



การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเม็ดอมวิตามินซีโดยใช้มะขามป้อม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2543

ISBN 974-665-214-1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

จุฬ
972787
2543
ค.2

Copyright by Mahidol University

๐ 11406239
i 1295679x

เรื่อง

ประวัติ.....

១២២
អ្នកជ័យ

ସାମାଜିକ କ୍ଷେତ୍ର

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3-1 / 12/12/2022

วท.ม. (เภสัชศาสตร์)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

உரை 11/10/24.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

124 R

บัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเม็ดคอมวิตามินซีโดยใช้มะขามป้อม
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2543

ทวดี พิศาลสถิตกรรม

นางสาวทวดี พิศาลสถิตกรรม
ผู้วิจัย

อาจารย์สมพงษ์ ธงไชย วท.ม.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์สมทรง เละทะกุล วท.ม., M.Sc.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล
วท.ม. (เภสัชศาสตร์)
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวดี โรจนกนันท์ M.Sc.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์อานดี นิตธิธรรมขง Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์เลียงชัย ถัมถ้อยวงศ์ Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.
คณบดี
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์สมพงษ์ รัชไชย ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล ดร.อาณัติ นิติธรรมขง กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวดี โรจนกนันท์ ศาตราจารย์สมทรง เลขะกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย ให้ได้รับความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณวรรณนิภา โรจนวราวัตรและคุณวชิราภา เขียวรอด ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์มนู กิจฉลอง คุณวรรณิ อภิรักษ์จิต และคุณนรินทร์ ก่ออัฐ ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาผู้ทดสอบชิมอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณคุณขวัญดา มีกลิ่น ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณศิริรัตน์ เลิศพุดผิบุญญ ผู้บังคับบัญชา และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ให้ความสนับสนุน และส่งเสริมการเรียนจนจบการศึกษาครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณความดีแห่งงานวิจัยนี้แด่คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มีพระคุณทุกท่าน พี่ชาย น้องสาว ผู้ที่คอยให้กำลังใจ และอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

พรวดี พิศาลสฤณดิกรรม

4036909 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : มะขามป้อม / เม็ดอม / วิตามินซี

พรวดี พิศาลสฤณดิกรรม : การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเม็ดอมวิตามินซีโดยใช้มะขามป้อม (FEASIBILITY STUDY ON DEVELOPMENT OF A VITAMIN C PILL FROM *PHYLLANTHUS EMBLICA* LINN.) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สมพงษ์ ธงไชย, วท.ม. รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วท.ม.(เภสัชศาสตร์) อาณัติ นิธิธรรมขง, Ph.D. 110 หน้า ISBN974-665-214-1

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อนำสมุนไพรมะขามป้อมมาพัฒนาเป็นเม็ดอมมะขามป้อมที่มีวิตามินซี โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และปริมาณวิตามินซีของมะขามป้อมสด เพื่อคัดเลือกมาแปรรูปเป็น 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคองและน้ำมะขามป้อม แล้วจึงนำมาผลิตเป็นเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร โดยผสมส่วนประกอบอื่นคือ น้ำตาล 3 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึก และน้ำผึ้ง ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปากและความชอบรวม และศึกษาอายุการเก็บรักษา 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10 °C และอุณหภูมิห้อง

ผลการวิจัยพบว่าเม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเม็ดอมมะขามป้อมจากสูตรคองที่ 1 มีสีเหลืองอ่อน รสชาติกลมกล่อมเปรี้ยวอมหวานและเค็ม เนื้อสัมผัสนุ่ม ละลายในปากได้ดี ได้รับการคะแนนการยอมรับมากที่สุดในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมากในทุกกลุ่มอายุ ปริมาณวิตามินซี มีค่าเท่ากับ 0.15 ม.ก. ต่อ 1 เม็ด ส่วนสูตรผงที่ 3 มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดเท่ากับ 2.41 ม.ก.ต่อ 1 เม็ดและได้รับการยอมรับรองลงมา สูตรน้ำที่ 3 มีปริมาณวิตามินซีรองจากสูตรผงที่ 3 เท่ากับ 1.43 ม.ก.ต่อ 1 เม็ดและได้รับการยอมรับน้อยที่สุด จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน การเก็บรักษาเม็ดอมทั้ง 9 สูตร ในภาชนะบรรจุปิดสนิท 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10 °C และอุณหภูมิห้อง พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปมีสีเข้มขึ้น กลิ่นของมะขามป้อม น้ำตาล น้ำผึ้งลดลง เม็ดอมมีการยึดเกาะติดกัน ปริมาณวิตามินซีลดน้อยลง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิห้อง ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ ราไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 1,000 กรัม สูตรคองมีต้นทุนต่ำที่สุด รองลงมาคือสูตรน้ำ และสูตรผง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 135.99, 148.76 และ 186.27 บาท ตามลำดับ

4036909 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : *PHYLLANTHUS EMBLICA* LINN. /PILL / VITAMIN C

PORNVADEE PISANSALHIDIKAM : FEASIBILITY STUDY ON DEVELOPMENT OF A VITAMIN C PILL FROM *PHYLLANTHUS EMBLICA* LINN. THESIS ADVISORS : SOMPONG THONGCHAI, M.Sc., RUNGRAVI TEMSIRIRIRKKUL, M.Sc.(PHARMACY), ANADI NITITHAMYONG, Ph.D., 110 p. ISBN 974-665-214-1

The objective of this study was to develop vitamin C pills from *Phyllanthus emblica* fruits. Physical properties and vitamin C content of the fruits were determined and used as selective factors for suitable raw material. The fruits were then processed into three products : *Phyllanthus emblica* powder, *Phyllanthus emblica* pickle and *Phyllanthus emblica* juice, to use as raw materials for the pills. Other ingredients: icing sugar, brown sugar, palm sugar and honey were added at various concentrations yielding nine formulas. The resulting pills were then analyzed for vitamin C content, microbiological quality yeast and mold counts and consumer acceptance. The results of one month storage at 5-10°C and at room temperature were also studied.

Results showed that the nine - formula pills were accepted differently ($p \leq 0.05$). The pill from pickle formula 1 , which was light yellow in color and well- balanced in sweet, sour and salt qualities, was the most accepted. It contained 0.15 mg. of vitamin C per pill. The second most accepted pill was that from the powder formula 3 which had the highest vitamin C content of 2.41 mg. per pill. The juice formula pill 3 was the least accepted with 1.43 mg. of vitamin C per pill. Total plate, yeast and mold counts of the pills were within the regulation limits. The pills stored in air-tight containers for one month at 5-10°C and at room temperature changed in physical properties. The color of all pills was darkened. The aromas of emblic myrobalan , sugar and honey decreased in all 9 formulas. The pills became sticky and vitamin C content decreased, especially in those stored at room temperature. However, the total plate count as well as yeast and mold counts were still within the regulation limits. The production costs of 1,000 g. pills from pickle formulas, juice formulas and powder formulas were 135.99 , 148.76 and 186.27 baht, respectively.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
1.3 วัตถุประสงค์.....	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.5 วิธีการวิจัย.....	6
1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	7
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	8
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.9 ระยะเวลาและแผนการวิจัย.....	9
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	10
2.1 มะขามป้อม.....	10
2.2 วิตามินซี.....	14
2.3 การถนอมอาหาร.....	17
2.4 กระบวนการทำเมื่อด.....	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย.....	29
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	29
3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมการ.....	31
3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบงานวิจัย.....	32
3.1.3 ขั้นตอนการทดลองและบันทึกข้อมูล.....	35
3.1.4 ขั้นตอนการประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง.....	43
3.3 คุณภาพของเครื่องมือ.....	43
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	45
4.1 ผลการศึกษาข้อมูลการคัดเลือกมะขามป้อม.....	45
4.2 ผลการทดลองการผลิตเม็ดอมมะขามป้อม.....	48
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นทุนการผลิต.....	59
บทที่ 5 อภิปรายผล.....	62
5.1 เกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อม.....	62
5.2 การศึกษาการนำมะขามป้อมแก้จืดมาแปรรูป.....	63
5.3 การศึกษาอัตราส่วนของเม็ดอมมะขามป้อม.....	63
5.4 การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค.....	64
5.5 ปริมาณวิตามินซีของเม็ดอมมะขามป้อม.....	65
5.6 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของเม็ดอมมะขามป้อม.....	65
5.7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อม.....	66
5.8 ความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิต.....	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	68
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	68
6.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....	69
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อเนื่องครั้งต่อไป.....	69
รายการอ้างอิง.....	70
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์.....	73
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค.....	77
ภาคผนวก ค ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	81
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี HPLC.....	88
ภาคผนวก จ ภาพมะขามป้อมระหว่างกระบวนการผลิต.....	94
ประวัติผู้วิจัย.....	98
Executive Summary.....	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาและแผนการวิจัย.....	9
2	คุณค่าทางโภชนาการของมะขามป้อมสดและแช่แข็ง..... ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	13
3	ตัวอย่างปริมาณวิตามินซีในอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.....	16
4	ความต้องการวิตามินซีของร่างกาย.....	17
5	ลักษณะทางกายภาพของผลมะขามป้อม.....	45
6	ค่าเฉลี่ยผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์.....	46
7	ปริมาณวิตามินซีในผลมะขามป้อม.....	47
8	เปรียบเทียบน้ำหนัkmะขามป้อมสดและมะขามป้อมหลังการแปรรูป.....	47
9	ปริมาณวิตามินซีในมะขามป้อมสดและมะขามป้อมหลังการแปรรูป.....	48
10	ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเม็ดอมมะขามป้อม.....	48
11	ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ..... กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง วัย 13-15 ปี	50
12	ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ..... กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง วัย 16-20 ปี	52
13	ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ..... กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง วัย 25 ปีขึ้นไป	54
14	ปริมาณวิตามินซีของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร.....	56
15	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร.....	56
16	ปริมาณวิตามินซีของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร..... ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5-10°C และอุณหภูมิห้อง	58
17	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร..... ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5-10°C และอุณหภูมิห้อง	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	จำนวนยีสต์และราของเม็คคอมมะขามป้อม 9 สูตร.....	59
	ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5-10°C และอุณหภูมิห้อง	
19	ต้นทุนทั้งหมดของการผลิตเม็คคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร.....	61
20	ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมอ่อนโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์.....	74
21	ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมแก่โดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์.....	75
22	ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมแก่จัดโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์.....	76



