. วารสารวิชาการเกษตร**. 33(2): 190-205.

- สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และพัชรี สิริตระกูลศักดิ์. (2556). การประเมินปริมาณสารพิษเคมีบางประการและกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระใน *Carissa carandas* L. **วารสารแก่นเกษตร**. 41(1): 602-606.
- สกุลกานต์ สิมลา. (2559). มะนาวโห่ พืชในวรรณคดีไทยที่มากมายด้วยประโยชน์. **วารสารแก่นเกษตร**. 41(3): 557-566.
- สว่าง ปารมี. (2547). น้ำตาลมะพร้าว. **หมอชาวบ้าน**. 297.7.
- สายสนม ประดิษฐ์ดวง และสิริ ชัยเสรี. (2543). **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สารโจน์ ศิริตันสนียกุล. (2541). หญ้าหวานสารแต่งกลิ่นและรสอาหาร. **วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี**. 25(139): 160-163. สืบค้นจาก <http://opac.lib.buu.ac.th>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558ก). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผักและผลไม้หีบ มผช. 521/2558**.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558ข). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง น้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557**.
- สิทธิเดช ฐานบัญชา. (2550). **การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง และผลหนามแดง**. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริรัตน์ ลิคนันท์ และสรรสนีย์ สีหาพงษ์. (2558). อัลตราไวโอเล็ตสเปกโทรสโกปีสำหรับการวัดกรดแอสคอบิกในเม็ดยาและผลมะเฟืองด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต. **วารสารวิจัย**. 8(2): 92-100. สืบค้นจาก <http://ird.rmutto.ac.th>.
- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม และวันวิบูลย์ กาญจนกฤษ. (2543). **ฝึกฝนผู้ตัดสิน**. สืบค้นจาก <http://www.virtual.cmru.ac.th>.
- สุพจน์ กาบแก้ว. (2562, มิถุนายน 2562). **อนุรักษ์พันธุ์ “มะม่วงหาว มะนาวโห่” ผลไม้ในนิทาน สรรพคุณทางยารักษาโรคได้สารพัด**. สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. สืบค้นจาก <http://thainews.prd.go.th>.
- สุวรรณ สุภิมาธ. (2543). **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิษฐา ทองทับ. (2555). **คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร**. สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- อรุษา เขาวนลิขิต. (2554). **การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน**. **วารสารมหาวิทยาลัย**

ศรีนครินทร์วิโรฒ. 3(6): 26-36. สืบค้นจาก <http://ejournals.swu.ac.th>.

- Agarwal, T., Singh, R., Shukla, A. D. & Waris, I. (2012). In Vitro Study of Antibacterial Activity of *Carissa Carandas* leaf Extracts, **Asian Journal of Plant Science and Research**, 2(1): 36-40.
- Anupama, N., Madhumitha, G., & Rajesh, K. S. (2014). Role of Dried Fruits of *Carissa carandas* as, Anti-Inflammatory Agents and the Analysis of Phytochemical Constituents by GC-MS. **Bio Med Research International**. 1-6.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition, **The Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16.
- Cabrita, L., Fossen, T., & Andersen, O. M. (2000). Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides. **Food Chemistry**. 68(1): 101-107.
- Emanuele, M., Angelo, M., & Paolo, R. (1985). Stabilization of anthocyanins of blood orange fruit juice. **Journal of Food Science**. 50(4): 901-904.
- Fossen, T., Cabrita, L., & Andersen, O. M. (1998). Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. **Food Chemistry**. 63(4): 435-400.
- Kirca, AT., Ozkan, M., Cemeroglu, B. (2005). Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. **Food Chemistry**. 97(4): 598-605.
- Muhammad, A., Mehnaz, K., Talha, J., Mohammad, K., Kuldeep, S. S., Arun, K., & Mohammad, A. (2016). *Carissa carandas* Linn. (Karonda): An exotic minor plant fruit with immense value in nutraceutical and pharmaceutical industries, **Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences**. 6(58): 14-19.
- Shaheel, S. K., Swami, D. V., Kumar, B. P., & Krishna, K. U. (2015). Effect of Blending of Karonda Juice with Guava, Papaya and Pineapple Juices on its quality and organoleptic evaluation, **Plant Archives**. 15(1): 187-199.
- Shamina, A. (2016). Evaluation of antioxidant activity, total phenolics and phytochemical content of selected varieties of karonda fruits (*Carissa carandas*), **Indian Journal of Agricultural Sciences**. 86(6): 815-22.
- Sunil, K., Pallavi, G., & Virupaksha, K. L. (2013). A Critical Review on Karamarda

(*Carissa carandas* Linn.). **International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives**. 4(4): 637 – 642.

Vanderslice, J. T., & Higgs, D. J. (1991). Vitamin C content of foods : sample variability. **The American Journal of clinical nutrition**. 54(6): 1323-1327.

Wani, R. A., Prasad, V. M., Hakeem, S. A., Sheema, S., Angchuk, S., & Dixit, A. (2013). Shelf life of Karonda jams (*Carissa carandas* L.) under ambient temperature. **African Journal of Agricultural**. 8(21): 2447-2449.

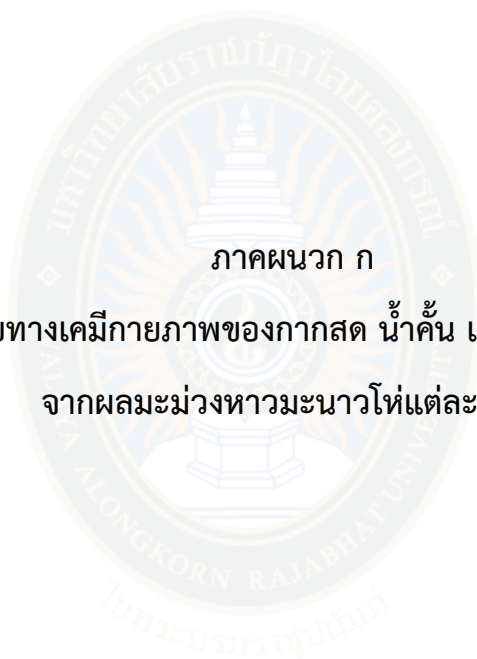






ภาคผนวก

GRAD VRU



ภาคผนวก ก

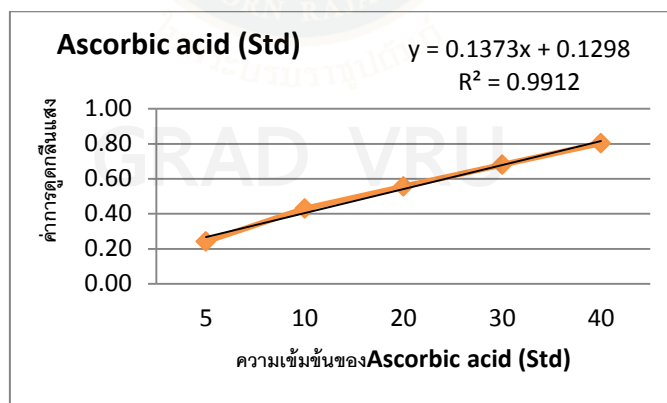
ค่าการทดสอบทางเคมีกายภาพของกากสด น้ำคั้น และผลิตภัณฑ์ที่แปรรูป  
จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ

GRAD VRU

ตารางที่ ก.1 ปริมาณการเตรียมสารละลายวัดหาช่วงความเป็นเส้นตรง

flask	ความเข้มข้น กรดแอสคอร์บิก ( $\mu\text{M}$ )	จุดปริมาตร มิลลิลิตร	สารละลายกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 500 $\mu\text{M}$ ( $\mu\text{L}$ )	ปริมาตรรวม ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.04%) (มิลลิลิตร)
1	5	0.1	100	10.00
2	10	0.2	200	10.00
3	20	0.4	400	10.00
4	30	0.6	600	10.00
5	40	0.8	800	10.00
6	50	1.0	1,000	10.00

ที่มา: การหาค่าวิตามินซีด้วยวิธี ultraviolet spectroscopy (สิริรัตน์ ลิศนันท์ และสรรสนีย์ สีหาพงษ์, 2558)



ภาพที่ ก.1 กราฟแสดงมาตรฐานวิตามินซีที่นำไปศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง และค่าแอมซอพท์ตีวิตีของตัวอย่าง

ตารางที่ ก.2 คำนวณน้ำหนักของตัวอย่าง และค่าปริมาตร NaOH ที่ใช้ไปในการไทเทรต

คำนวณน้ำหนักsample					ค่า ปริมาตร NaOH ที่ใช้ไป				
sample	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	sample	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
กากผลกิ่งสุก (ชมพู)	5.08	5.06	5	5.05	กากผลกิ่งสุก (ชมพู)	20	19	20	19.67
กากผลสุก (ม่วง)	5.03	5.13	5.05	5.07	กากผลสุก (ม่วง)	15	15	15	15.00
น้ำคั้นผลกิ่งสุก(ชมพู)	10	10	10	10.00	น้ำคั้นผลกิ่งสุก(ชมพู)	37	38	37	37.33
น้ำคั้นผลสุก (ม่วง)	10	10	10	10.00	น้ำคั้นผลสุก (ม่วง)	29	28	28.5	28.50
หทัยผลกิ่งสุก (ชมพู)	5.02	5.02	5.05	5.03	หทัยผลกิ่งสุก (ชมพู)	7.5	5.5	6.2	6.40
หทัยผลสุก (ม่วง)	5.08	5.08	5.08	5.08	หทัยผลสุก (ม่วง)	4	4.5	4	4.17
น้ำผลกิ่งสุก (ชมพู)สูตรA	10	10	10	10.00	น้ำผลกิ่งสุก (ชมพู)สูตรA	21.5	21.5	25	22.67

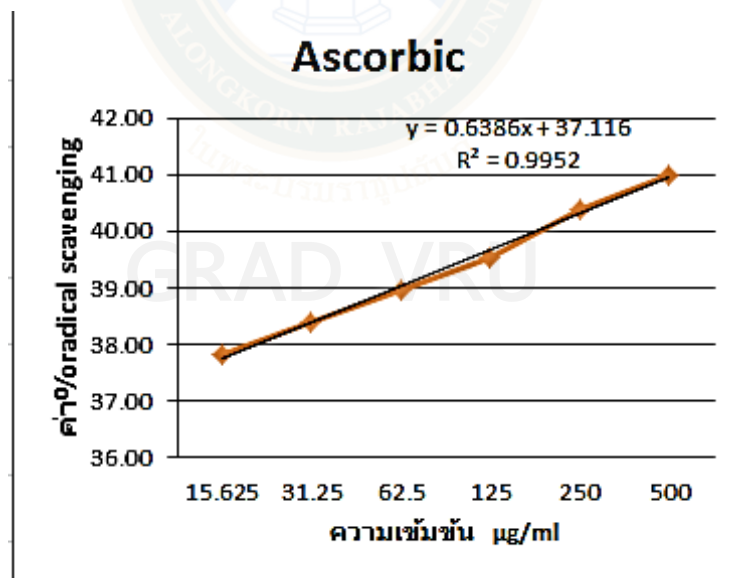
ตารางที่ ก.3 การเตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิก

ความเข้มข้นของตัวอย่าง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ปิเปต stock (มิลลิลิตร)	จากการคำนวณ
500	9.47	$528 \times V_1 = 500 \times 10$
250	4.73	$528 \times V_1 = 250 \times 10$
125	2.37	$528 \times V_1 = 125 \times 10$
62.5	1.18	$528 \times V_1 = 62.5 \times 10$
31.25	0.59	$528 \times V_1 = 31.25 \times 10$
15.625	0.30	$528 \times V_1 = 15.625 \times 10$

ที่มา: การเตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ปิ่นรุสสุทธิ สุวรรณเลิศ, 2555)

ตารางที่ ก.4 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก

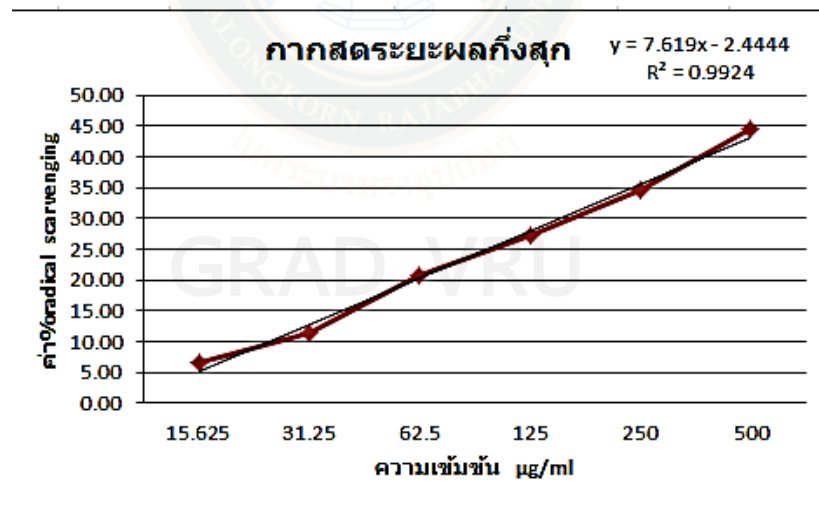
Acorbic — ค่าการดูดกลืนแสง control				0.349
หลอดที่	ความเข้มข้น $\mu\text{g/ml}$	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.217	37.82	$y = 0.6386x + 37.116$
2	31.25	0.215	38.40	แทน $y = 50$
3	62.5	0.213	38.97	20.18
4	125	0.211	39.54	
5	250	0.208	40.40	
6	500	0.206	40.97	
Acorbic				20.18mg/ml