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	4
2	ลักษณะของมะขามป้อม.....	12
3	ขั้นตอนการแปรรูปผลไม้ให้เป็นผงและทำเป็นเม็ด.....	23
4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	30
5	แผนการวิจัยกรรมวิธีการผลิตเม็ดอมมะขามป้อม.....	34
6	กระบวนการแปรรูปเป็นผงมะขามป้อม มะขามป้อมดองและน้ำมะขามป้อม....	37
7	ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดอมจากผงมะขามป้อม.....	38
8	ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดอมจากมะขามป้อมดอง.....	39
9	ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดอมจากน้ำมะขามป้อม.....	40
10	การคัดเลือกมะขามป้อมออกเป็น 3 ชนิด ผลอ่อน ผลแก่ และผลแก่จัด.....	95
11	มะขามป้อมหลังการแปรรูป 3 แบบ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมดองและ..... น้ำมะขามป้อม	95
12	เม็ดอมมะขามป้อมทั้งหมด 9 สูตร.....	96
13	เม็ดอมมะขามป้อมจากผงมะขามป้อม 3 สูตร.....	96
14	เม็ดอมมะขามป้อมจากมะขามป้อมดอง 3 สูตร.....	97
15	เม็ดอมมะขามป้อมจากน้ำมะขามป้อม 3 สูตร.....	97

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

จากสภาพสังคมในอดีต สมุนไพรเป็นสิ่งที่คุ้นเคยกับคนไทยมาช้านานแล้ว สมุนไพรเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษยชาตินำมาใช้ในการบำบัดรักษาโรค เพื่อเป็นอาหาร และเพื่อเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง เป็นต้น ความรู้ในการใช้สมุนไพรมีการพัฒนาและสืบทอดจากคนรุ่นหนึ่งมาอีกคนรุ่นหนึ่งจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าในบางช่วงที่ผ่านมาความสนใจที่จะใช้สมุนไพรอาจลดลงไปบ้าง จวบจนกระทั่งปัจจุบันประเทศไทยต้องประสบกับปัญหาวิกฤติทางด้านเศรษฐกิจและสังคม มีภาวะเสียดุลการค้าระหว่างประเทศเป็นจำนวนมาก สมุนไพรจึงกลับมามีบทบาทและได้รับความสนใจอย่างมากอีกครั้งหนึ่ง รัฐบาลโดยกระทรวงสาธารณสุขได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้กำหนดนโยบายในการส่งเสริมและเผยแพร่ให้มีการใช้สมุนไพรเป็นยารักษาโรค และการแพทย์พื้นบ้านในแผนพัฒนาสาธารณสุขแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) เพื่อให้เกิดการพึ่งตนเองทางด้านสาธารณสุขได้ในระดับหนึ่ง และสอดคล้องกับหลักการสาธารณสุขมูลฐาน และ วัฒนธรรมพื้นบ้านของไทยที่ให้ประชาชนมีส่วนร่วม และใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น โดยการใช้สมุนไพรเป็นในงานสาธารณสุขมูลฐาน เนื่องจากสมุนไพรมีราคาถูก หาได้ง่ายและมีประสิทธิภาพได้รับการยอมรับจากประชาชน สำหรับแผนพัฒนาสาธารณสุขแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ได้บรรจุงานวิจัยและพัฒนาสมุนไพรและโครงการพัฒนาสมุนไพรให้เป็นยาในแผนงานยาและชีววัตถุ โดยการคัดเลือกสมุนไพรที่ได้พัฒนาแล้ว และมีศักยภาพสูงในการใช้เป็นยารักษาโรค นำมาส่งเสริมต่อในแผนพัฒนาสาธารณสุขแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) ซึ่งได้กำหนดการจัดระบบบริการการแพทย์แผนไทยและมีการใช้ยาสมุนไพรเป็นส่วนหนึ่งของบริการเพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม (1)

การพึ่งตนเองด้วยการใช้ทรัพยากรใกล้ตัว ให้สามารถดำรงชีวิตได้โดยอาศัยปัจจัยภายนอกให้น้อยที่สุด เป็นนโยบายที่รัฐบาลหวังจะให้เกิดขึ้นทุกระดับตั้งแต่บุคคล ครอบครัว ชุมชน จนกระทั่งถึงระดับประเทศชาติ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาสถานการณ์ของโลกได้กระตุ้นให้มนุษย์เห็น

คุณค่าของธรรมชาติมากขึ้น สมุนไพรเป็นทรัพยากรหนึ่งที่มีมนุษย์หวนกลับมารำลึกถึงคุณประโยชน์ และพยายามฟื้นฟูศึกษา เพื่อนำมาแก้ปัญหาสาธารณสุขที่รุมเร้ารอบตัว และการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประชาชนภายในท้องถิ่น และประเทศนั้นๆ อันจะเป็นการพึ่งตนเองอย่างแท้จริง

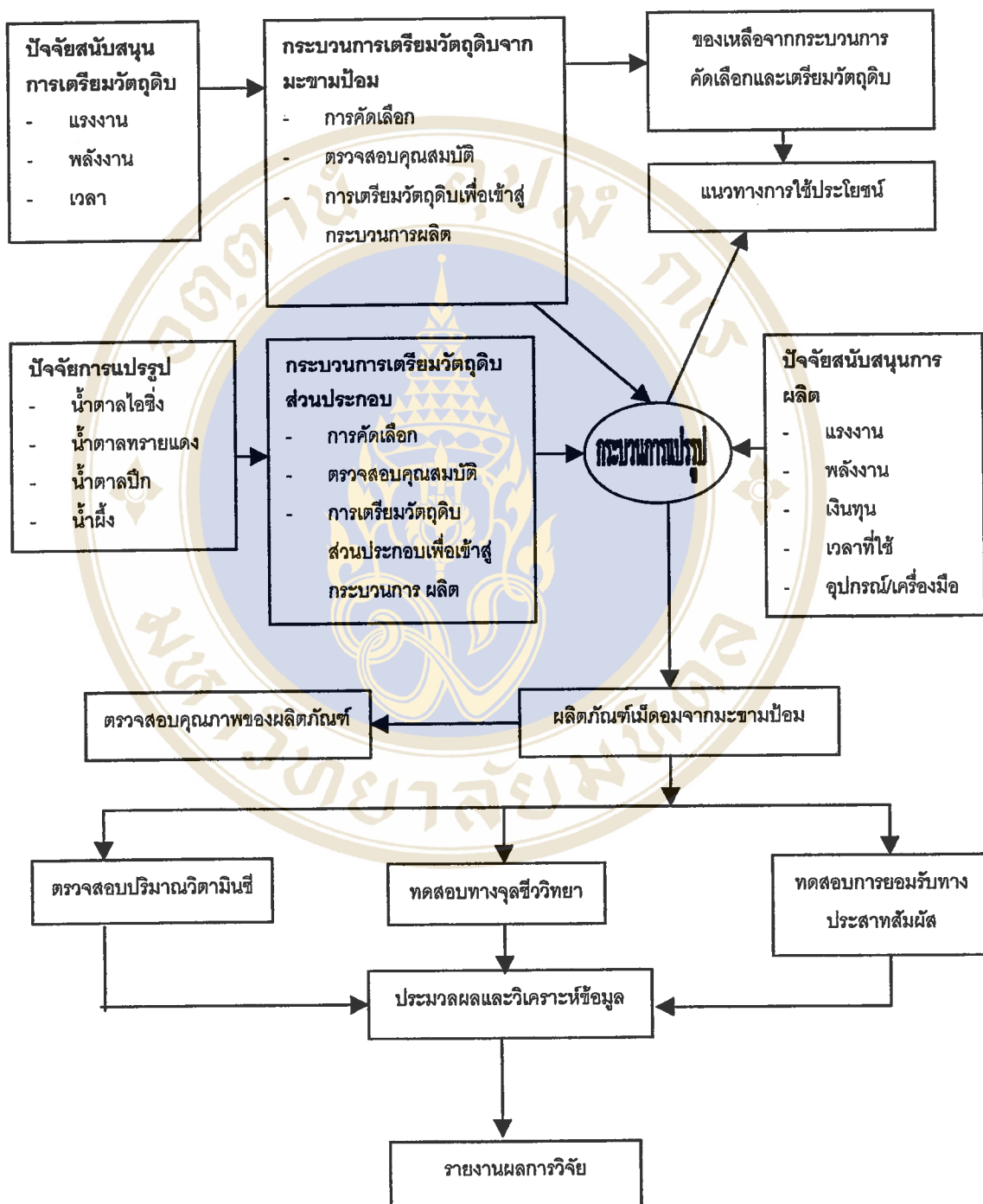
ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการนำสมุนไพรมาใช้เป็นส่วนประกอบทั้งทางด้านอุปโภคและบริโภคกันเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในด้านบริโภค เมื่อดมสมุนไพรซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในทุกเพศทุกวัยและมีจำนวนมากหลายชนิด ทั้งที่เป็นเมื่อดมสมุนไพรจากต่างประเทศและเมื่อดมสมุนไพรไทย เมื่อดมสมุนไพรที่นำมาบริโภคกันนั้น มักเน้นไปทางด้านการรักษาและเพื่อความเพลิดเพลิน โดยเฉพาะเมื่อดมสมุนไพรจากต่างประเทศมักได้รับความนิยมมากกว่า อาจเนื่องมาจากการโฆษณา รสชาติ และคุณประโยชน์ในเมื่อดม จากเหตุผลดังกล่าวเพื่อลดการเสียดุลการค้าในการสั่งซื้อเมื่อดมจากต่างประเทศ (2) เพื่อสนับสนุนการใช้ทรัพยากรภายในประเทศให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องนี้โดยนำสมุนไพรไทยชนิดหนึ่งคือ มะขามป้อม ซึ่งมีราคาถูก หาได้ง่ายภายในประเทศ และยังมีคุณประโยชน์นานับประการในทุก ๆ ส่วนของมะขามป้อม กล่าวคือ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีสรรพคุณทางยาอย่างมากมาย สามารถแก้ไข้หวัด แก้ไอ ขับเสมหะ เป็นยาบำรุง แก้กะหายน้ำ ขับปัสสาวะ (ได้รับเข้าไปมาก ๆ) ยาระบาย แก่ดกเลือด บิด บำรุงธาตุ เป็นต้น (3) และประการสำคัญมะขามป้อมเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่อุดมไปด้วยวิตามินซี สูงมากกว่าสมุนไพรชนิดอื่นๆ รองลงมาจากเชอร์รี่และมะกอกไทย(4) แต่ผู้วิจัยไม่นำเชอร์รี่มาทำการศึกษาเนื่องจากมีราคาแพงและหายาก ส่วนมะกอกไทยจะให้ปริมาณเนื้อน้อย มีปริมาณเส้นใย และกากมาก มีความยุ่งยากในกระบวนการผลิตเป็นเมื่อดม และสารอาหารวิตามินซีซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายอีกมากมาย เช่น ช่วยป้องกันโรคลึกลับปิดลึกลับ ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันต้านต่อการติดเชื้อ ช่วยในการเสริมสร้างกระดูก ฟัน และหลอดเลือดให้แข็งแรง เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นแนวคิดของการศึกษาครั้งนี้ โดยนำสมุนไพรมะขามป้อมมาผลิตเป็นเมื่อดมมะขามป้อมเพื่อสะดวกในการบริโภค เก็บรักษา พกพา และเนื่องจากธรรมชาติของมะขามป้อมมักออกผลตามฤดูกาลเท่านั้น เพื่อป้องกันการเน่าเสีย จึงจำเป็นต้องนำมาแปรรูปก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเมื่อดม กรรมวิธีการแปรรูปมีหลากหลายวิธี แต่ผลขึ้นชั้นทางด้านการวิจัยที่สนับสนุนว่าควรจะใช้วิธีใดยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกกรรมวิธีที่เป็นที่นิยมได้รับการยอมรับ(5) และเพื่อการเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีมา 3 แบบคือ การทำให้แห้งเป็นผง การดอง และการสกัดเป็นน้ำ จากนั้นจึงนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเมื่อดมมะขามป้อมต่อไป

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คาดว่าจะได้เม็ดอมมะขามป้อมที่อุดมไปด้วยวิตามินซี รสชาติเป็นที่พึงพอใจ สะอาด กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน ตลอดจนมีต้นทุนการผลิตเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ ที่สำคัญเป็นการกระตุ้นให้เห็นคุณค่าของสมุนไพรภายในประเทศ และนำไปเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการผลิตเม็ดอมมะขามป้อมที่เหมาะสมสำหรับครอบครัวและชุมชนต่อไป



1.2 กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อมมาใช้เป็นวัตถุดิบ

1.3.2 ศึกษาวิเคราะห์ ออกแบบ ตรวจสอบและเปรียบเทียบกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เม็คคอม โดยใช้มะขามป้อมเป็นวัตถุดิบ

1.3.3 ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เม็คคอมจากมะขามป้อมในระดับห้องปฏิบัติการ และการยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาเกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อม เฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพ

1.4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพจากภูมิปัญญาชาวบ้าน จากการสอบถามผู้ขายมะขามป้อมของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

1.4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพจากเกณฑ์การตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สี ขนาด น้ำหนัก และความแน่นเนื้อของมะขามป้อม

1.4.2 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีที่ได้จากมะขามป้อมในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง น้ำมะขามป้อม และเม็คคอมมะขามป้อม

1.4.3 ศึกษากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เม็คคอมจากมะขามป้อมซึ่งมี 3 แบบ คือ

1.4.3.1 ผงมะขามป้อม

1.4.3.2 มะขามป้อมคอง

1.4.3.3 น้ำมะขามป้อม

1.4.4 ผลิตภัณฑ์เม็คคอมที่ศึกษาคือ

1.4.4.1 เม็คคอมจากผงมะขามป้อม

1.4.4.2 เม็คคอมจากมะขามป้อมคอง

1.4.4.3 เม็คคอมจากน้ำมะขามป้อม

1.4.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13-15 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน
โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยจัดผู้ทดสอบชิม 270 คน แบ่งเป็น 3 ซ้ำ กลุ่มละ 30 คน
ซ้ำละ 90 คน

1.4.6 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์
และรา

1.4.7 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในกระบวนการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อม และต้นทุนการผลิต
ในห้องปฏิบัติการ

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1.1 เตรียมการและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรมะขามป้อม
ได้แก่

- ข้อมูลพฤกษศาสตร์ของมะขามป้อม
- ข้อมูลคุณค่าทางวิตามินซี
- ข้อมูลการแปรรูปเป็น ผง ดองและการสกัดเป็นน้ำ
- ข้อมูลกระบวนการทำเป็นเม็ดอม

1.5.1.2 การเตรียมวัตถุดิบ และส่วนประกอบ ได้แก่

- มะขามป้อม
- น้ำตาลไอซิ่ง
- น้ำตาลทรายแดง
- น้ำตาลปึก
- น้ำผึ้ง

1.5.1.3 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่

- เครื่องชั่งน้ำหนัก Metler PB 303 อ่านหน่วยเป็นกรัม
- ตู้อบลมร้อน Memmert ขนาด 2,280 วัตต์
- เครื่องคั้นน้ำแยกกาก Imarflex ขนาด 300 วัตต์
- เครื่องบดไฟฟ้า Moulinex ขนาด 250 วัตต์
- เครื่องบดเป็นผง Hammer Mill ขนาด 1,750 วัตต์

1.5.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

1.5.2.1 ออกแบบเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบจากมะขามป้อม

1.5.2.2 ออกแบบและวางแผนการทดลอง

1.5.2.3 ออกแบบเกณฑ์สำหรับการบันทึกข้อมูลปฐมภูมิ

1.5.3 ขั้นตอนการทดลอง และบันทึกข้อมูล

1.5.3.1 ทำการทดลองหาสูตรความเป็นไปได้ในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อม

1.5.3.2 ทำและบันทึกข้อมูลการทดลองของผลิตภัณฑ์เม็ดคอมมะขามป้อม

1.5.3.3 ทดลองและบันทึกข้อมูลตลอดจนการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 เดือน

1.5.3.4 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีและตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเม็ดคอม

มะขามป้อม และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

1.5.4 ขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

1.5.4.1 การทดลองนี้จะใช้การทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