ภาพที่ ก.2 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก

ตารางที่ ก.5 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกากสตรระยะผลกิ่งสุก

กากผลกิ่งสุก --- ค่าการดูดกลืนแสง control				0.15
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.14	6.67	$y = 7.619x - 2.4444$
2	31.25	0.133	11.33	แทน $y = 50$
3	62.5	0.119	20.67	6.88
4	125	0.109	27.33	
5	250	0.098	34.67	
6	500	0.083	44.67	
กากผลกิ่งสุก --- ค่าการดูดกลืนแสง control				6.88 mg/ml

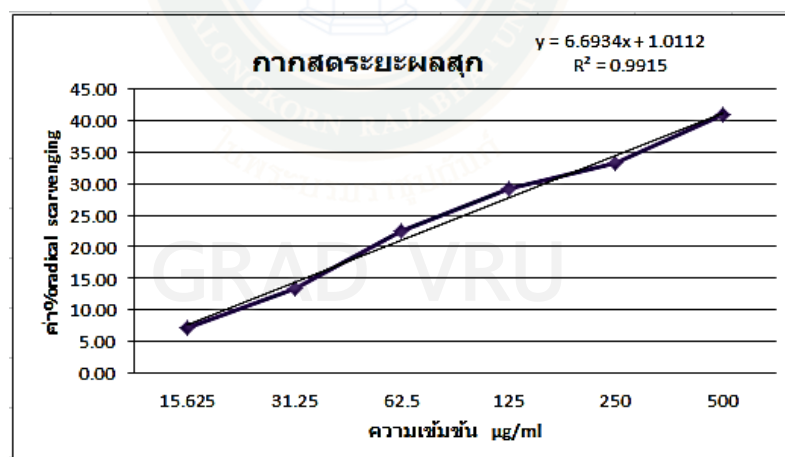


ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกากสตรระยะผลกิ่งสุก



ตารางที่ ก.6 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกากสตรระยะผลสุก

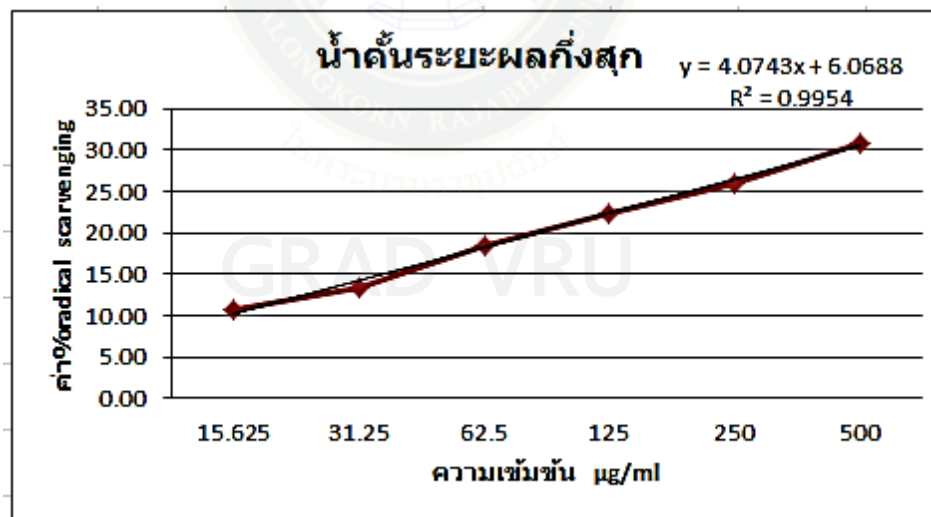
กากผลสุก ---- ค่าการดูดกลืนแสง control				0.178
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.165	7.30	$y = 6.6934x + 1.0112$
2	31.25	0.154	13.48	$y=50$
3	62.5	0.138	22.47	7.32
4	125	0.126	29.21	
5	250	0.119	33.15	
6	500	0.105	41.01	
กากผลสุก ---- ค่าการดูดกลืนแสง control				7.32 mg/ml



ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของกากสตรระยะผลสุก

ตารางที่ ก.7 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นระยะผลกิ่งสุก

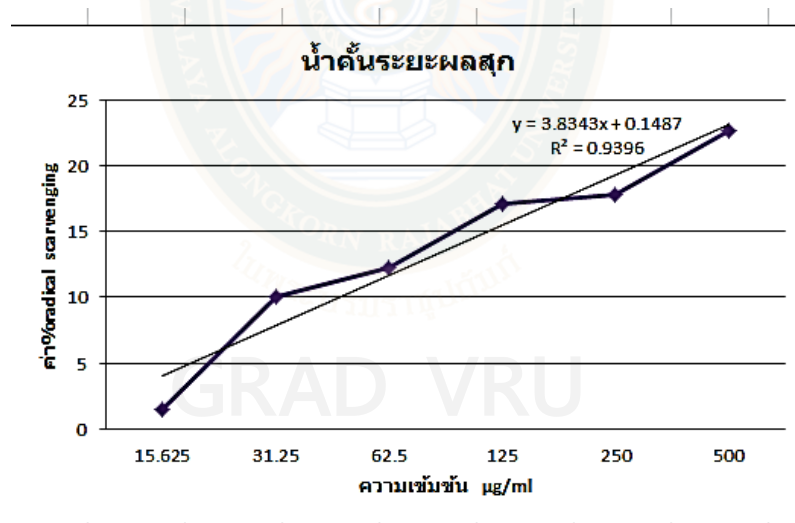
น้ำคั้นผลกิ่งสุก --- ค่าการดูดกลืนแสง control				0.223
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.199	10.76	$y = 4.0743x + 6.0688$
2	31.25	0.193	13.45	แทน $y = 50$
3	62.5	0.182	18.39	10.78
4	125	0.173	22.42	
5	250	0.165	26.01	
6	500	0.154	30.94	
น้ำคั้นผลกิ่งสุก				10.78 mg/ml



ภาพที่ ก.5 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นระยะผลกิ่งสุก

ตารางที่ ก.8 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นระยะผลสุก

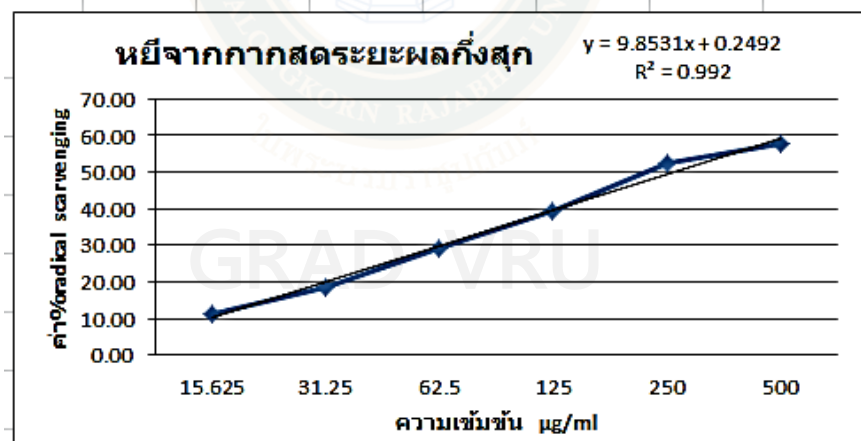
น้ำคั้นผลสุก		ค่าการดูดกลืนแสง control		0.269	0.538		
หลอดที่	ความเข้มข้น $\mu\text{g/ml}$	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>		คุณสมบัติ	
1	15.625	0.265	26.02	$y = 3.3776x + 22.131$	0.53	1.486988848	$y = 3.8343x + 0.1487$
2	31.25	0.242	28.25	แทน $y = 50$	0.484	10.03717472	
3	62.5	0.236	32.34	8.25	0.472	12.26765799	13.00
4	125	0.223	35.69		0.446	17.10037175	
5	250	0.221	38.66		0.442	17.84386617	
6	500	0.208	42.75		0.416	22.67657993	
น้ำคั้นผลสุก		ค่าการดูดกลืนแสง control		mg/ml			13 mg/ml



ภาพที่ ก.6 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นระยะผลสุก

ตารางที่ ก.9 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของหทัยจากกากสตรระยะผลกิ่งสุก

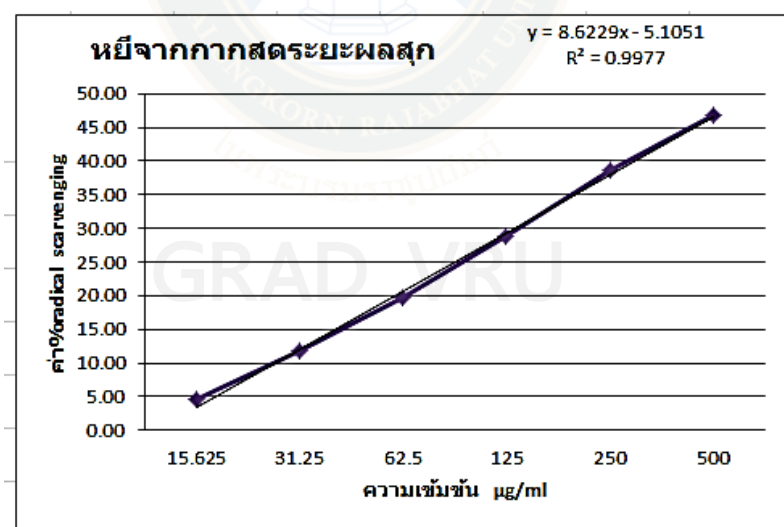
หทัยจากกากสตรกิ่งสุก — ค่าการดูดกลืนแสง control				0.107
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.095	11.21	$y = 9.8531x + 0.2492$
2	31.25	0.087	18.69	แทน $y=50$
3	62.5	0.076	28.97	5.05
4	125	0.065	39.25	
5	250	0.051	52.34	
6	500	0.045	57.94	
หทัยจากกากสตรกิ่งสุก				5.05 mg/ml



ภาพที่ ก.7 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของหทัยจากกากสตรระยะผลกิ่งสุก

ตารางที่ ก.10 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของหีจากกากสตรระยะผลสุก

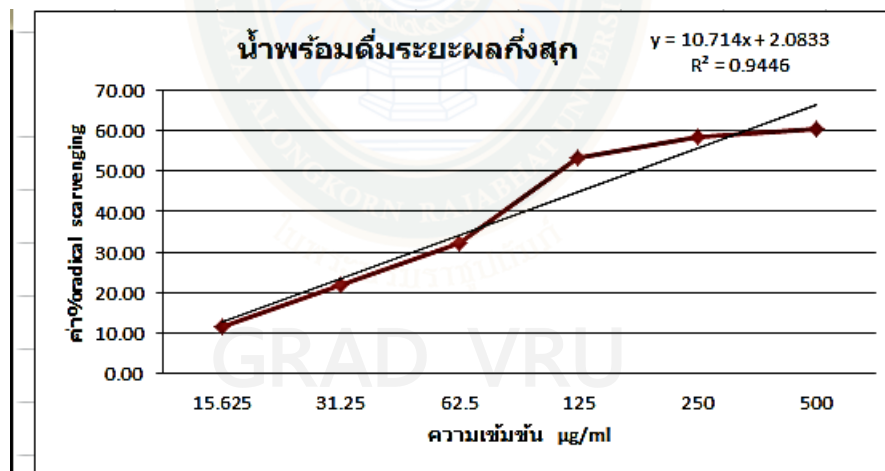
หีจากกากสตรผลสุก ---- ค่าการดูดกลืนแสง cont				0.111
หลอดที่	ความเข้มข้น μg/ml	ค่าการดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.106	4.50	$y=8.6229x-5.1051$
2	31.25	0.098	11.71	แทน $y=50$
3	62.5	0.089	19.82	6.39
4	125	0.079	28.83	
5	250	0.068	38.74	
6	500	0.059	46.85	
หีจากกากสตรผลสุก				6.39 mg/ml



ภาพที่ ก.8 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของหีจากกากสตรระยะผลสุก

ตารางที่ ก.11 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นระยะผลกิ่งสุก

น้ำผลกิ่งสุก --- ค่าการดูดกลืนแสง control				0.192
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการ ดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>
1	15.625	0.17	11.46	$y = 10.714x + 2.0833$
2	31.25	0.15	21.88	แทน $y = 50$
3	62.5	0.13	32.29	4.47
4	125	0.09	53.13	
5	250	0.08	58.33	
6	500	0.076	60.42	
น้ำผลกิ่งสุก				4.47 mg/ml