1.5.4.2 หากการยอมรับของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตร โดยใช้ผู้ชิมทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวมโดยวิธีทดสอบแบบ 9 - Point hedonic scale

1.5.4.3 คะแนนที่ได้จากการทดสอบนำมาหาค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA (Analysis of Variance) และทดสอบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละสูตร โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.5.4.4 ผลที่ได้จะทราบรายละเอียดว่า เม็ดคอมสูตรใดที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ตลอดจนมีความแตกต่างระดับใดบ้างในแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์

1.5.4.5 การรายงานผลจะรายงานโดยใช้ตารางแสดงผลข้อมูล และใช้ข้อมูลทางสถิติประกอบการอธิบาย

1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ตัวแปรอิสระ

1.6.1.1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อม

1.6.1.2 อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ของผลิตภัณฑ์

1.6.1.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือเม็ดคอมมะขามป้อม

1.6.2 ตัวแปรตาม

- 1.6.2.1 สีของเม็คคอม
- 1.6.2.2 กลิ่นของเม็คคอม
- 1.6.2.3 รสชาติของเม็คคอม
- 1.6.2.4 การละลายในปาก
- 1.6.2.5 ความชอบรวม

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ผงมะขามป้อม	หมายถึง	ผลผลิตที่ได้จากผลมะขามป้อม ซึ่งนำเมล็ดออกแล้วมาสับ หรือซอยเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนปรับที่อุณหภูมิ 50°C นาน 12 ชั่วโมง แล้วนำมาปั่นหรือบดให้เป็นผง
มะขามป้อมดอง	หมายถึง	ผลผลิตที่ได้จากผลมะขามป้อม ซึ่งนำเมล็ดออกแล้วนำไปแช่ในสารละลายที่มีส่วนผสมของเกลือ และน้ำที่ต้มเดือดแล้วในอัตราส่วน 20 : 80 นาน 20 วัน
น้ำสกัดมะขามป้อม	หมายถึง	ผลผลิตที่ได้จากผลมะขามป้อม ซึ่งนำเมล็ดออก ผ่าครึ่งแล้วบีบหรือคั้นด้วยเครื่องคั้นแยกกากแล้ว กรองเอากากออก
เม็คคอมมะขามป้อม	หมายถึง	มะขามป้อมที่ปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำผึ้งและน้ำตาลชนิดต่างๆ แล้วนำมาปั่นเป็นเม็ค โดยมะขามป้อมที่ใช้จะนำมาจากมะขามป้อมที่แปรรูปแล้วในลักษณะต่าง ๆ กัน คือผงมะขามป้อม มะขามป้อมดองและน้ำมะขามป้อม

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.8.1 ได้ผลิตภัณฑ์เม็คคอมมะขามป้อม ที่มีปริมาณวิตามินซี และมีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- 1.8.2 ได้ทราบกระบวนการผลิตเม็คคอมมะขามป้อมที่ง่าย สะดวก และราคาถูก
- 1.8.3 เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เม็คคอมจากสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ได้

1.9 ระยะเวลาและแผนการวิจัย

กิจกรรม	น.ก.	ก.ท.	น.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ	↔											
เขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์				↔								
เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์							↔					
เก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ							↔	↔				
วิเคราะห์ข้อมูล								↔	↔			
เขียนรายงาน									↔			
สอบป้องกันวิทยานิพนธ์											↔	
แก้ไขและจัดพิมพ์รายงาน											↔	

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเม็ดอมวิตามินซีโดยใช้มะขามป้อมเป็นวัตถุดิบ ดังนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขามป้อม
- 2.2 วิตามินซี
- 2.3 การถนอมอาหาร
- 2.4 กระบวนการทำเป็นเม็ด
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขามป้อม

2.1.1 มะขามป้อม (3)

มะขามป้อมเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง มีชื่อพื้นเมืองแตกต่างกันไป ดังนี้คือ กัน โดด (เขมร จันทบุรี) กำทวด (ราชบุรี) มะขามป้อม (ทั่วไป) มั่งสู๋ สันยาสำ (กะเหรี่ยง, แม่ฮ่องสอน) ชื่ออังกฤษ Emblic Myrobalan, Malacca Tree. ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phyllanthus emblica* Linn. และจัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae

มะขามป้อมเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูงประมาณ 8-12 เมตร เปลือกของลำต้นมีสีเทาอมน้ำตาลอ่อน แตกเป็นร่องตามความยาวของลำต้น เมื่อสด ๆ เนื้อไม้สีแดงคล้ำ แต่เมื่อทิ้งไว้นานจะเปลี่ยนเป็นสีแดงปนน้ำตาล เนื้อไม้แข็ง เหนียวทนทานมาก (6) ใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวอ่อน ออกตรงข้ามกันคล้ายขนนก กว้าง 0.25-0.5 ซม. ยาว 0.8-1.2 ซม. เรียงชิดกัน ดูผาดๆ เหมือนใบประกะบ ก้านใบสั้นมาก ดอกเป็นช่อ ดอกย่อยมีขนาดเล็กสีนวล ดอกมีสีเขียวแกมเหลือง ดอกแยกเพศแต่เกิดบนต้นเดียวกัน ออกดอกตามง่ามใบ 3-5 ดอก มีกลีบรองดอก 6 กลีบ ดอกเพศผู้ มีเกสรผู้ 3 อัน ดอกเพศเมีย มีฐานรองดอกเป็นรูปถ้วย ขอบถ้วยหยัก รังไข่ มี 3 ช่อง หลอดท่อรังไข่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ไม่เท่ากัน ผลกลม มีเนื้อหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2-2 ซม. ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่จัดสีเหลืองใส เนื้อรับประทานได้ มีรสฝาด เบี้ยวขม และอมหวาน เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง มีรอย

แยกแบ่งออกเป็น 6 ชิก การปลูก ใช้วิธีตอนกิ่ง และการเพาะเมล็ด ระยะเวลาออกดอกและติดผล ออกดอกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน และติดผลระหว่างเดือนตุลาคม - มีนาคม (7) พบขึ้น ประปรายหรือเป็นกลุ่มในป่าเบญจพรรณแล้ง (ป่าผสมผลัดใบ) และป่าเต็งรังทั่วไป มีมากบริเวณ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (8) ซึ่งมีป่าเต็งรังอยู่ถึง 53.38% รองลงมาในภาคเหนือ คิดเป็น 39.11% (9)





2.1.2 ปริมาณคุณค่าสารอาหาร

จากการศึกษาของกองโภชนาการ กรมอนามัย ถึงคุณค่าสารอาหารของผลมะขามป้อมสด และผลมะขามป้อมแช่อิ่มในส่วนที่กินได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของมะขามป้อมสด และมะขามป้อมแช่อิ่มในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ผลสด	แช่อิ่ม	หน่วย
พลังงาน	58	222	แคลอรี
น้ำ	84.1	37.6	กรัม
ไขมัน	0.5	0.6	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	14.3	59.8	กรัม
ใยอาหาร	2.4	1.0	กรัม
โปรตีน	0.7	0.5	กรัม
แคลเซียม	29	39	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	21	18	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5	1.2	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	100	-	หน่วยสากล (I.U.)
วิตามินบี 1	0.03	0.02	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.04	0.09	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.2	0.1	มิลลิกรัม
วิตามินซี	276	3	มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2521 (4)

จากตารางข้างต้นพบว่ามะขามป้อม 100 กรัม ส่วนที่เป็นผลสดมีวิตามินซีสูงถึง 276 มิลลิกรัม/100กรัม ในขณะที่มะขามป้อมแช่อิ่มมีปริมาณวิตามินซีเพียง 3 มิลลิกรัม / 100 กรัม แต่มีปริมาณของพลังงาน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียมและวิตามิน บี 2 เพิ่มขึ้น และรายงานการวิจัยพบว่าผลมะขามป้อม 1 ผล มีปริมาณวิตามินซีเทียบเท่าที่มีในผลส้ม 1 - 2 ผล (10) นอกจากนี้ในส่วนผลของมะขามป้อม แล้วมะขามป้อมยังมีสารอาหารอื่น ๆ ที่พบในส่วนต่าง ๆ ของมะขามป้อม ได้แก่ ราก มี lupeol, ellagic acid และ β -sitosterol เปลือกผล มี ellagic phylllemblbic acid และสารพวก phenols ใบ มี amlaic acid, lupeol, β -sitosterol, tannin มี 22 % ของน้ำหนักแห้งประกอบด้วย

ellagic acid, gallic acid, 3,6-digalloyl glucose, corilagin, chebulagic acid, chebulinic acid , glucogallin (11)

2.2 วิตามินซี (12)

วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) มีลักษณะโมเลกุลคล้ายกับน้ำตาลกลูโคส เป็นสารที่มีฤทธิ์รีดิวซ์อย่างแรง เป็นวิตามินที่ป้องกันและรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน (scurvy) ซึ่งเป็นโรคที่รู้จักกันมาแต่โบราณ พืชและสัตว์ต่างๆสามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้จากกลูโคส และโมโนแซ็กคาไรด์อื่น ๆ ยกเว้นสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น คน ลิง หนูตะเภา นกและปลาบางชนิด เนื่องจากขาดเอนไซม์ที่ช่วยในการสร้างวิตามินซี ดังนั้นคนและสัตว์เหล่านี้ จึงมีความจำเป็นต้องได้รับวิตามินชนิดนี้จากอาหาร

คุณสมบัติ

เป็นผลึกสีขาว มีรสเปรี้ยว ถ้าละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด ถูกทำลายได้ง่ายโดยออกซิเจน แสงสว่าง ความร้อน

2.2.1 หน้าที่ (13)

1. สังเคราะห์คอลลาเจน (collagen) ซึ่งเป็นโปรตีนที่จำเป็นสำหรับสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในผิวหนังกระดูกอ่อนที่กระจายอยู่ทั่วไปในโครงสร้างคอลลาเจนประกอบด้วยไฮดรอกซีโพรลีน ซึ่งได้จากการเปลี่ยน โพรลีน การขาดวิตามินซีจะทำให้ปฏิกิริยาดังกล่าวไม่เกิดขึ้น จึงไม่มีการเปลี่ยนเป็นไฮดรอกซีโพรลีน ทำให้มีอาการของโรคเลือดออกตามไรฟัน เกิดความผิดปกติของกระดูกและฟัน ถ้ามีขาดผลจะทำให้ขาดแคลนหยาบ เพราะการสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แผลไม่ปกติ
2. ทำให้ผนังเส้นเลือดแข็งแรง การขาดวิตามินซีเป็นเหตุให้มีการเปราะแตกง่ายของผนังเส้นเลือดทำให้เลือดออกง่าย
3. ช่วยด้านการคิดเชื้อแบคทีเรียและลดการแพ้สารต่าง ๆ ของร่างกาย วิตามินซีช่วยรักษาผิวของเม็ดเลือดขาวไม่ให้ถูกทำลาย จึงทำให้การเคลื่อนย้ายตัวของเม็ดเลือดขาวไปยังเชื้อโรคต่าง ๆ ได้รวดเร็ว นอกจากนี้วิตามินซียังช่วยลดการทำงานของน้ำย่อยขณะทำลายเชื้อโรคเหล่านั้นด้วย วิตามินซีช่วยลดการแพ้ต่าง ๆ รวมทั้งโรคภูมิแพ้โดยยับยั้งสารที่เรียกว่า ฮิสตามีน เป็นสารที่ร่างกายสร้างขึ้นถ้าถูกสร้างขึ้นมากเกินไปจะทำให้เลือดซึมผ่านผนังเส้นเลือดฝอยออกมามาก ทำให้ผิวหนังบวมแดงมีอาการระคายเคืองตามระบบหายใจ ทำให้จามมีน้ำมูกไหล

4. ช่วยในการเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนบางตัว คือ เฟนิลอะลานีน ทรีปโทเฟนและไทโรซีน
5. ช่วยเปลี่ยนกรดโฟลิกให้เป็นกรดโฟลินิก ซึ่งช่วยป้องกันโรคโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงมีขนาดใหญ่ (megaloblastic anemia) และมีบทบาทในแคลเซียมเมแทบอลิซึมช่วยในการเปลี่ยนทรีปโทเฟนไปเป็นเซโรโทนิน (serotonin) ซึ่งเป็นสารประกอบประเภทฮอร์โมนมีหน้าที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ และยังเพิ่มความดันโลหิต
6. ช่วยในการเปลี่ยนคอเลสเทอรอลไปเป็นกรดน้ำดี โดยทำหน้าที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยาของน้ำย่อยคอเลสเทอรอล 7 โมโนออกซีจีเนส ซึ่งเป็นน้ำย่อยที่ใช้เปลี่ยนคอเลสเทอรอลเป็นน้ำดี ทำให้ปริมาณคอเลสเทอรอลในเลือดลดน้อยลง จึงเท่ากับเป็นการลดการเสี่ยงต่อการเป็นโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดได้
7. เป็นสารต้านการออกซิไดส์ (antioxidant) ช่วยป้องกันสารอื่นไม่ให้ถูกออกซิไดส์ เช่น วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง กรดโฟลิก กรดแพนโทเทนิก วิตามินเอ และวิตามินอี เป็นต้น
8. ช่วยเพิ่มการดูดซึมของเหล็ก โดยจะเปลี่ยนเหล็กในอาหารซึ่งอยู่ในสภาพเฟอร์ริกให้อ่อนให้เป็นเฟอร์รัสให้อ่อน และยังรวมกับเหล็กเป็นสารอนุเหล็กทำให้ดูดซึมได้ดีขึ้น และช่วยทำให้ทรานสเฟอร์ริน (transferrin) ปลดปล่อยเหล็กออกมาสู่กระแสโลหิต เพื่อนำไปใช้สร้างเฟอร์ริทิน (ferritin)
9. ช่วยในการสังเคราะห์คาร์นิทีน (carnitine) จากไลซีนและเมทไธโอนีน ซึ่งคาร์นิทีนนี้มีประโยชน์ในการเมแทบอลิซึมของกรดไขมัน เพื่อเกิดพลังงานแก่ร่างกายแบบ active transport

2.2.2 แหล่งของวิตามินซี

วิตามินซีมีมากในผักและผลไม้สด ผักสดที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ ผักโขมหวานในส่วนที่กินได้ 100 กรัมมีวิตามินซีเท่ากับ 173 มิลลิกรัม รองลงมาคือใบมะขมอ่อนมีวิตามินซีเท่ากับ 114 มิลลิกรัม ส่วนในผลไม้สดที่มีวิตามินซีสูงสุดคือเชอร์รี่ รองลงมาคือมะกอกไทยและมะขามป้อมมีวิตามินซีเท่ากับ 2,000 , 291 และ 276 มิลลิกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างปริมาณวิตามินซีในอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

อาหารส่วนที่บริโภคได้หนัก 100 กรัม	วิตามินซี (มิลลิกรัม)	อาหารส่วนที่บริโภคได้หนัก 100 กรัม	วิตามินซี (มิลลิกรัม)
1. กลุ่มอาหารประเภทผักสด		2. กลุ่มอาหารประเภทผลไม้สด	
ผักโขมหวาน	173	เชอร์รี่	2,000
ใบมะขมอ่อน	114	มะกอกไทย	291
ผักชี	78	มะขามป้อม	276
กระหล่ำดอก	72	ฝรั่ง	160
ผักกาดเขียว	73	มะไฟ	148
ใบขมิ้น	70	มะขามเทศ	133
ใบสาระแหน่	64	มะปรางสุก	107
ผักกาดขาว	43	มะละกอสุก	73
มะละกอ	40	ลำไย	56
ต้นกระเทียม	39	ส้มโอ	53
ใบชะพลู	31	เงาะ	48
มะเขือเทศสุก	23	พุทรา	46
รากบัว	22	ส้มเขียวหวาน	38
ผักสลัด	17	ทุเรียน	37
ผักชีลาว	13	น้อยหน่า	36
		แตงไทย	31

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2521 (4)

2.2.3 ความต้องการวิตามินซีของร่างกาย (Vitamin C Requirement)(14)

ร่างกายของคนเรามีความต้องการวิตามินซีในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ เช่น ผู้ใหญ่จะต้องการวิตามินซีมากกว่าเด็ก ส่วนหญิงให้นมบุตร 6 เดือนแรก ต้องการวิตามินซีมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความต้องการวิตามินซีของร่างกาย

ช่วงอายุ	ปริมาณสารอาหารวิตามินซีที่ควรได้รับต่อวัน (มิลลิกรัม)
ทารกแรกเกิด-เดือน	30
> 6 เดือน-1 ปี	35
> 1 ปี - 10 ปี	40-45
เพศชาย	
11 ปี - 24 ปี	50-60
25 ปี - 51 ปี	60
51 ปี+	60
เพศหญิง	
11 ปี - 24 ปี	0-60
25 ปี - 51 ปี	60
51 ปี+	60
หญิงตั้งครรภ์	70
หญิงให้นมบุตร	
เดือนแรก	95
ภายหลัง 6 เดือน	90

ที่มา : เพียงใจ สาดะรักษ์ (12)

ร่างกายจะต้องการวิตามินซีเพิ่มขึ้นในหลายภาวะ เช่น เกร็ด เป็นโรคติดเชื้อ ได้รับการผ่าตัดหรือมีบาดแผลกระดูกหัก ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ในคนสูบบุหรี่ สตรีที่กินยาคุมกำเนิดในปัจจุบันเชื่อว่า การรับประทานอาหารที่มีวิตามินซีอยู่ด้วย อาจมีส่วนป้องกันการเกิดโรคมะเร็งจากไนโตรซามีนได้ โดยที่วิตามินซีมีฤทธิ์ยับยั้งขบวนการสร้าง ไนโตรซามีนได้

2.3 การถนอมอาหาร (15)