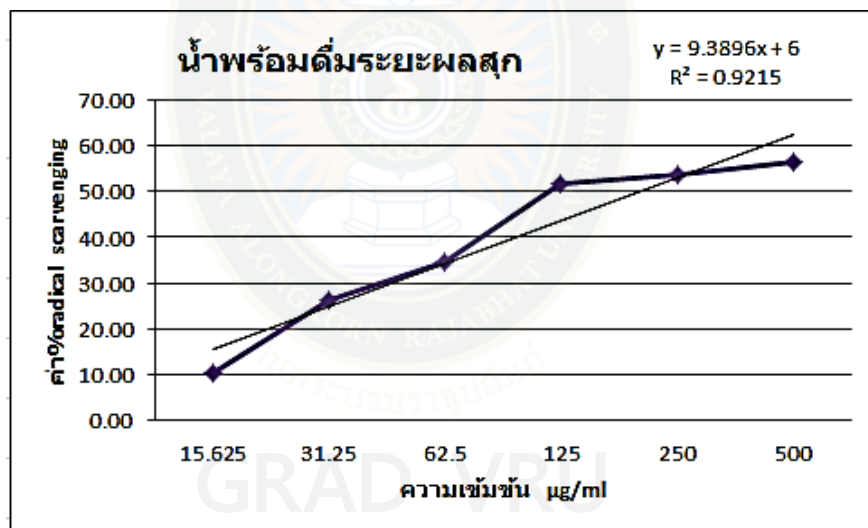


ภาพที่ ก.9 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นระยะผลกิ่งสุก



ตารางที่ ก.12 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นระยะผลสุก

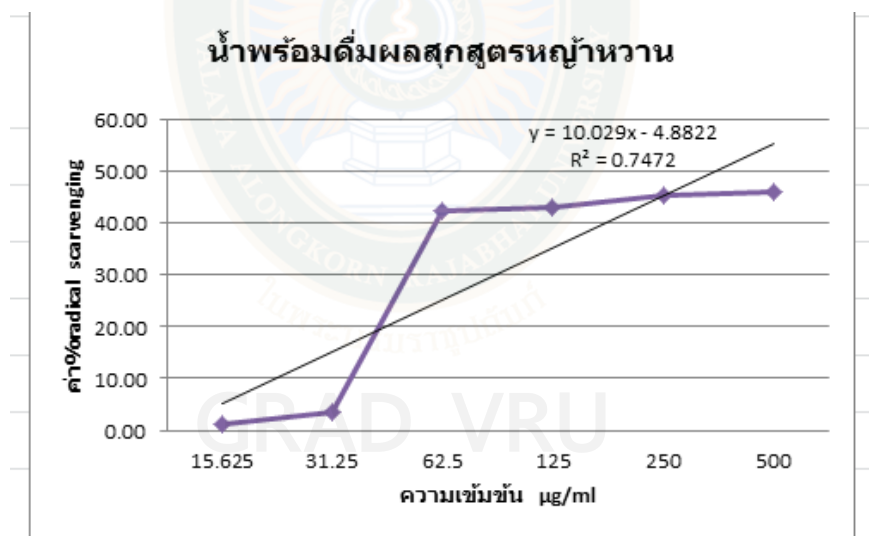
น้ำผลสุก	ค่าการดูดกลืนแสง control			0.22	0.44		
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการ ดูดกลืนแสง	ค่า%radical scarvenging	ค่าEC <sub>50</sub>			
1	15.625	0.197			0.394	10.45	$y = 9.3857x + 6.0061$
2	31.25	0.162		แทน $y = 50$	0.324	26.36	
3	62.5	0.144			0.288	34.55	4.69
4	125	0.106			0.212	51.82	
5	250	0.102			0.204	53.64	
6	500	0.096			0.192	56.36	
น้ำผลสุก				mg/ml			4.69 mg/ml



ภาพที่ ก.10 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นระยะผลสุก

ตารางที่ ก.13 ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับ

น้ำผลสุกสูตรหญ้าหวาน ---- ค่าการดูดกลืนแสง contro				0.198	0.396		
หลอดที่	ความเข้มข้น µg/ml	ค่าการ ดูดกลืนแสง	ค่า%radical scavenging	ค่าEC <sub>50</sub>			
1	15.625	0.196			0.392	1.01	$y = 10.029x - 4.8822$
2	31.25	0.191		แทน $y = 50$	0.382	3.54	
3	62.5	0.114			0.228	42.42	5.47
4	125	0.113			0.226	42.93	
5	250	0.108			0.216	45.45	
6	500	0.107			0.214	45.96	
น้ำผลสุก สูตรหญ้า หวาน				mg/ml			5.47mg/ml



ภาพที่ ก.11 กราฟแสดงค่าสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับ



ภาคผนวก ข

ค่าสถิติการทดสอบทางเคมีกายภาพของกากสด น้ำคั้น และผลิตภัณฑ์ที่แปรรูป  
จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ

GRAD VRU

### ค่าสถิติ ANOVA ค่า pH ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่า pH ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ						
#REF!						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	0.0912	3	0.0304	1.5543	0.274	
Within Groups	0.1565	8	0.0196			
Total	0.2477	11				
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 4.0662						
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.274		
ซึ่งมากกว่า .05 จึงยอมรับ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05						
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว .05						
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05						

### ค่าสถิติ ANOVA ค่าความเป็นกรดของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าความเป็นกรดของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ						
#REF!						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	1.2513	3	0.4171	179.4263	0.000	
Within Groups	0.0186	8	0.0023			
Total	1.2699	11				
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table 4.0662						
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05						
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว						
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05						

### ค่าสถิติ ANOVA ค่าวิตามินซีของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าวิตามินซีของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ						
#REF!						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	2191100.7807	3	730366.9269	1352109.8225	0.000	
Within Groups	3.1547	8	0.3943			
Total	2191103.9355	11				
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 4.0662						
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05						
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว						
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05						

ค่าสถิติ ANOVA ค่าแอนโทไซยานินของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าแอนโทไซยานินของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5872.0114	3	1957.3371	1603.0824	0.000
Within Groups	9.7679	8	1.2210		
Total	5881.7792	11			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 4.0662					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.000	
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ ANOVA ค่าสี L\* a\* b\* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าสี L* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	229.3500	3	76.4500	71.9529	0.001
Within Groups	4.2500	4	1.0625		
Total	233.6000	7			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 6.5914					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.001	
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ ANOVA ค่าสี L\* a\* b\* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าสถิติ ANOVA ค่าสี a* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	346.1738	3	115.3913	128.0347	0.000
Within Groups	3.6050	4	0.9012		
Total	349.7788	7			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 6.5914					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =				0.000	
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ ANOVA ค่าสี L\* a\* b\* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ

ANOVA ค่าสี b* ของกากสดและน้ำคั้นแต่ละระยะ					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	134.9238	3	44.9746	297.3526	0.000
Within Groups	0.6050	4	0.1513		
Total	135.5288	7			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table =		6.5914			
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =			0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ H <sub>0</sub> นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ t-test ค่า pH ของหีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	ค่า pH	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน				
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยของ	ค่า pH	หีผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หีผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	Sig 1 tailed
	หีผลกึ่งสูง	3	3.56	0.15	0.28	3.087 *	2
	หีผลสูง	3	3.27	0.05			
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง					หีผลกึ่งสูง	มีค่าเฉลี่ย	
เท่ากับ	3.56	ค่า pH	หีผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	3.27	ค่า pH	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	0.28	ค่า pH	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
หีผลกึ่งสูง	กับ	หีผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				



## ค่าสถิติ t-test ค่าความเป็นกรดของหยีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่ากรด	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน				
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยของ	ค่ากรด	หยีผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หยีผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หยีผลกึ่งสูง	3	0.89	0.14	0.32	3.733 *	2	0.032
หยีผลสูง	3	0.58	0.04				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หยีผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย							
เท่ากับ	0.89	ค่ากรด	หยีผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	0.58	ค่ากรด	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	0.32	ค่ากรด	หยีผลสูง	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง			
หยีผลกึ่งสูง	กับ	หยีผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าวิตามินซีของหยีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่าวิตามินซี	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน				
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยของ	ค่าวิตามินซี	หยีผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หยีผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หยีผลกึ่งสูง	3	143.21	1.33	93.06	121.001 *	2	0.000
หยีผลสูง	3	50.15	0.00				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หยีผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย							
เท่ากับ	143.21	ค่าวิตามินซี	หยีผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	50.15	ค่าวิตามินซี	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	93.06	ค่าวิตามินซี	หยีผลสูง	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง			
หยีผลกึ่งสูง	กับ	หยีผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าแอนโทไซยานินของหีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่าแอนโทไซยานิน	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าแอนโทไซยานิน	หีผลสุก	สูงกว่า	หีผลกึ่งสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed	
หีผลกึ่งสุก	3	10.85	0.00	-8.07	-29.069 *	2	0.001	
หีผลสุก	3	18.92	0.48					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หีผลกึ่งสุก มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	10.85	ค่าแอนโทไซยานิน	หีผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	18.92	ค่าแอนโทไซยานิน	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	-8.07	ค่าแอนโทไซยานิน	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หีผลสุก	กับ	หีผลกึ่งสุก	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของหีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่าL*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าL*	หีผลกึ่งสุก	สูงกว่า	หีผลสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed	
หีผลกึ่งสุก	2	36.95	0.35	3.15	11.699 *	2	0.004	
หีผลสุก	2	33.80	0.14					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หีผลกึ่งสุก มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	36.95	ค่าL*	หีผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	33.80	ค่าL*	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	3.15	ค่าL*	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หีผลกึ่งสุก	กับ	หีผลสุก	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของหียจากากาสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	ค่าa*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน				
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าa*	หียผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หียผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หียผลกึ่งสูง	2	11.35	1.63	10.60	8.818 *	2	0.006
หียผลสูง	2	0.75	0.49				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หียผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย							
เท่ากับ	11.35	ค่าa*	หียผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	0.75	ค่าa*	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	10.60	ค่าa*	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
หียผลกึ่งสูง	กับ	หียผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของหียจากากาสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	ค่าb*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน				
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าb*	หียผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หียผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หียผลกึ่งสูง	2	13.20	0.71	5.05	10.050 *	1	0.032
หียผลสูง	2	8.15	0.07				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หียผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย							
เท่ากับ	13.20	ค่าb*	หียผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	8.15	ค่าb*	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	5.05	ค่าb*	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
หียผลกึ่งสูง	กับ	หียผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าความชื้นของหยีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่าความชื้น	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าความชื้น	หยีผลสุก	สูงกว่า	หยีผลกึ่งสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	หยีผลกึ่งสุก	3	0.10	0.10	-0.33	-3.780 *	4	0.010
	หยีผลสุก	3	0.43	0.12				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หยีผลกึ่งสุก มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	0.10	ค่าความชื้น	หยีผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	0.43	ค่าความชื้น	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.33	ค่าความชื้น	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ : พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หยีผลสุก	กับ	หยีผลกึ่งสุก	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าพลังงานของหยีจากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	ค่าพลังงาน	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	ค่าพลังงาน	หยีผลสุก	สูงกว่า	หยีผลกึ่งสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	หยีผลกึ่งสุก	2	3.58	0.07	-0.09	-1.753	2	0.111
	หยีผลสุก	2	3.67	0.02				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หยีผลกึ่งสุก มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	3.58	ค่าพลังงาน	หยีผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	3.67	ค่าพลังงาน	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.09	ค่าพลังงาน	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ : พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หยีผลสุก	กับ	หยีผลกึ่งสุก	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านสี ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของหยี้จากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	สี	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยขอ	สี	หยีผลสูง	สูงกว่า	หยีผลกึ่งสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หยีผลกึ่งสูง	30	7.60	0.67	-1.00	-5.741 *	58	0.000
หยีผลสูง	30	8.60	0.67				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง							
เท่ากัน	7.60	สี	หยีผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากัน	8.60	สี	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	-1.00	สี	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
หยีผลสูง	กับ	หยีผลกึ่งสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของหยี้จากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม							
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	กลิ่น	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยขอ	กลิ่น	หยีผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หยีผลสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
หยีผลกึ่งสูง	30	6.93	1.05	0.10	0.358	58	0.361
หยีผลสูง	30	6.83	1.12				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง							
เท่ากัน	6.93	กลิ่น	หยีผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากัน	6.83	กลิ่น	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ
แตกต่างกันเท่ากับ	0.10	กลิ่น	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
หยีผลกึ่งสูง	กับ	หยีผลสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของหยี้จากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	รสชาติ	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	รสชาติ	หยี้ผลกึ่งสูง		สูงกว่า	หยี้ผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	หยี้ผลกึ่งสูง	30	8.67	0.55	1.13	5.150 *	58	0.000
	หยี้ผลสูง	30	7.53	1.07				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	8.67	รสชาติ	หยี้ผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.53	รสชาติ	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	1.13	รสชาติ	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หยี้ผลกึ่งสูง	กับ	หยี้ผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของหยี้จากกากสดแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ :	ค่าเฉลี่ย	เนื้อสัมผัส	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ :	ค่าเฉลี่ยขอ	เนื้อสัมผัส	หยี้ผลกึ่งสูง		สูงกว่า	หยี้ผลสูง		
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	หยี้ผลกึ่งสูง	30	7.27	0.74	0.27	1.017	58	0.157
	หยี้ผลสูง	30	7.00	1.23				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	7.27	เนื้อสัมผัส	หยี้ผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.00	เนื้อสัมผัส	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	0.27	เนื้อสัมผัส	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	หยี้ผลกึ่งสูง	กับ	หยี้ผลสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				



ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของหอยจากภาคใต้แต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม								
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	ความชอบโดยรวม	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของ	ความชอบโดยรวม	หอยผลกึ่งสูง	สูงกว่า	หอยผลสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig	1 tailed
หอยผลกึ่งสูง	30	7.87	0.73	0.30	1.594	58	0.058	
หอยผลสูง	30	7.57	0.73					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง หอยผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	7.87	ความชอบโหอยผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.57	ความชอบโหอยผลสูง	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ		
แตกต่างกันเท่ากับ	0.30	ความชอบโหอยผลสูง	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
หอยผลกึ่งสูง	กับ	หอยผลสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05					

ค่าสถิติ t-test ค่า pH ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	ค่า pH	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของ	ค่า pH	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig	1 tailed
น้ำพร้อมดื่มผลสูง	3	3.39	0.02	-0.18	-13.339 *	2	0.003	
น้ำพร้อมดื่มผลสูง	3	3.58	0.01					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง น้ำพร้อมดื่มผลสูง มีค่าเฉลี่ย								
เท่ากับ	3.39	ค่า pH	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	3.58	ค่า pH	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.18	ค่า pH	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
น้ำพร้อมดื่มผลสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05					

## ค่าสถิติ t-test ค่าความเป็นกรดของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	ค่ากรด	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยของ	ค่ากรด	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	3	1.59	0.14	0.42	4.945 *	2	0.019
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	3	1.17	0.04				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	1.59	ค่ากรด	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	1.17	ค่ากรด	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	0.42	ค่ากรด	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าวิตามินซีของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	ค่าวิตามินซี	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยของ	ค่าวิตามินซี	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	3	15.53	0.00	7.69	2896.751 *	4	0.000
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	3	7.84	0.00				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	15.53	ค่าวิตามินซี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.84	ค่าวิตามินซี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	7.69	ค่าวิตามินซี	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าแอนโทไซยานินของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากัน							
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	ค่าแอนโทไซยานิน	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของ	ค่าแอนโทไซยานิน	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	3	38.13	0.48	-4.45	-8.000 *	4	0.001
น้ำพร้อมดื่มผลสุก	3	42.58	0.84				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง							
เท่ากับ	38.13	ค่าแอนโทไซยานินน้ำพร้อมดื่มผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	42.58	ค่าแอนโทไซยานินน้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	มีค่าเฉลี่ย	
แตกต่างกันเท่ากับ	-4.45	ค่าแอนโทไซยานิน	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
น้ำพร้อมดื่มผลสุก	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

## ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์							
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง							
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	ค่าL*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของ	ค่าL*	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลสุก			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ							
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม							
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	2	34.75	0.35	2.00	0.812	1	0.283
น้ำพร้อมดื่มผลสุก	2	32.75	3.46				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง							
เท่ากับ	34.75	ค่าL* น้ำพร้อมดื่มผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	32.75	ค่าL* น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	มีค่าเฉลี่ย	
แตกต่างกันเท่ากับ	2.00	ค่าL*	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากัน								
H <sub>0</sub> : ค่าเฉลี่ย	ค่าa*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
H <sub>1</sub> : ค่าเฉลี่ยของ	ค่าa*	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed	
น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	2	2.85	0.07	-1.05	-3.452	1	0.090	
น้ำพร้อมดื่มผลสูง	2	3.90	0.42					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	2.85	ค่าa*	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	3.90	ค่าa*	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย	
แตกต่างกันเท่ากับ	-1.05	ค่าa*	ตั้งนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ค่าสี ค่าสี L\* a\* b\* ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> : ค่าเฉลี่ย	ค่าb*	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
H <sub>1</sub> : ค่าเฉลี่ยของ	ค่าb*	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผู้เรียน 2 กลุ่ม								
	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed	
น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	2	9.51	0.01	-0.05	-0.180	1	0.443	
น้ำพร้อมดื่มผลสูง	2	9.55	0.35					
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของผู้เรียน								
เท่ากับ	9.51	ค่าb*	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	9.55	ค่าb*	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง มีค่าเฉลี่ย	
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.05	ค่าb*	ตั้งนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างผู้เรียน				เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ค่าพลังงานของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากัน								
H <sub>0</sub> : ค่าเฉลี่ย	ค่าพลังงาน	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
H <sub>1</sub> : ค่าเฉลี่ยของ	ค่าพลังงาน	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	3	2.33	0.06	-0.14	-2.609 *	4	0.030
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	3	2.47	0.07				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	2.33	ค่าพลังงาน	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	2.47	ค่าพลังงาน	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.14	ค่าพลังงาน	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
		น้ำพร้อมดื่มผลสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05			

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านสี ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> : ค่าเฉลี่ย	สี	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
H <sub>1</sub> : ค่าเฉลี่ยของ	สี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลสูง				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	30	8.60	0.77	1.53	10.358 *	35	0.000
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	30	7.07	0.25				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	8.60	สี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.07	สี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	1.53	สี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง				
		น้ำพร้อมดื่มผลสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05			



ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ : จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	กลิ่น	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยของ	กลิ่น	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผู้เรียน 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	30	7.00	0.00	0.00	0.000	58	0.500
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	30	7.00	0.00				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของผู้เรียน								
เท่ากับ	7.00	กลิ่น	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.00	กลิ่น	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	0.00	กลิ่น	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ : พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างผู้เรียน					
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ : จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
H <sub>0</sub> :	ค่าเฉลี่ย	สี	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน					
H <sub>1</sub> :	ค่าเฉลี่ยของ	สี	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลสูง			
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	30	8.60	0.77	1.53	10.358 *	35	0.000
	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	30	7.07	0.25				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	8.60	สี	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.07	สี	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	1.53	สี	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ : พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสูง	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลสูง	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				



ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นแต่ละระยะ

สรุปผลการวิเคราะห์								
สรุปผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t จาก t-test for Equality of Means ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง								
$H_0$ : ค่าเฉลี่ย	ความชอบโดยรวม	ของทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน						
$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของ	ความชอบโดยรวม	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	สูงกว่า	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก				
ตารางที่...ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ								
ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม								
		N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	30	7.73	0.52	-0.23	-1.677 *	58	0.049
	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	30	7.97	0.56				
จากตาราง พบว่า การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของตัวอย่าง								
เท่ากับ	7.73	ความชอบ	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ	7.97	ความชอบ	เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก มีค่าเฉลี่ย
แตกต่างกันเท่ากับ	-0.23	ความชอบโดยรวม	ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง					
	น้ำพร้อมดื่มผลสุก	กับ	น้ำพร้อมดื่มผลกึ่งสุก	สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านสี ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

ANOVA					
#REF!	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26.7556	2	13.3778	19.0590	0.000
Within Groups	61.0667	87	0.7019		
Total	87.8222	89			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 3.1013					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =			0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่นั้นที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

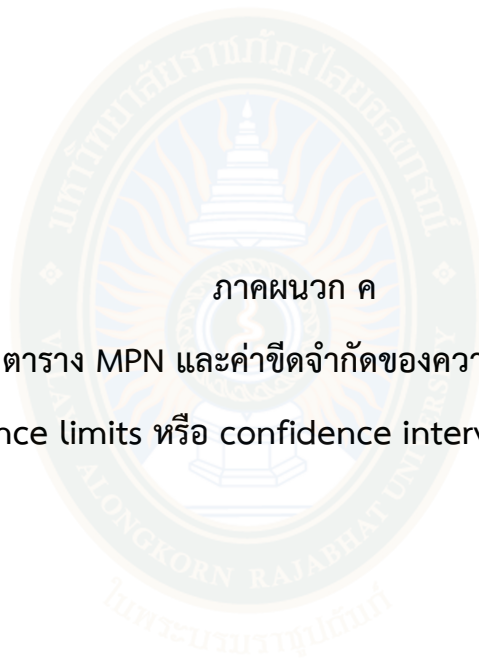
ANOVA					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28.1556	2	14.0778	17.2908	0.000
Within Groups	70.8333	87	0.8142		
Total	98.9889	89			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 3.1013					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =			0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคูใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่นั้นที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

ANOVA					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	64.0889	2	32.0444	29.5325	
Within Groups	94.4000	87	1.0851		
Total	158.4889	89			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 3.1013					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =			0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคูใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว					
แสดงว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่นั้นที่มี * มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05					

ค่าสถิติ t-test ประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ด้วย 9 point hedonic scaling test  
ของน้ำพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

ANOVA					
#REF!					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58.0222	2	29.0111	26.7181	0.000
Within Groups	94.4667	87	1.0858		
Total	152.4889	89			
Critical Value ( $\alpha=0.05$ ) = F-table = 3.1013					
ค่า Significance ของการทดสอบ 2 ทางของค่า F =			0.000		
ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05					
หรือเมื่อค่า Sig. ในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยคูใดมีค่าน้อยกว่า .05 แล้ว แสดงว่าผลต่างของ					



ภาคผนวก ค

ตาราง MPN และค่าขีดจำกัดของความเชื่อมั่น  
(confidence limits หรือ confidence interval) ทางจุลชีววิทยา

GRAD VRU

## MPN

**Table 1** For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.

Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	High	0.10	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<3.0	—	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	—



ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้ยี่ มผช. 521/2558

GRAD VRU



## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

THAI COMMUNITY PRODUCT STANDARD

มผช.๕๒๑/๒๕๕๘

### ผักและผลไม้หยาบ

SPICY CANDIED FRUITS AND VEGETABLES



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 67.080.01

ISBN 978-616-346-158-2



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน  
ผักและผลไม้



GRAD VRU

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ ๖ กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐  
โทรศัพท์ ๐-๒๒๐๒-๓๓๓๔-๕



**ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**  
**ฉบับที่ ๒๐๒๓ (พ.ศ. ๒๕๕๘)**  
**เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน**  
**ผักและผลไม้หยาบ**

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้หยาบ มาตรฐานเลขที่ มผช.๕๒๑/๒๕๕๗ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ลูกจันทน์เทศแห้งปรุงรส มาตรฐานเลขที่ มผช.๑๐๕๘/๒๕๕๘ และคณะอนุกรรมการพิจารณามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คณะที่ ๑ มีมติในการประชุมครั้งที่ ๒๘-๑/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ ให้ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้หยาบ มาตรฐานเลขที่ มผช.๕๒๑/๒๕๕๗ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ลูกจันทน์เทศแห้งปรุงรส มาตรฐานเลขที่ มผช.๑๐๕๘/๒๕๕๘ และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้หยาบ ขึ้นใหม่

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงออกประกาศยกเลิกประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ ๕๓๕ (พ.ศ. ๒๕๕๗) ลงวันที่ ๒๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ และฉบับที่ ๑๐๗๗ (พ.ศ. ๒๕๕๘) ลงวันที่ ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้หยาบ มาตรฐานเลขที่ มผช.๕๒๑/๒๕๕๘ ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้นับแต่วันที่ประกาศ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

หทัย อุทัย

เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

GRAD VRU

มพช.๕๖๑/๒๕๕๘

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้หยี

### ๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผักและผลไม้หยีที่ทำจากผัก ผลไม้ รวมถึงผักและผลไม้ที่เป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหาร ที่ผ่านการทำแห้ง ดอง เชื่อม แห้ง อบ กวน ที่นำมาปรุงรส บรรจุในภาชนะบรรจุปิดได้สนิท โดยไม่ครอบคลุมผักและผลไม้หยีที่ปรุงรสด้วยผงชูรส

### ๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ผักและผลไม้หยี หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักหรือผลไม้สดอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่า ที่ผ่านการทำแห้ง ดอง เชื่อม แห้ง อบ กวน อย่างใดอย่างหนึ่ง มาปรุงรสด้วย น้ำตาล เกลือ พริก อาจเติมเครื่องปรุงรสอื่น เช่น น้ำมันขาว กรดซิตริก ยกเว้นการกวนอาจเติมน้ำตาล เกลือ พริก ระหว่างการกวนแล้วอาจนำไปอบด้วยก็ได้

### ๓. ชนิด

- ๓.๑ ผักและผลไม้หยี แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

- ๓.๑.๑ ผักและผลไม้หยีชนิดแห้ง  
๓.๑.๒ ผักและผลไม้หยีชนิดไม่แห้ง

### ๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๔.๑ ลักษณะทั่วไป

- ๔.๑.๑ ผักและผลไม้หยีชนิดแห้ง ต้องมีลักษณะที่ดีตามชนิดของผักและผลไม้หยีที่แห้ง เป็นชิ้น ไม่เลอะ อาจมีเกลือ น้ำตาล เกาะอยู่ที่ผิว
- ๔.๑.๒ ผักและผลไม้หยีชนิดไม่แห้ง ต้องมีลักษณะที่ดีตามชนิดของผักและผลไม้หยีที่หยี เป็นชิ้น ไม่เลอะ อาจมีน้ำเชื่อมปนอยู่เล็กน้อย
- การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