การถนอมอาหาร หมายถึง การเก็บรักษาให้อยู่ได้นาน โดยไม่เน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพ

ซึ่งจะทำได้โดยการควบคุมปัจจัยทำให้อาหารเสื่อมเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ การควบคุมนั้น อาจจะเป็นวิธีการทางเคมี เช่น การใช้เกลือ หรือทางกายภาพ เช่น การใช้ความร้อนซึ่งจะไปขัดขวาง กระบวนการเสื่อมเสียของอาหารนั้น

การถนอมอาหารในระดับอุตสาหกรรม อาจแบ่งได้ 6 วิธี ได้แก่

2.3.1 การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน

2.3.2 การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น

2.3.3 การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง

2.3.4 การถนอมอาหารโดยการหมักดอง

2.3.5 การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมี

2.3.6 การถนอมอาหารโดยการอบรังสี

การเลือกกรรมวิธีในการถนอมอาหาร

ก่อนการทำการถนอมอาหารจะต้องพิจารณาเสียก่อนว่า ต้องเก็บอาหารไว้บริโภคระยะสั้นหรือระยะยาว ต้องการรักษาคูสมบัติอย่างไรของอาหารไว้ หรือต้องการให้เปลี่ยนแปลงอย่างไร แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการถนอมอาหารให้เหมาะสม เช่น จะใช้วิธีแช่เย็น แช่แข็งหรือบรรจุกระป๋อง อาจใช้การดอง การตากแห้ง หรือรมควัน หรือใส่สารปรุงแต่งอาหารต่าง ๆ หรืออาจใช้หลาย ๆ วิธีรวมกันก็ได้

การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง

เป็นการลดความชื้นในอาหาร ซึ่งอาจทำได้โดยอาศัยแสงแดดตามธรรมชาติหรือโดยใช้กรรมวิธีเชิงกลซึ่งอาศัยหลักการส่งความร้อนเข้าไปในอาหาร เพื่อให้ น้ำหรือความชื้นกลายเป็นไอระเหยออกไป

ส่วนการถนอมผลไม้ให้เป็นผงนั้น อาศัยหลักการของการถนอมอาหารโดยวิธีตากแห้ง ซึ่งเป็นกระบวนการลดน้ำหนักของอาหาร ทำให้อาหารมีน้ำหนักเบาขึ้น โดยอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและความชื้นจนทำให้อาหารแห้งลงในที่สุด

หลักเกณฑ์การถนอมอาหารตากแห้ง คือ จะต้องยับยั้งและป้องกัน ปฏิกิริยาเคมีทั้งหลาย และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้ได้อาหารตากแห้งที่เก็บไว้นาน ระหว่างกรรมวิธีเตรียมการผลิต ต้องลวกน้ำร้อนก่อนนำไปตากแห้ง เพื่อหยุด ปฏิกิริยาเอนไซม์และลดปริมาณแบคทีเรียที่เป็นต้น

อาหารตากแห้งทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. ตากด้วยแสงแดด วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดทำกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ และยังคงทำกันอยู่ถึงปัจจุบัน เพราะว่าวิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อย ใช้อุปกรณ์น้อย และกรรมวิธีตากแห้งก็ง่าย จึงยังคงเป็น

วิธีที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งปัจจุบันมีเตาอบแสงแดดซึ่งสะดวกและปลอดภัยจากการไต่ตอมของแมลงขณะตาก

2. ตากด้วยเครื่องมือตากแห้งวิธีนี้เป็นวิธีตากแห้งที่ดีกว่าตากแห้งด้วยแสงแดด เนื่องจาก

2.1 ควบคุมอุณหภูมิตากแห้งและการปรับความชื้นสัมพัทธ์ได้ตามต้องการ ซึ่งแล้วแต่วัตถุดิบที่จะตาก

2.2 ใช้เนื้อที่สำหรับตากแห้งน้อย เพราะสามารถตากในภาชนะเป็นชั้นๆ ได้

2.3 ป้องกันการสูญเสียจากฝนได้

2.4 มีสัญลักษณ์ในการตากดี

2.5 เมื่อคืนรูปจะมีลักษณะใกล้เคียงผลไม้สดมากกว่าการตากด้วยแสงแดด

เครื่องมือที่ใช้ในการตากแห้งชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะใช้หลักการและการพาความร้อนในการตากแห้ง เช่น

1. เครื่องมือตากแห้งแบบตู้อบลมร้อนไฟฟ้า (Cabinet dryer) ใช้หลักการพาความร้อนในการตากผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ ให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิ 50°C

2. เครื่องระเหยแห้ง (Spray dryer) ใช้หลักการพาความร้อนในการตากอาหารพวกไข่ นม โคนม นำนมถั่วเหลือง เป็นต้น อาหารที่จะเข้าเครื่องมือจะอยู่ในสภาพของเหลวหรือคล้ายแป้งเปียก และได้อาหารตากแห้งเป็นผงแห้ง มีความชื้นไม่เกิน 3%

3. เครื่องมือตากแห้งแบบ Drum dryer ใช้หลักการนำความร้อนในการตากแห้งอาหารพวกน้ำมัน น้ำผัก ถั่ว เป็นต้น อาหารที่จะป้อนเข้าเครื่องต้องเป็นพวกของเหลว หรือ มีลักษณะคล้ายแป้งเปียก

4. เครื่องมือตากแห้งแบบ Freeze dryer ใช้หลักการนำความร้อนในการตากอาหารที่อยู่ในลักษณะแช่แข็ง อาหารที่เหมาะสมในการตาก คือ เนื้อแช่แข็ง วิธีตากแห้งชนิดนี้ใช้อุณหภูมิต่ำในการตากความชื้นจากอาหารจะกระจายไปสู่บรรยากาศ โดยวิธีการระเหิด (Sublimation) วิธีนี้ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตากแห้งสูงเป็น 4 เท่าของค่าใช้จ่ายในการตากโดยเครื่องมือตากแห้งชนิดอื่น

การถนอมอาหารโดยการหมักดอง

เป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต หรือ สารประกอบอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

การหมักดองสามารถช่วยมิให้อาหารเสื่อมเสียได้ เนื่องจากสารที่เกิดจากการย่อยของจุลินทรีย์หลายชนิด เป็นประเภททำให้เกิดสภาพของอาหารที่ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์

การดอง เป็นการถนอมอาหารโดยการแช่หรือหมักชิ้นอาหารในเกลือ, น้ำเกลือ หรือน้ำส้มสายชู ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ช่วยเก็บอาหารไว้ได้นาน และมีรสชาติแปลกใหม่ขึ้น

การดองแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. การดองเปรี้ยว โดยการแช่ชิ้นอาหารในสารละลายที่เป็นกรด ทำได้ 2 วิธี คือ

- การใช้น้ำเกลือ โดยน้ำเกลือมีความเข้มข้น 5% - 8% (เกลือ 5 กรัม : น้ำ 95 กรัม) หมักอาหารไว้ประมาณ 3-5 วัน จะเกิดกรดแลคติกซึ่งมีรสเปรี้ยว และป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายได้

- การใช้น้ำส้มสายชู โดยการแช่อาหารในน้ำส้มสายชู หรือปรุงรสน้ำส้มสายชูด้วยน้ำตาลเกลือ และเครื่องเทศ เพื่อให้รสชาติกลมกล่อม มีรสเปรี้ยว เค็ม หวาน และมีกลิ่นหอมน่ารับประทานยิ่งขึ้น

วิธีการดอง มีขั้นตอนดังนี้

- ผัก ผลไม้ ปอกเปลือก ล้างให้สะอาด หั่น ตัด หรือแต่งเป็นชิ้นตามต้องการ
- เนื้อสัตว์ และไข่ เช็ดหรือล้างให้สะอาด

1. การเตรียมส่วนผสม ทำได้หลายวิธีดังนี้

- ผสมเกลือกับน้ำเข้าด้วยกัน ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น
- ผสมน้ำส้มสายชูกับน้ำเข้าด้วยกัน ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น
- ผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาล เกลือ น้ำ เครื่องเทศ เข้าด้วยกัน ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น

ให้เย็น

2. บรรจุอาหารในภาชนะที่แห้ง สะอาด และต้มฆ่าเชื้อแล้ว เทส่วนผสมให้ท่วมอาหาร ถ้าชิ้นอาหารลอย ให้ใช้ถุงพลาสติกบรรจุน้ำรัดปากถุงให้แน่นแล้ววางทับชิ้นอาหารให้จมในส่วนผสม ปิดฝาให้สนิท

3. ในกรณีที่นำผักที่มีน้ำมาก ๆ มาดองเปรี้ยว เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาว หัวผักกาด ฯลฯ ทำได้โดยการใช้เกลือคลุกเคล้ากับผักให้ทั่ว เกลือจะช่วยดูดน้ำออกจากผัก น้ำจะผสมกับเกลือเป็นน้ำเกลือ ซึ่งน้ำเกลือจะมีความเข้มข้นประมาณ 5% - 8% บรรจุผักในภาชนะให้แน่น 3-5 วัน จะเกิดกรดแลคติก ทำให้ผักมีรสเปรี้ยว เช่น กะหล่ำปลีดองเปรี้ยว กะหล่ำดอกดองเปรี้ยว เป็นต้น

2. การดองเค็ม โดยการแช่ชิ้นอาหารในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 20% - 25% (เกลือ 20 กรัม : น้ำ 80 กรัม) หรือการหมักอาหารกับเกลือ เช่น การทำน้ำปลา เป็นต้น ซึ่งวิธีการดองเค็มจะเก็บรักษาอาหารได้นานกว่าการดองเปรี้ยว

วิธีการดอง มีขั้นตอนดังนี้

- ผัก ผลไม้ ปอกเปลือก ล้างให้สะอาด หั่น ตัด หรือแต่งเป็นชิ้นตามต้องการ
- เนื้อสัตว์ และไข่ เช็ดหรือล้างให้สะอาด
- ผักชนิดที่มีน้ำมาก เช่น กะหล่ำปลี ผักกาดเขียวปลี กระน้ำ หัวผักกาด เป็นต้น ควรนำไปผึ่งแดด ประมาณ 1 วัน เพื่อลดปริมาณน้ำในผัก ทำให้ผักนิ่ม และไม่หักง่ายเมื่อคลุกเคล้ากับส่วนผสม การเตรียมส่วนผสม ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. โดยการผสมเกลือกับน้ำต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น ให้นำเกลือมีความเข้มข้นประมาณ 20 % แช่อาหารในน้ำเกลือ 10-15 วัน รับประทานได้ เช่น การทำไข่เค็ม เป็นต้น

2. โดยการโรยเกลือสลับกับอาหารเป็นชั้นวาง ๆ เริ่มด้วยการโรยเกลือบาง ๆ ใส่ภาชนะ แล้วสลับกับอาหารจนเต็มภาชนะ ชั้นบนสุดของอาหารให้โรยเกลือทับอีกครั้ง ปิดฝาให้สนิท เกลือจะช่วยดูดซึมน้ำออกจากอาหาร น้ำจะผสมกับเกลือเป็นน้ำเกลือท่วมอาหาร เช่น การทำน้ำปลา เป็นต้น

การเลือก ผัก และผลไม้

1. ผัก ผลไม้ ที่จะนำมาดอง ควรเลือกผัก ผลไม้ ที่สด ไม่ช้ำ ไม่มีตำหนิ มีขนาดผลเท่ากัน
2. เนื้อสัตว์ และไข่ ต้องเลือกที่สด เนื้อสัตว์สีไม่คล้ำ ไม่มีกลิ่นเน่าเสีย
3. ผัก ผลไม้ ที่ไม่นิยมบริโภคสด เนื่องจากมีรสฝื่อน ฝาด เปรี้ยวจัด หรือขม มักจะนำมาดอง เช่น ผักเสี้ยน มะดันดิบ มะกอกน้ำ เป็นต้น

2.4 กระบวนการทำเป็นเม็ด (5)

หมายถึง การนำผลไม้ที่แปรรูปแล้วมาปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำตาลผสมให้เข้ากัน นำมาปั้นเป็นเม็ด การแปรรูปผลไม้ให้เป็นผง สามารถดัดแปลงให้เป็นชนิดเม็ดได้ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เลือกผลไม้ เลือกผลไม้ที่สุกพอดี ไม่ช้ำ ปราศจากราหรือรอยแมลงกัดกิน ผลไม้ที่ใช้ต้องมีคุณภาพดีไม่เน่าเสีย เพราะจะทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนสูงมาก จะทำให้มีปัญหาในการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เนื่องจากจุลินทรีย์ถ้ามีมากในวัตถุดิบจะทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีอายุการเก็บสั้น

ขั้นที่ 2 ทำความสะอาดผลไม้ เช่น มะม่วง เงาะ ลำไย จะติดผลตามกิ่งซึ่งสูงกว่าระดับพื้นดิน จึงมีความสะอาดกว่าผัก สิ่งปนเปื้อนตามผิวผลไม้ ได้แก่ ฝุ่นละออง จุลินทรีย์ที่นำพาโดยลม แผลและซากาจุลินทรีย์พืช หากเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลไม้ด้วยความระมัดระวัง และไม่วางผลไม้กองกับพื้นดินแล้ว ผลไม้จึงเป็นพืชผลที่มีความสะอาดมาก การทำความสะอาดผลไม้จึงไม่ต้องฟิสิกส์มากเท่าผัก การล้างผลไม้โดยการแช่ในสารละลายเจือจาง กรดไฮโดรคลอริก 0.1 % โดยประมาณเป็นเวลา 10 นาที จะช่วยลดจำนวนสารปนเปื้อน เช่น ซากาจุลินทรีย์พืชได้ หลังจากแช่ในสารละลายกรดแล้ว ควรล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 สกัดน้ำผลไม้ หรือการคั้นน้ำผลไม้

1. นำผลไม้ที่จะคั้นสดๆ นำมาตัดหรือซอยเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือตีด้วยเครื่องตีเนื้อผลไม้ เช่น ในกรณีมะนาวหรือส้มผ่าครึ่ง บีบด้วยเครื่องบีบ กรองเอากากออก

2. ผลไม้ที่ต้องต้มก่อน จึงจะสกัดน้ำได้ เช่น พุทรา มะขาม ลำไย ฯลฯ

ขั้นที่ 4 ทำให้ข้น การทำให้ข้น โดยระเหยให้ข้นเหนียวในหม้ออังไอน้ำหรือตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55-60°C หรือใช้เครื่องระเหยแห้ง (Evaporator)

ขั้นที่ 5 ปรงแต่งรสชาติ การผสมน้ำตาลทรายและเครื่องปรุงรสอื่น ๆ เช่น เกลือ กรดซิตริก หรือกรดมะนาว ปริมาณแล้วแต่ชอบ ใช้อัตราส่วนน้ำผลไม้ต่อน้ำตาลทรายขาว 1 : 1 ถึง 1 : 4

ขั้นที่ 6 ทำให้แห้ง การทำให้แห้งเทส่วนผสมทั้งหมดลงในถาดเคลือบ หรือถาดเหล็กไร้สนิม ตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55-60°C จนแห้ง

ขั้นที่ 7 ทำให้เป็นผง การทำให้เป็นผง นำส่วนผสมทั้งหมดที่ตากจนแห้งสนิทมาตีเป็นผงละเอียด โดยใช้เครื่องบดหรือเครื่องตีไฟฟ้า ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 หรือที่มีความละเอียดใกล้เคียงกัน จะได้ผลไม้ชนิดผง