มพช.๕๒๑/๒๕๕๘

- ๔.๒ ลี  
ต้องมีลีที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้
- ๔.๓ กลิ่น  
ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้ ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นไหม้
- ๔.๔ กลิ่นรส  
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- ๔.๕ สิ่งแปลกปลอม  
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช้ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- ๔.๖ วอเตอร์เนกทีวิตี  
๔.๖.๑ ผักและผลไม้ชนิดหนึ่ง ต้องไม่เกิน ๐.๖  
๔.๖.๒ ผักและผลไม้ชนิดไม่หนึ่ง ต้องไม่เกิน ๐.๘๕
- การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์เนกทีวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่  $(25 \pm 2)$  องศาเซลเซียส
- หมายเหตุ วอเตอร์เนกทีวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์เนกทีวิตีเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต
- ๔.๗ วัตถุเจือปนอาหาร  
๔.๗.๑ ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด  
๔.๗.๒ หากมีการใช้สีและสารฟอสเฟต ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
- การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
- ๔.๘ จุลินทรีย์  
๔.๘.๑ จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^6$  โคลิฟอร์มต่อตัวอย่าง ๑ กรัม  
๔.๘.๒ เชลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม  
๔.๘.๓ สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคลิฟอร์มต่อตัวอย่าง ๑ กรัม  
๔.๘.๔ เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม  
๔.๘.๕ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^5$  โคลิฟอร์มต่อตัวอย่าง ๑ กรัม
- การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

## ๕. สุขลักษณะ

- ๕.๑ สุขลักษณะในการทำผักและผลไม้ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. และสถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

## ๖. การบรรจุ

- ๖.๑ ให้บรรจุผักและผลไม้หยาบในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- ๖.๒ น้ำหนักสุทธิของผักและผลไม้หยาบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

## ๗. เครื่องหมายและฉลาก

- ๗.๑ ที่ภาชนะบรรจุผักและผลไม้หยาบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) หรือชื่อที่สื่อความหมายตาม มผช. เช่น มะขามหยี สับปะรดหีบ ชมพูสามรส ลูกจันทน์เทศแห้งปรุงรส
  - (๒) ชนิด
  - (๓) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย
  - (๔) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
  - (๕) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
  - (๖) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
  - (๗) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา (ถ้ามี)
  - (๘) กรณีที่มีการใช้ส่วนผสมของอาหาร ซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้ เช่น มีการใช้ซัลไฟต์ไดออกไซด์ ให้แสดงข้อความว่า “ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร : มีซัลไฟต์”
  - (๙) เลขสารบบอาหาร
  - (๑๐) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## ๘. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๘.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผักและผลไม้หยาบที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน
- ๘.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๘.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วย ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๑ ถึงข้อ ๔.๕ ข้อ ๖. และข้อ ๗. จึงจะถือว่าผักและผลไม้หยาบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
  - ๘.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบบอเดอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมี

มพช.๕๒๑/๒๕๕๘

น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชั่งตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกัน ให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๕.๖ และข้อ ๕.๗ จึงจะถือว่าผักและผลไม้ชุดนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๒.๓ การชั่งตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชั่งตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชั่งตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๕.๘ จึงจะถือว่าผักและผลไม้ชุดนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๘.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผักและผลไม้ต้องเป็นไปตามข้อ ๘.๒.๑ ข้อ ๘.๒.๒ และข้อ ๘.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผักและผลไม้ชุดนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

#### ๙. การทดสอบ

๙.๑ การทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

๙.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผักและผลไม้อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๙.๑.๒ เทตัวอย่างผักและผลไม้ลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ คม และชิม

๙.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

(ข้อ ๙.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๓
	สีพอใช้ได้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่น	กลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๓
	กลิ่นพอใช้ได้ใกล้เคียงกับกลิ่นตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๒
	กลิ่นผิดปกติหรือมีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นไหม้	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๓
	กลิ่นรสพอใช้ได้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของผักและผลไม้	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	๑



มผช.๕๒๑/๒๕๕๘

## ภาคผนวก ก.

## สัญลักษณ์

(ข้อ ๕.๑)

- ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ท่า
- ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย
- ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และ และสกปรก
- ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน
- ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ
- ก.๑.๒ อาคารที่ท่ามีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย
- ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ท่า ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และ ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา
- ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ท่าออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์หรือการบรรจุ และ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณท่าโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการท่าอยู่ในบริเวณที่ท่า
- ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม
- ก.๑.๒.๔ ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค
- ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการท่า
- ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการท่าที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ท่าจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย
- ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้ง สามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม
- ก.๓ การควบคุมกระบวนการท่า
- ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการท่า ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บใน ภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน
- ก.๓.๒ การท่า การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของ ผลิตภัณฑ์
- ก.๓.๓ เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง
- ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด
- ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ท่า เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณ เพียงพอ
- ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และ สุนัข ในบริเวณที่ท่าตามความเหมาะสม
- ก.๔.๓ มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ท่า
- ก.๔.๔ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับสู่ผลิตภัณฑ์

มพช.๕๒๑/๒๕๕๘

- ก.๕.๕ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดส้วมน้ำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้
- ก.๕ บุคลากรและสัญลักษณ์ของผู้ทำ
- ก.๕.๑ ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก
- ก.๕.๒ ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสัญลักษณ์ในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่





ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อน มผช. 851/2557

GRAD VRU



## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

THAI COMMUNITY PRODUCT STANDARD

มผช.๘๕๑/๒๕๕๗

น้ำลูกหม่อน

MULBERRY DRINK



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 67.160.20

ISBN 978-616-231-682-1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน  
น้ำลูกหม่อน



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ ๖ กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐  
โทรศัพท์ ๐-๒๒๐๒-๓๓๓๔-๕



ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
ฉบับที่ ๑๙๒๗ (พ.ศ. ๒๕๕๗)  
เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน  
น้ำลูกหม่อน

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน มาตรฐานเลขที่ มผช. ๘๕๑/๒๕๕๔ และคณะกรรมการพิจารณามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คณะที่ ๑ มีมติในการประชุมครั้งที่ ๒๗-๑/๒๕๕๗ เมื่อวันที่ ๑๘ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ ให้ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน มาตรฐานเลขที่ มผช. ๘๕๑/๒๕๕๔ และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน ขึ้นใหม่

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงออกประกาศยกเลิกประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ ๘๖๘ (พ.ศ. ๒๕๕๔) ลงวันที่ ๑ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๔ และออกประกาศ กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน มาตรฐานเลขที่ มผช. ๘๕๑/๒๕๕๗ ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียด ต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้นับแต่วันที่ประกาศ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

อุบลธี ศรีหนองโคตร  
เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

GRAD VRU



## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน

### ๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำลูกหม่อนพร้อมดื่มที่ทำจากลูกหม่อนเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ เก็บรักษา ขนส่ง และวางจำหน่ายโดยการแช่เย็น เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

### ๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ น้ำลูกหม่อนแท้ หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำลูกหม่อนที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Morus alba* Linn. ที่สุกและสด ไม่เน่าเสีย มาล้างให้สะอาด นำไปคั้นน้ำ กรองแยกกาก อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ สารเพิ่มความข้นหนืด เช่น กรดซิตริก อาจเติมสแตบิไลเซอร์ นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น
- ๒.๒ น้ำลูกหม่อนปรุง หมายถึง เครื่องดื่มที่มีน้ำลูกหม่อนแท้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก ซึ่งได้จากการนำ น้ำลูกหม่อนแท้มาเจือจาง หรือได้จากการนำลูกหม่อนที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Morus alba* Linn. ที่สุก และสด ไม่เน่าเสีย มาล้างให้สะอาด นำไปคั้นน้ำ กรองแยกกาก เจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ สารเพิ่มความข้นหนืด เช่น กรดซิตริก น้ำสกัดจากพืชหรือผลไม้ชนิดอื่น อาจเติมสแตบิไลเซอร์ นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น
- ๒.๓ วิธีพาสเจอร์ไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า ๑๐๐ องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

### ๓. ชนิด

- ๓.๑ น้ำลูกหม่อน แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ
- ๓.๑.๑ ชนิดน้ำลูกหม่อนแท้ (mulberry juice)
- ๓.๑.๒ ชนิดน้ำลูกหม่อนปรุง (mulberry drink)

มผช.๘๕๑/๒๕๕๗

#### ๔. คุณลักษณะที่ต้องการ

##### ๔.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวใสหรือขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้  
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

##### ๔.๒ สี

ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบที่ใช้

##### ๔.๓ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นรสเปรี้ยวบูด

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๕.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

##### ๔.๔ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

##### ๔.๕ วัตถุเจือปนอาหาร

๔.๕.๑ ห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิด

๔.๕.๒ หากมีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

##### ๔.๖ จุลินทรีย์

๔.๖.๑ จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^6$  โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิตร

๔.๖.๒ แคลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ มิลลิตร

๔.๖.๓ สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิตร

๔.๖.๔ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิตร

๔.๖.๕ คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิตร

๔.๖.๖ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิตร

๔.๖.๗ เอสเชอริเชีย โคลิ ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิตร

๔.๖.๘ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

#### ๕. สุขลักษณะ

๕.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำลูกหม่อนให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. และสถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

## ๖. การบรรจุ

- ๖.๑ ให้บรรจุน้ำลูกหมอนในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้  
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- ๖.๒ ปริมาตรสุทธิของน้ำลูกหมอนในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก  
การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

## ๗. เครื่องหมายและฉลาก

- ๗.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำลูกหมอนทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.)
  - (๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย
  - (๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
  - (๔) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร
  - (๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
  - (๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น
  - (๗) เลขสารบบอาหาร
  - (๘) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## ๘. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๘.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำลูกหมอนชนิดเดียวกัน ที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน
- ๘.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๘.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๕.๑ ถึงข้อ ๕.๔ ข้อ ๖. และข้อ ๗. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำลูกหมอนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
  - ๘.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มี

มผช.๘๕๑/๒๕๕๗

ปริมาณรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๕ จึงจะถือว่าน้ำลูกหม่อน  
รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๔.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน  
จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาณรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐  
มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มี  
ปริมาณรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๖ จึงจะถือว่าน้ำลูกหม่อน  
รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๔.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำลูกหม่อนต้องเป็นไปตามข้อ ๔.๒.๑ ข้อ ๔.๒.๒ และข้อ ๔.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำลูกหม่อน  
รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

#### ๕. การทดสอบ

๕.๑ การทดสอบสีและกลิ่นรส

๕.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำลูกหม่อนอย่างน้อย  
๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๕.๑.๒ เทตัวอย่างน้ำลูกหม่อนลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๕.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส

(ข้อ ๕.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	สีพอใช้ตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบที่ใช้	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	กลิ่นรสพอใช้ตามธรรมชาติของน้ำลูกหม่อนและส่วนประกอบ ที่ใช้	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	๑

มพฐ.๘๕๑/๒๕๕๗

## ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์  
(ข้อ ๕.๑)

- ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ
- ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย
- ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และ และสกปรก
- ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน
- ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ
- ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย
- ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ตลอดเวลา
- ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ใช้ออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์หรือการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุชาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ
- ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม
- ก.๑.๒.๔ ห้องสุชา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค
- ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ
- ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุที่มีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย
- ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม
- ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ
- ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน
- ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์
- ก.๓.๓ เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง
- ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด
- ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ
- ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม
- ก.๔.๓ มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ
- ก.๔.๔ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

## มผช.๘๕๑/๒๕๕๗

ก.๕.๕ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และ เก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

## ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.๕.๑ ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาด ทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.๕.๒ ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่







ภาคผนวก ฉ

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการผลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาว  
มะนาวโห่หี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม  
สูตรหญ้าหวาน

GRAD VRU

**แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส**  
**ทางด้านความชอบโดยวิธี 9 Points hedonic scale**

ชื่อผลิตภัณฑ์.....

ชุดที่.....

วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง ที่เสนอให้ตามลำดับของตัวเลขในตาราง ตามลำดับ โดยให้คะแนนตามความชอบ 1-9 กำหนดให้

การแปลผล วิธีสเกลความชอบ 9 จุด ดังนี้

ชอบมากที่สุด like extremely เท่ากับ 9

ชอบมาก like very much เท่ากับ 8

ชอบปานกลาง like moderately เท่ากับ 7

ชอบเล็กน้อย like slightly เท่ากับ 6

เฉยเฉย neither like nor dislike เท่ากับ 5

ไม่ชอบเล็กน้อย dislike slightly เท่ากับ 4

ไม่ชอบปานกลาง dislike moderately เท่ากับ 3

ไม่ชอบมาก dislike very much เท่ากับ 2

ไม่ชอบมากที่สุด dislike extremely เท่ากับ 1

คุณลักษณะ	ระดับความพึงพอใจ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
รูปร่างลักษณะที่ปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความแข็งของผลิตภัณฑ์									
ความชอบโดยรวม									

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

นางสาวศันสนีย์ เกียรติสถิตย์

ตำแหน่งปัจจุบัน ครู หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาขา เกษตร-คหกรรม โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม

### ประวัติการศึกษา

วท.ม. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ค.บ. (ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร. วีระพงษ์ แสง-ชูโต

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

### ประวัติการศึกษา

กศ.ด. (การศึกษาดุขุฎีบัณฑิต) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ศศ.ม. (ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กศ.บ. (การศึกษบัณฑิต) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผศ. พรทวี ชนสัมบัณณ์

ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ (อาจารย์) หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบ

อาหารและการบริการ สังกัดโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี

### ประวัติการศึกษา

วทม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วทบ. (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/ ๕๕๕



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์  
ปณจ. ประตุน้ำพระอินทร์  
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๖๕ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาวคັນสนีย์ เกียรติสถิตย์

ด้วยนางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณนุช นิลแสง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ เบอร์โทรศัพท์ ๐๘๗-๗๘๕๗๘๗๓ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิษ์ ศิริโวหาร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๕ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓

โทรสาร ๐-๒๕๒๕ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/ ๕๕๕๕



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์  
ปณจ. ประตุน้ำพระอินทร์  
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๕ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แสง-ชูโต

ด้วยนางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณนุช นิลแสง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ เบอร์โทรศัพท์ ๐๘๗-๗๘๕๗๙๗๓ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิษ ศรีโวหาร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓

โทรสาร ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/ ๔๘๗๔



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์  
ปณจ. ประตุน้ำพระอินทร์  
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๕ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรทิวี ธนสัมบัณณ

ด้วยนางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนิท รหัสนักศึกษา ๕๘B๕๔๖๗๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณนุช นิลแสง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนิท เบอร์โทรศัพท์ ๐๘๗-๗๘๕๗๙๗๓ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อีร์ธนิษ์ ศิริโวหาร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓

โทรสาร ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖



## โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ

\*\*\*\*\*

### หลักการและเหตุผล

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Carissa carandas* Linn. เป็นชื่อที่เพี้ยนมาจาก “มะม่วงไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่” บางแห่งเรียกว่า ‘มะงั่วไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่’ เป็นพืชอยู่ในวงศ์ *Apocynaceae* เป็นผลไม้ที่อุดมด้วยธาตุเหล็ก และมีส่วนผสมของวิตามินซี (Vitamin C หรือกรดแอสคอร์บิก) อยู่มาก จากการสำรวจพื้นที่ใกล้เคียงกับบริเวณที่ผู้วิจัยอาศัยอยู่พบว่าชาวบ้าน สามารถเก็บเกี่ยวผลได้มากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงหาคม เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่มีหนาม ชาวบ้านมักปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับมากกว่าพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ ชาวบ้านจึงนิยมปลูกริมรั้วเป็นเขตบ้าน ลูกสีแดงจำนวนมากบนต้นกลับถูกปล่อยให้สุกคาต้น และร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่จะนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาศึกษาการแปรรูปของผลระยะต่าง ๆ

ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่สามารถรับประทานสด หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ไอศกรีมมะม่วงหาวมะนาวโห่ มะม่วงหาวมะนาวโห่ลอยแก้ว น้ำพริก แยม และไวน์ เป็นต้น น้ำจากผล รวมทั้งสารสกัดเมทานอลจากส่วนของผล ใบ และกิ่งของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) ได้ดีอีกด้วย โดยเฉพาะสารสกัดจากผลจะมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าส่วนอื่น (จันทนา กาญจนกมล, 2558) ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ มีการใช้เป็นอาหารซ่อมเสริมสำหรับผู้ขาดวิตามินซีในผู้ป่วยเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง (anaemia) ผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีแอนโทไซยานินมาก ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ทำให้เกิดสีม่วงแดง ผลที่สุกแล้วจะมีรสเปรี้ยวแต่เปรี้ยวน้อยกว่าผลสุกกิ่งดิบ เหมาะสำหรับทำผักดอง เมื่อแห้ง มีเพคติน (Pectin) และบดเป็นผงจะเป็นส่วนผสมของอาหารที่ให้ความเป็นเยื่อใย สามารถเป็นส่วนของอาหารพวกเยลลี่ (Jelly) แยม (Jam) น้ำเชื่อม (Syrup) และเครื่องปรุงเติมในอาหาร (Chutney) ให้ได้รสชาติ นพดล หงษ์สุวรรณ และคนอื่น ๆ (2558) ได้กล่าวว่า ระยะของผลสดมะนาวไม่รู้โห่ มีศักยภาพที่สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือกเพิ่มเติม เช่นเดียวผลการศึกษาของ Muhammad A.) 2016 (ที่ศึกษาน้ำคั้นจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่สามารถนำมาเป็นเครื่องดื่มที่ให้พลังงานทดแทนได้ และหากงานวิจัยนี้ สามารถใช้สารแทนความหวานทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ ก็จะเป็นประโยชน์ และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยที่ต้องการคุมระดับน้ำตาลในเลือดอีกด้วย

สกุลกานต์ สิมลา และคนอื่น ๆ (2556) ได้กล่าวว่า ผลสุกเป็นระยะที่มีสีเข้ม และมีปริมาณสารพฤกษเคมี และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยปริมาณสารพฤกษเคมีชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อผลมีการสุกมากขึ้น

ดังนั้น การเลือกนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปใช้ประโยชน์จึงควรพิจารณาที่ระยะการสุกของผลด้วย เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้อย่างสูงสุด การวิจัยครั้งนี้เพื่อการศึกษากระบวนการแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ แล้วนำผลการวิจัยไปถ่ายทอดสู่ชุมชน ส่งเสริมการการตลาดเพิ่มมูลค่าให้ชุมชนนำไปจำหน่ายทำให้เกิดรายได้อีกช่องทางหนึ่ง

### วัตถุประสงค์

เพื่อถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกพร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน และมะม่วงหาวมะนาวโห่หทัยระยะผลกึ่งสุกให้กับชุมชน

### เป้าหมาย

ด้านปริมาณ ผู้เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ 30 คน

ด้านคุณภาพ ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ สามารถทำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่หทัย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวานได้

### สถานที่

ศาลาประชาริปไตย ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

### งบประมาณ

3,000 บาท

### การดำเนินการ

1. สืบค้นกลุ่มบุคคลที่จะเข้ารับการอบรม
2. เขียนโครงการอบรม
3. จัดเตรียมเอกสาร อุปกรณ์ สถานที่
4. จัดการอบรม

## 5. ประเมินผลและรายงานผล

### การประเมินผล

1. การทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังอบรม
2. การตอบแบบสำรวจความพึงพอใจในการอบรม

### ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่
2. ผู้เข้าร่วมการอบรมสามารถทำมะม่วงหาวมะนาวโห่หยี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน และนำไปจำหน่ายเป็นรายได้เสริม

### ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนธิ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

GRAD VRU

**กำหนดการอบรม**  
**โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้**  
**เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีย**  
**และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน**

08.00 - 08.30 น.	ลงทะเบียน
08.30 - 09.00 น.	พิธีเปิด
09.00 - 09.30 น.	ผู้เข้าร่วมการอบรม ทำแบบทดสอบก่อนการอบรม
09.30 - 10.30 น.	บรรยายความรู้เรื่อง มะม่วงหาวมะนาวโห่และฤทธิ์ทางชีวภาพ
10.30 - 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45 - 12.00 น.	ผลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปมะม่วงหาวมะนาวโห่
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 14.30 น.	ปฏิบัติการทำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน และมะม่วงหาวมะนาวโห่หีย
14.30 - 14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
14.45 - 15.30 น.	ผู้เข้าร่วมการอบรม ทำแบบทดสอบหลังการอบรม
15.45 - 16.00 น.	สำรวจความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรม

เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการเผยแพร่ความรู้  
เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา  
และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวาน



ของ

นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนิท

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ หนามแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Carissa carandas* Linn. เป็นชื่อที่เพี้ยนมาจาก “มะม่วงไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่” บางแห่งเรียกว่า “มะจั่วไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่” เป็นผลไม้ที่อุดมด้วยธาตุเหล็ก และมีส่วนผสมของวิตามินซีอยู่มาก จากการสำรวจ พบว่าชาวบ้านในจังหวัดอ่างทอง สามารถเก็บเกี่ยวผลได้มากในช่วงเดือนพฤษภาคม สิงหาคม - เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่มีหนาม ชาวบ้านมักปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับมากกว่าพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ ชาวบ้านจึงนิยมปลูกริมรั้วเป็นเขตบ้าน ผลสีแดงจำนวนมากบนต้นกลับถูกปล่อยให้สุกคาต้น และร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก สำหรับในประเทศไทย เกสรี กลิ่นสุคนธ์ และคนอื่น ๆ (2559) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาสุกต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และสารแอนโทไซยานินมากที่สุด วชิราภรณ์ ผิวล่อง และคนอื่น ๆ (2556) ได้กล่าวว่า พบปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในทุกระยะเวลาสุก ในขณะที่ผลดิบมีปริมาณของวิตามินซีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ สุกุลกานต์ สิมลา และคนอื่น ๆ (2556) ได้กล่าวว่า ผลสุกเป็นระยะที่มีสีเข้ม และมีปริมาณสารฟลักซ์เคมี และกิจกรรมของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยปริมาณสารฟลักซ์เคมีชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อผลมีการสุกมากขึ้น ดังนั้นการเลือกนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปใช้ประโยชน์จึงควรพิจารณาที่ระยะเวลาสุกของผลด้วย เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้อย่างมากที่สุด

ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่สามารถรับประทานสด หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ไอศกรีมมะม่วงหาวมะนาวโห่ น้ำพริก แยม มะม่วงหาวมะนาวโห่ลอยแก้ว และไวน์ เป็นต้น น้ำจากผลรวมทั้งสารสกัดเมทานอลจากส่วนของผล ใบ และกิ่งของมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) ได้ดีอีกด้วย โดยเฉพาะสารสกัดจากผลจะมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าส่วนอื่น (จันทนา กาญจนกมล, 2558) ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีการใช้เป็นอาหารซ่อมเสริมสำหรับผู้ขาดวิตามินซีในผู้ป่วยเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง (anaemia) ผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีแอนโทไซยานินมาก ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ทำให้เกิดสีม่วงแดง ผลที่สุกแล้วจะมีรสเปรี้ยวแต่เปรี้ยวน้อยกว่าผลสุกกึ่งดิบเหมาะสำหรับทำผักดอง เมื่อแห้ง มีเพคติน และบดเป็นผงจะเป็นส่วนผสมของอาหารที่ให้ความเป็นเยื่อใย สามารถเป็นส่วนของอาหารพวกเยลลี่ แยม น้ำเชื่อม และเครื่องปรุงเติมในอาหาร (Chutney) ให้ได้รสชาติ นพดล หงษ์สุวรรณ และคนอื่น ๆ (2558) ได้กล่าวว่า ระยะของผลสดมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีศักยภาพที่สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือกเพิ่มเติม เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Muhammad Arif, et al. (2016) ที่ศึกษาน้ำคั้นจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่สามารถนำมาเป็นเครื่องดื่มที่ให้



พลังงานทดแทนได้ และหากงานวิจัยนี้ สามารถใช้สารแทนความหวานทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ ก็จะเป็นประโยชน์ และอาจใช้สำหรับผู้ป่วยที่ต้องการคุมระดับน้ำตาลในเลือดอีกด้วย

### สารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

สารพฤกษเคมีที่มีผลต่อร่างกายผู้บริโภคในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ประกอบด้วย ฤทธิ์อนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) เป็นสารพวกเอนไซม์ หรือสารอื่นที่สามารถชะลอ หรือป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในบางสภาวะที่มีปริมาณอนุมูลอิสระมากจนระบบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทำงานไม่ทันจะเกิดสภาวะที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงมาก (Oxidative stress) จะส่งผลกระทบต่อเซลล์ เช่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของดีเอ็นเอ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกิดการทำลายโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชัน ซัลไฮดริลฟ์ และเยื่อหุ้มเซลล์ ก่อเกิดผลเสียต่อเซลล์ และการทำลายเซลล์ทำให้เกิดความแก่ และรุนแรงไปถึงการเกิดเป็นโรค ในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์ และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์ และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำ และสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบตามธรรมชาติ พบได้ทั้งในจุลชีพ สัตว์ และพืช ซึ่งมีทั้งที่เป็นวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน และสารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (Non-nutrient) ซึ่งจะมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มพอลิฟีนอล เช่น แชนโธน และฟลาโวนอยด์ ซึ่งประกอบด้วย หมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (Aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไปหาค่า Anti-oxidant ด้วย 2, 2 - Diphenyl - 1 - picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity) วิธีวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำได้โดยวิธี DPPH ประยุกต์จากวิธีของปิลันธสุทธิ สุวรรณเลิศ (2555) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติ ได้แก่ วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระในเซลล์ และอวัยวะที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก วิตามินซีมีหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่ที่แตกตัวให้ไฮโดรเจน ได้ปฏิกิริยาโดยรวม คือ การให้อิเล็กตรอน 1 ตัว ร่วมกับอะตอมไฮโดรเจนเป็นการกำจัดหรือสลายอนุมูลอิสระ คือ R• ให้เป็น RH จากการกำจัดนี้ จะได้อนุมูลอิสระตัวใหม่ที่มีความไวต่ำ คุณสมบัติของวิตามินซีที่น่าสนใจ และกล่าวถึงกันมาก คือ ช่วยป้องกันมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งหลอดอาหาร และกระเพาะอาหาร ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต่อหวัด หรือการติดเชื้อ เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดขาวต้องการวิตามินซี ช่วยทำให้การทำงานสมบูรณ์ขึ้น มีฤทธิ์ต่อต้าน และยับยั้งการเจริญของเชื้อโรค ปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการต่อวัน (Recommended Daily Allowance [RDA])

(Vanderslice & Higgs, 1991) โดยเฉลี่ย คือ วิตามินซีวันละ 60 มิลลิกรัม (แต่ในคนที่สูบบุหรี่ จะต้องการ 200 มิลลิกรัมต่อวัน) อย่างไรก็ตาม เพื่อประสิทธิภาพที่ดีต่อสุขภาพควรจะต้องรับประทานอย่างน้อย 100 - 200 มิลลิกรัมต่อวัน คนที่มีความเครียดควรรับประทานวันละ 500 มิลลิกรัมต่อวัน แต่หากต้องการผลในด้านการป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็ง ความชรา ควรจะรับประทาน 250 - 1,000 มิลลิกรัม หากได้รับวิตามินซีปริมาณน้อยกว่าที่ร่างกายควรจะได้รับ จะเกิดอาการล้าปิดลักเปิด ซึ่งจะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดตามข้อต่อของร่างกาย เลือดออกตามไรฟัน เจ็บกระดูก ข้อเส้นเลือดในร่างกายอ่อนแอ และทำให้เกิดแผลที่เกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายหายช้ากว่าปกติ เป็นโรคติดเชื้อได้ง่ายซึ่งจะยิ่งรุนแรงมากขึ้น หากขาดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจากวิตามินซีทำหน้าที่ต่อต้านการอักเสบ และช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย อันตรายจากการได้รับวิตามินซีมากเกินไปก็มีผลต่อโรคเกาต์ เนื่องจาก วิตามินซีมีหน้าที่ในการช่วยเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กในร่างกาย การรับวิตามินซีในปริมาณมากจะทำให้เกิดปัญหาการสะสมธาตุเหล็กตามกระดูก ข้อต่าง ๆ มากขึ้น และอาจทำให้เกิดโรคเกาต์ได้ในที่สุด วิตามินซีมีผลต่อ นิ้วในไต เนื่องจากการได้รับวิตามินซีมากเกินไปอาจไปรบกวนการดูดซึมของทองแดง และซีลีเนียม ซึ่งส่งผลให้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดนิ้วในไต หากได้รับวิตามินซีเกินวันละ 10,000 มิลลิกรัม อาจทำให้ท้องเสีย ท้องอืด ท้องเฟ้อได้จากรายงานการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (Vanderslice & Higgs, 1991) พบว่า ผักและผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินซี ได้แก่ ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว มีสี และผักใบเขียว (Vanderslice & Higgs, 1991 and Tee, et al., 1998) ยกตัวอย่าง การรับประทานส้มโอ 100 กรัมหรือน้ำส้ม 1 แก้วต่อวัน เพียงพอต่อความต้องการสำหรับบุคคลทั่วไป สภาวะ เช่น เครียด เป็นโรคติดเชื้อ ได้รับการผ่าตัด สูบบุหรี่ จึงต้องการปริมาณวิตามินซีมากกว่าทั่วไป 2-3 เท่า ดังนั้น บุคคลเหล่านี้จึงต้องรับประทานพืช หรือผักในปริมาณมากกว่าคนทั่วไป หรืออีกทางเลือก คือ สามารถรับประทานวิตามินซีสังเคราะห์ในรูปแบบของยาเม็ดวิตามินที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อให้เพียงพอตามปริมาณที่ร่างกายต้องการ

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) จัดเป็นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติในพืชหลายชนิด ได้แก่ พืช ผัก และผลไม้ทั่วไป ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น โดยถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต มีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น Aromatic ring ที่มีจำนวน Hydroxyl group อย่างน้อย 1 หมู่ ในโมเลกุล สามารถละลายน้ำได้ สารประกอบฟีนอลิกในธรรมชาติ มีตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่ายในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่ ตัวอย่างเช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโพรพานอยด์ ฟลาโวนอยด์ กรดซินนามิก และไทโรซีน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกที่พบในพืชนั้นมีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ที่ซับซ้อน ได้แก่ ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกในพืชโดยทั่วไปแสดงคุณสมบัติเป็นกรด สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลอื่น ๆ ได้ ภายในเซลล์พบในรูปน้อยมาก ส่วนใหญ่มักพบรวมอยู่กับโมเลกุลอื่นหลายชนิด เช่น เชื่อมต่อกับมอนอ

แซ็กคาไรด์ หรือไดแซ็กคาไรด์ในรูปของสารประกอบ ไกลโคไซด์ โดยน้ำตาลที่พบมากที่สุดโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส และพบว่า อาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ แอลคาลอยด์ และเทอร์ปีนอยด์ เป็นต้น สารประกอบฟีนอลสามารถทำปฏิกิริยากับพันธะเพปไทด์ของโปรตีน เช่น สารประเภทเอนไซม์ มักทำให้เอนไซม์เสียสภาพ สารประกอบฟีนอลิกจะไวต่อการเกิดออกซิเดชันโดยเอนไซม์ Phenolases สารประกอบฟีนอลิกมีประโยชน์ต่อสุขภาพ สารประกอบฟีนอลิกหลายตัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านการกลายพันธุ์ (Anti-mutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ และสามารถป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง ใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (Lipid oxidation) ได้ดีในธรรมชาติ ส่วนปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกจะพบแตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มสารพอลิฟีนอลิก เช่น แซนโทน (Xanthone) และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น สารชนิดนี้มีบทบาทสำคัญหลายประการ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิตได้ด้วย

แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ anthos หมายถึงดอกไม้ และ kyanos หมายถึง สีน้ำเงิน แอนโทไซยานิน เป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีโครงสร้างหลักเป็น  $C_6C_3C_6$  เป็นรงควัตถุที่ละลายอยู่ใน Sap vacuole ในเซลล์ของพืช เป็นส่วนหนึ่งที่เห็นได้ชัดที่สุดในเซลล์พืชที่มีอายุมากโครงสร้างจะมีเนื้อเยื่อหุ้ม และภายในมีของเหลวบรรจุอยู่) ซึ่งมีบทบาทต่อสีในดอกไม้ผลไม้ และใบไม้หลายชนิด โดยจะให้สีม่วงแดงไปจนถึงสีน้ำเงิน แอนโทไซยานิน สามารถละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายประเภท อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และอีเธอร์ เป็นต้น เกียรติศักดิ์ ดวงมาล (2535) รายงานว่าในการแยกสาร ประกอบจากกลีบดอกของดอกอัญชันชั้นซ้อน พบฟลาโวนอยด์ในกลีบดอกของดอกอัญชันที่มีสีแตกต่างกันด้วย ซึ่งวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้ UV, MS และ NMR spectroscopy ส่วนดอกอัญชันชนิดที่มีกลีบดอกสีขาวจะไม่มีแอนโทไซยานิน และมีการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยได้ผลสรุปทั่ว ๆ ไป คือ แอนโทไซยานิน จะถูกทำลายด้วยความร้อนระหว่างผ่านกระบวนการต่าง ๆ และการเก็บรักษา Maccarone, et al. (1985) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินในน้ำส้มที่เก็บรักษาในสถานะที่มีอุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการเสื่อมเสียเกิดเป็น 2 เท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส Fossen, et al. (1998) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานิน (Petunin และ cyanidin-3-glucoside) ที่ความเป็นกรด - ต่างอยู่ในช่วง 1 - 9 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 23 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 1, 2, 5, 8, 15 และ 60 วัน พบว่าที่ความเป็นกรด - ต่างทุกระดับในสถานะที่มีอุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ลดลงอย่าง

รวดเร็ว Cabrita, et al. (2000) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานิน ในสารละลายบัฟเฟอร์โดยมี ความเป็นกรด - ต่างในช่วง 1.0 - 11.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 23 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ในทุกระดับความเป็นกรด - ต่าง เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง เกียรติศักดิ์ ดวงมาล (2535) ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินในสารละลาย กรดไฮโดรคลอริกที่ความเป็นกรด - ต่างเท่ากับ 4.5 โดยเก็บรักษาในสภาวะที่มีอุณหภูมิ  $4 \pm 1$  และ  $30 \pm 1$  องศาเซลเซียสเป็นเวลา 63 วัน พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง Kirca, et al. (2005) ได้ศึกษาเรื่องความคงตัวของแอนโทไซยานินของ black carrot ในน้ำผลไม้ และเนคต้า พบว่า การสลายตัวของแอนโทไซยานินที่เป็นสีของน้ำผลไม้ และเนคต้าทุกชนิดเมื่อให้ความร้อนที่ 70 - 80 องศาเซลเซียสแอนโทไซยานินของ black carrot ในเนคต้าลูกพีช และแอปพริคอตจะมีความคงตัวสูงส่วนในน้ำส้มแอนโทไซยานินของ black carrot มีความคงตัวน้อยทั้งในระหว่างการให้ความร้อน และการเก็บรักษาโดยในระหว่างการเก็บรักษานั้น การสลายตัวของแอนโทไซยานินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในเนคต้าสับปะรด การเก็บรักษาโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ทุก ๆ ตัวอย่างมีความคงตัวเพิ่มขึ้น การหาค่าแอนโทไซยานินในรูปของไซยานิดิน - 3 - กลูโคไซด์ วิธี pH differential (จุฑามาส สื่อประสาร และคนอื่น ๆ, 2556)



**ภาพที่ 1** ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลอ่อนมีสีเขียวอมชมพู ผลกึ่งสุกหรือผลท้ามมีสีแดง (half-ripened) ชมพูเข้มจนถึงสีแดงเมื่อผลแก่ขึ้น และระยะผลแก่เต็มทีจะมีสีม่วงเข้มหรือเปลี่ยนเป็นสีดำ (fully-ripened)

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อการศึกษากระบวนการแปรรูป ในรูปแบบหียจากกากสด และน้ำพร้อมดื่มจากน้ำคั้นของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุกและระยะผลสุก แล้วนำลงสู่ชุมชนเดิมที่ปลูก เพื่อส่งเสริมการต่อยอด และสร้างเสริมรายได้ระหว่างอาชีพหลักอีกทางหนึ่ง และยังเป็นแนวทางนวัตกรรมสำหรับการส่งเสริมการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในจังหวัดอ่างทองให้



สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือก สร้างรายได้ และพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อถ่ายทอดความรู้จากผลงานวิจัยสู่ชุมชนโดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลกึ่งสุก และระยะผลสุก การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หีสู่ชุมชนให้กับกลุ่มบุคคลที่สนใจ

## 3. วิธีการเตรียมการ

การเก็บผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตมากในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม เท่านั้น ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ หมายถึง ส่วนเปลือก และเนื้อของ *Carissa carandas* Linn. เก็บผลแบ่งตามระยะการสุก 2 ระยะคือ ผลกึ่งสุก (half-ripened) และผลสุก (fully-ripened)

การเตรียมผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เปลือก และเมล็ดมียางมาก ดังนั้น ต้องแกะส่วนเมล็ดออก แล้วนำผลล้างแช่ในน้ำสะอาด ไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อลดความฝาดจากยางก่อน แล้วจึงนำไปแปรรูปต่อไป การเก็บในช่องแช่เย็นจะเก็บรักษาได้นานขึ้น และจะทำให้รักษาคุณค่าทางโภชนาการได้ดีขึ้น (พัชรี สิริตรระกูลศักดิ์, 2559) การแยกน้ำคั้น และกากอย่างง่าย นำตัวอย่างมาลดขนาดโดยใช้เครื่องปั่น กรองตัวอย่างด้วยผ้าขาวบางหรือกระชอน



ภาพที่ 2 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่แกะส่วนเมล็ดออก แบ่งตามระยะการสุก 2 ระยะคือ ผลกึ่งสุก (half-ripened) และผลสุก (fully-ripened)



ภาพที่ 3 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลกึ่งสุก (half-ripened) แยกส่วนของกากและน้ำคั้น



ภาพที่ 4 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ระยะผลสุก (fully-ripened) แยกส่วนของกากและน้ำคั้น



#### 4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน



ภาพที่ 5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

##### วัสดุอุปกรณ์

1. น้ำคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่แต่ละระยะ
2. น้ำเชื่อม
3. เกลือ
4. ใบหญ้าหวานแห้งปั่น
5. น้ำต้มสุก
6. กระทะไฟฟ้า
7. ภาชนะใส่
8. เหยือก
9. ทัพพี
10. ผ้าขาวบาง

##### ขั้นตอนและวิธีทำ

ขั้นตอนการทำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มแต่ละสูตร ดังนี้

การแปรรูปน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม ทั้งสองระยะ ปรับสูตรจากต้นตำรับสูตรน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (องค์การบริหารส่วนตำบลลิ้มช้าง) ดังตาราง

ตารางน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุก	35
น้ำเชื่อมสูตรหญ้าหวาน	64.5
เกลือ	0.5

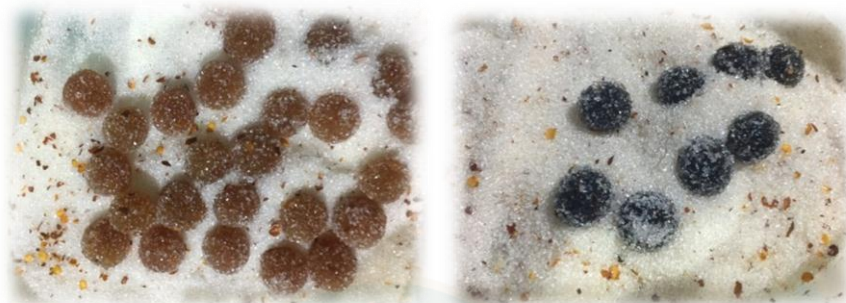


- 1) เลือกซื้อใบหญ้าหวานอบแห้งจากมูลนิธิโครงการหลวงออนไลน์ เลือกรหัสสินค้า R46905 ที่ <http://www.royalprojectmarket.com>
- 2) เลือกนำน้ำคั้นยะระผลสุก มาต้มให้อุณหภูมิ 70-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาทีใส่ตามอัตราส่วนในตาราง ต้มพักไว้
- 3) วิธีการเตรียมน้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของหญ้าหวาน นำหญ้าหวานจากข้อ 1 มาชงน้ำอุ่นที่ 65 องศาเซลเซียส (ต้มให้น้ำเดือดแล้วตั้งพักไว้)อัตราส่วนใบหญ้าหวาน: น้ำ (w/v) สูตร 1 : 25 ชงทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษ whatman เบอร์ 1 และนำสารละลายที่ได้ไปใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับระดับปริมาตรด้วยน้ำเชื่อมที่มีอัตราส่วนน้ำตาลทราย: น้ำ (w/v) คือ 1 : 1 จะได้น้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของหญ้าหวานทั้งหมด 3 สูตร
- 4) นำข้อ 2 และ 3 เทผสมรวมกัน ตามอัตราส่วนในตาราง นำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมคีมสูตรหญ้าหวาน



ภาพที่ 6 ใบหญ้าหวานอบแห้งจากจากโครงการหลวง และใบหญ้าหวานแห้งปั่นด้วย blender

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี



ภาพที่ 7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยี

วัสดุอุปกรณ์

1. กากสดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่  
แต่ละระยะ
2. กลูโคสไซรัป หรือ แปะแซ
3. น้ำตาลปีบ
4. เกลือ
5. พริกป่น
6. กระทะไฟฟ้า
7. ภาชนะใส่
8. ไม้กวน
9. น้ำตาลทรายขาว
10. ถาด

ขั้นตอนการทำมะม่วงหาวมะนาวโห่หยี ดังนี้  
ตารางมะม่วงหาวมะนาวโห่หยี

ส่วนผสม	ร้อยละ
กากสดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุก	27
กลูโคสไซรัปหรือแปะแซ	2
น้ำตาลปีบ	70
เกลือป่น	0.5
พริกป่น	0.5

- 1) นำกากสดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งสองระยะมาพักเตรียมไว้ในกระทะไฟฟ้า ตามอัตราส่วนในตาราง
- 2) ใส่กลูโคสไซรัป หรือ แปะแซ น้ำตาลปี๊บ เกลือป่น ตามอัตราส่วนในตาราง
- 3) คนส่วนผสมทั้งหมดจนเป็นเนื้อเดียวกัน ที่อุณหภูมิห้อง
- 4) ตั้งไฟอ่อน ๆ เคี่ยวจนมีลักษณะข้นหนืดประมาณ 3 นาที พึงระวังไม่ให้ความร้อนจัดจนเกินไป และควบคุมเวลาในการปรุงเพื่อให้คงสารแอนโทไซยานินไว้ ห้ามเคี่ยวไฟแรง และใช้เวลานาน อาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล
- 5) พักทิ้งไว้ให้เย็นตัว ส่วนผสมที่เคี่ยวได้พอเหมาะ จะมีลักษณะข้นหนืดยึดติดพายกวนขนมขึ้นมา เมื่อเย็นตัวแล้วสามารถแบ่งปริมาณมาปั้นบนภาชนะที่เหนียวน้ำตาลทรายขาวกับพริกป่น เกลือป่น ในอัตราส่วน คือ น้ำตาลทรายขาว 1 ถ้วยตวง เกลือป่น ½ ช้อนชา และพริกป่น ½ ช้อนชา



ภาพที่ 8 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยาบ



## 5. ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

น้ำผลไม้พร้อมดื่ม เป็นชนิดที่สามารถดื่มได้ทันที ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำผลไม้แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบ และวิธีการผลิตของโรงงาน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภทย่อย คือ น้ำผลไม้ 100 % เช่น น้ำส้ม และน้ำสับปะรด เป็นต้น น้ำผลไม้ 25 - 50 % เช่น น้ำฝรั่ง และน้ำมะม่วง ซึ่งไม่สามารถผลิตเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 100 % ได้ ต้องนำมาเจือจางและปรุงแต่งรสชาติก่อน ต้องเป็นของเหลวข้น อาจใส่หรือชุนอาจมีเนื้อผลไม้แขวนลอย และตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้รวมเข้มข้น มผช.1307/2557) รสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นรสเปรี้ยวบูด สิ่งแปลกปลอมต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจสารที่ละลายน้ำต้องไม่น้อยกว่า 60 องศาบริกซ์ ห้ามใช้สีสังเคราะห์ และวัตถุกันเสียทุกชนิด หากมีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ให้ใช้ได้ตามชนิด และปริมาณที่กฎหมายกำหนด จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ยีสต์ และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ผักและผลไม้หยี หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักหรือผลไม้มาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่า ที่ผ่านการทำแห้ง ดอง เชื่อม แช่อิ่ม กวน อย่างใดอย่างหนึ่ง มาปรุงรสด้วย น้ำตาล เกลือ พริก อาจเติมเครื่องปรุงรสอื่น เช่น น้ำมะนาว กรดซิตริก ยกเว้นการกวนอาจเติมน้ำตาล เกลือ พริก ระหว่างการกวนแล้วอาจนำไปอบด้วยก็ได้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก และผลไม้หยี มผช. 521/2558) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก และผลไม้หยี มผช. 521/2558 ได้กล่าวว่า การทดสอบให้ทำการตรวจพินิจ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผัก และผลไม้หยีชนิดแห้ง ต้องไม่เกิน 0.6 ชนิดไม่แห้ง ต้องไม่เกิน 0.85 การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิดจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^6$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม



## 6. ข้อค้นพบในงานวิจัย

สรุปผลจากงานวิจัยนี้ พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุกล้วนอุดมไปด้วยวิตามินซี แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแยกเป็นกากสดและน้ำคั้น แล้วนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปต่อ เป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หีจากกากสด และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มจากน้ำคั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกและระยะผลสุกทั้งหมดก็มีวิตามินซี แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยผู้ผลิตสามารถเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกิ่งสุกมาแปรรูปเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่หี และเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมาแปรรูปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวาน เพื่อให้น้ำผลไม้พร้อมดื่มเพื่อสุขภาพที่ลดปริมาณของน้ำตาลลง ผู้วิจัยจึงใช้สารแทนความหวานจากใบหญ้าหวานจากโครงการหลวง มาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหวานขึ้น และให้ค่าพลังงานลดลงจากการใช้น้ำตาลทรายปกติ

แบบทดสอบความรู้ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมายกากบาท เลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 20 ข้อ

1. *Carissa carandas* มีชื่อสามัญภาษาไทยเรียกว่าอย่างไร
 

ก. มะม่วงหาวมะนาวโห่	ข. หนามแดง
ค. มะม่วงไม่รู้หาว มะนาวไม่รู้โห่	ง. ถูกทุกข้อ
2. มะม่วงหาวมะนาวโห่ มีฤทธิ์ทางชีวภาพตามข้อใดบ้าง
 

ก. พบวิตามินซี	ข. พบสารต่อต้านอนุมูลอิสระ
ค. พบสารแอนโทไซยานิน	ง. ถูกทุกข้อ
3. มะม่วงหาวมะนาวโห่เมื่อถึงระยะผลสุกสีม่วงดำจะมีฤทธิ์ทางชีวภาพข้อใดปรากฏเด่นชัด
 

ก. พบวิตามินซี	ข. พบสารต่อต้านอนุมูลอิสระ
ค. พบสารแอนโทไซยานิน	ง. ถูกทุกข้อ
4. การทดสอบสารสกัดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลปรากฏสีใดที่พบค่าวิตามินซีสูงที่สุด
 

ก. ขาว	ข. ชมพูแดง
ค. ม่วงดำ	ง. ถูกทุกข้อ
5. การทดสอบสารสกัดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระยะผลปรากฏสีใดที่พบค่าแอนโทไซยานินสูงที่สุด
 

ก. ขาว	ข. ชมพูแดง
ค. ม่วงดำ	ง. ถูกทุกข้อ
6. การอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ได้ให้ความรู้การทำผลิตภัณฑ์หลายอย่างยกเว้นข้อใด
 

ก. น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม	ข. แยมมะม่วงหาวมะนาวโห่
ค. มะม่วงหาวมะนาวโห่หยา	ง. น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน
7. การเตรียมผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เหตุใดจึงต้องแกะส่วนเมล็ดออกแล้วแช่ในน้ำสะอาดไปเก็บไว้ในตู้เย็น
 

ก. เพื่อลดความฝาดจากยางก่อน	ข. เพื่อคงความกรอบ สดใหม่
ค. เพื่อลดความหวาน	ง. เพื่อชะลอการงอกของเมล็ด







ภาพที่ ฉ.1- ฉ.3 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการที่ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) ในการวัดผลสัมฤทธิ์  
ในการอบรมเชิงปฏิบัติการ  
เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี  
และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ข้อที่	ผลพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม $\Sigma R$	ค่าIOC = $\frac{\Sigma R}{N}$	ผลพิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
เอกสารประกอบการอบรม และกิจกรรมการอบรมภาคปฏิบัติ						
1.1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.2	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.3	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
รวม					3	
เฉลี่ย					1	
แบบประเมินความพึงพอใจในการอบรม						
2.1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2.2	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
รวม					2	
เฉลี่ย					1	

GRAD VRU



ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบทดสอบ (IOC) ในการวัดผลสัมฤทธิ์  
ในการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี  
และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ คะแนน $\sum R$	ค่า $IOC = \frac{\sum R}{N}$	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
19	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
20	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
รวม					19.34	
เฉลี่ย					0.97	

## ค่า t-test แบบทดสอบก่อน – หลัง การอบรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีสมมติฐาน ดังนี้					
	$H_0$ : คะแนนเฉลี่ย	หลังเรียน	ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ย		ก่อนเรียน
	$H_1$ : คะแนนเฉลี่ย	หลังเรียน	สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย		ก่อนเรียน
Paired Samples Statistics					
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	30	6.97	2.385	0.435
1	หลังเรียน	30	17.23	1.591	0.290

สรุปผลการวิเคราะห์							
ตารางที่...	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ						
	ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนน		ก่อนเรียน	กับ	หลังเรียน	ของผู้เรียน	
	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	6.97	2.385	10.27	2.449	22.966 *	29	0.000
หลังเรียน	17.23	1.591					
จากตารางที่... พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนน					ก่อนเรียน	เฉลี่ย เท่ากับ	6.97
คะแนน และมีคะแนน	หลังเรียน	เฉลี่ย เท่ากับ	17.23	คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบ			
ทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบ		หลังเรียน	สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05				

การประเมินความพึงพอใจในการอบรม  
เรื่อง เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่หี  
และการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มสูตรหญ้าหวาน  
บรรยายโดย นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนิท

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					SD = 0.035
	5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาในการอบรม	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
2. บุคลิกภาพของวิทยากรผู้ให้การอบรม	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
3. เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
4. อุปกรณ์ และสื่อที่สนับสนุน	76.67	23.33	0.00	0.00	0.00	4.77
5. เอกสารที่ใช้ในการอบรม	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการอบรม	73.33	16.67	10.00	0.00	0.00	4.63
7. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
8. ความเหมาะสมของอาหารว่าง และ อาหารกลางวัน	70.00	30.00	0.00	0.00	0.00	4.70
9. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไป ใช้ปฏิบัติได้จริง	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73
10. ประโยชน์ที่ได้จากการอบรม	73.33	26.67	0.00	0.00	0.00	4.73

### เกณฑ์

- ค่าเฉลี่ย 5.00 – 4.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับมากที่สุด  
 ค่าเฉลี่ย 4.49 – 3.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับมาก  
 ค่าเฉลี่ย 3.49 – 2.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับปานกลาง  
 ค่าเฉลี่ย 2.49 – 1.50 หมายถึง ความเหมาะสมระดับน้อย  
 ค่าเฉลี่ย 1.49 – 1.00 หมายถึง ความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ -นามสกุล	นางสาวมธุรส รัตนวงศ์สนิท
วัน เดือน ปี ที่เกิด	17 เมษายน 2530
สถานที่เกิด	นครสวรรค์
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 299/33 หมู่ที่ 4 หมู่บ้านดีพร้อม ซอยดีหนึ่ง ถนนสันคู-ท่าทอง ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ รหัสไปรษณีย์ 60000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขา มัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2553	รับราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
พ.ศ. 2562	รับราชการครู ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	รับราชการครูโรงเรียนชัยนาทพิทยาคม
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท

GRAD VRU