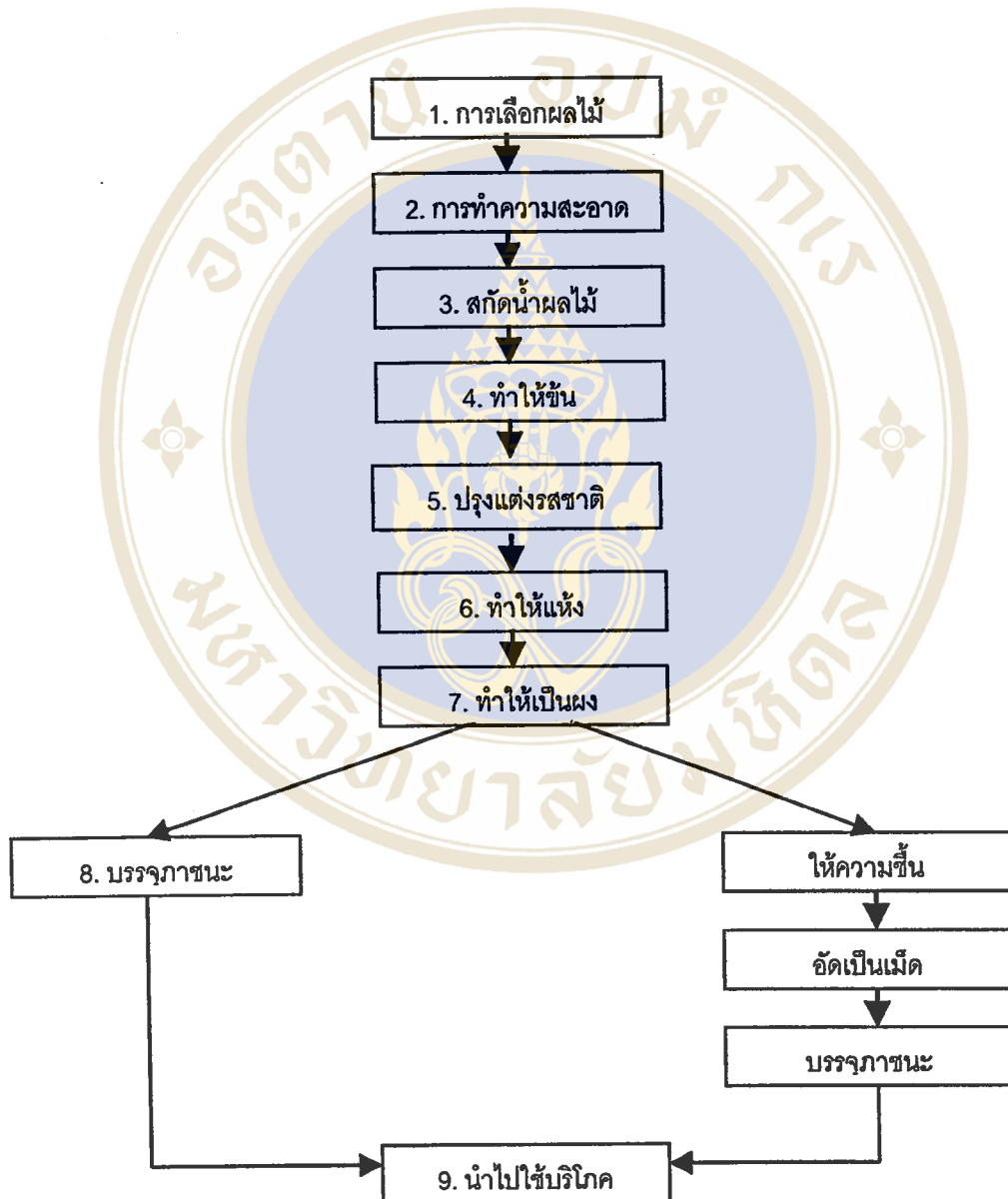
ขั้นที่ 8 บรรจุภาชนะ เมื่อผลไม้ที่เป็นผงเย็นลงแล้ว บรรจุทันที สิ่งที่ใช้บรรจุจะต้องกันแสงและกันความชื้นได้ เช่น กระป๋องดีบุก ขวดแก้ว ถังอลูมิเนียม อ่างพลาสติก ฯลฯ อ่างพาราฟิน อ่างลามิเนต อ่างพลาสติกร้อน ผลไม้แห้งดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย ถ้าทิ้งไว้นานก่อนบรรจุ ควรนำไปอบแห้งใหม่ เป็นเวลา 15 นาที ที่ 57°C (135°F) จะต้องทิ้งให้เย็นก่อนบรรจุเก็บ การบรรจุในภาชนะที่มีขนาดพอที่จะใช้ครั้งหนึ่ง ๆ ย่อมดีกว่าขนาดใหญ่ เพราะเมื่อเปิดแล้วอาจเสื่อมคุณภาพได้ ในการเก็บสิ่งที่ต้องระวังคือ อากาศ ความชื้น และอุณหภูมิอุ่น

ถ้าต้องการนำผลไม้ที่เป็นผงมาทำให้เป็นเม็ด สามารถทำได้โดยมีขั้นตอนคือ

1. ให้ความชื้น คือ การนำผลไม้ที่เป็นผงแล้วมาเติมน้ำเล็กน้อย (ประมาณ 4-5 % ของผลไม้ชนิดผง) โดยการพ่นให้เป็นละอองให้ทั่วถึง แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันได้

2. อัดเป็นเม็ด เมื่อคลุกเคล้าเข้ากันดีแล้ว นำมาอัดเป็นเม็ดโดยเครื่องอัดเม็ดหรือใช้กดผ่านตะแกรงเบอร์ 8 แล้ว ตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55°C หรือตากแดดจนแห้ง

3. บรรจุภาชนะ เช่นเดียวกับผลไม้ชนิดผง



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการแปรรูปผลไม้ให้เป็นผงและทำเป็นเม็ด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของมะขามป้อม

โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร (16) พบว่า ผลมะขามป้อมสดมีวิตามินซี 1-1.8% ซึ่งนับว่ามีปริมาณมาก และปริมาณค่อนข้างแน่นอน เพราะในผลมีสารป้องกันการเกิดออกซิไดซ์วิตามินซี ทำให้วิตามินซีคงตัวอยู่ได้นาน

- ผลแห้ง เก็บไว้ในที่เย็น เช่น ตู้เย็น นาน 365 วัน จะเสียวิตามินซีไป 20 %
- ผลมะขามป้อมดองในน้ำเกลือ 8% นาน 20 วัน ความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.77% เป็น 1.44% วิตามินซีเสียไปประมาณ 68% ดองในน้ำเกลือ 10% ความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.63% เป็น 1.39% วิตามินซีเสียไปประมาณ 72% นอกจากนี้ในการดองจะมีพวกกรดทั้งชนิดระเหยและไม่ระเหยเพิ่มขึ้น ดองในน้ำเกลือ 8% จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ดองในน้ำเกลือ 10% ผลมะขามป้อมที่ดองด้วยน้ำเกลือ 8% มีกลิ่นของมันเองลดลง และมีกลิ่นหมักดีขึ้น ส่วนที่ดองด้วยน้ำเกลือ 10% มีกลิ่นของมันเองลดลง ผลที่ดองมีสีน้ำตาลแดง เนื้อนุ่มขึ้น ผลพองตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น และบางผลก็แตกออก มีรสเปรี้ยว เค็ม
- ผลสด ถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (29-37 °C) นาน 365 วัน จะเสียวิตามินซีไป 67%
- เนื้อผล ตากแดดให้แห้ง จะเสียวิตามินซีไปประมาณ 60% ถ้าทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องจะเสียวิตามินซีไป 25% ในเวลา 2 สัปดาห์ เสียวิตามินซีไป 50% ในเวลา 4 สัปดาห์ และเสียไป 60% ในเวลา 48 สัปดาห์
- น้ำคั้นจากผล ใส่ขวดเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง นาน 2 สัปดาห์ จะเสียวิตามินซีไปมากกว่า 50% แต่ถ้าเก็บในตู้เย็นนาน 9 สัปดาห์ จะเสียวิตามินซีไปน้อยกว่า 50% ในน้ำคั้นจากผลที่ใส่ขวดเก็บไว้ จะมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และมีความเป็นกรดคงที่ pH2

คณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน (2) รายงานการวิจัยทางคลินิกว่า มะขามป้อมสามารถรักษาโรคกระเพาะอักเสบได้ โดยใช้กับผู้ป่วย 20 คน วิธีการใช้คือนำผลแห้งที่แกะเมล็ดออกแล้วประมาณ 3 กรัม มาผสมกับนม ปั่นให้เหลวเหมือนเนย จากนั้นให้ผู้ป่วยรับประทานวันละ 3 กรัม ติดต่อกัน 1 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยอาการดีขึ้น 17 คน (85 %)

วิทย์ เทียงบุญธรรม (17) ให้ข้อมูลทางเภสัชวิทยา จากการสกัดเนื้อผลมะขามป้อมที่แห้ง ด้วยเอธานอล จะได้สารชนิดหนึ่ง เรียกว่า Phyllemblin เมื่อนำมาทดสอบกับสัตว์ เช่น ทดลอง

กับกบมีฤทธิ์ในการกระตุ้นหัวใจลดปริมาณของเหลวที่ไหลผ่านหลอดเลือดที่ขาของหนูใหญ่ และหลอดเลือดที่ใบหูของกระต่าย สารสกัดจากผลสดด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อมาทดลองกับสัตว์ทดลอง มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อไวรัส เมื่อนำมาให้กระต่ายกินมีผลทำให้โปรตีนและน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาฉีดเข้าในผิวหนังของหนูใหญ่ มีฤทธิ์ช่วยป้องกันกล้ามเนื้อหัวใจตายบางส่วน แต่สารที่สกัดจากเปลือก ลำต้น มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli*, *Streptococcus* strain B, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus*

เย็นจิตร เตชะดำรงสิน และทวีผล นาชาดิวงศ์ ณ อยุธยา (18) ได้ทำการศึกษาและวิจัยมาตรฐานทางเคมีของผลมะขามป้อม เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางยา โดยซื้อจากร้านขายยาแผนโบราณ ในกรุงเทพและนนทบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2533 ถึงเดือนมกราคม 2535 จำนวน 19 ตัวอย่าง ศึกษาเปรียบเทียบกับตัวอย่างผลมะขามป้อม จากสวนสมุนไพรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จันทบุรี พบว่าผลมะขามป้อมแห้งที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางยาควรมีคุณภาพดังนี้ คือ มีปริมาณเถ้าไม่เกิน 4% ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่เกิน 1% ปริมาณความชื้นไม่เกิน 9% ปริมาณสิ่งสกปรกที่ละลายในน้ำไม่น้อยกว่า 26% ปริมาณสิ่งสกปรกที่ละลายในแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 16% และปริมาณความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 20% โดยน้ำหนัก

วรรณดี แด่โสติดกุล (19) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชสมุนไพร ที่มีสรรพคุณลดความดันโลหิต 4 ชนิด คือ มะขามป้อม พังพวยฝรั่ง ทองพันชั่ง และหญ้าคา นำมาทดสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดความดันโลหิตในหนูขาวที่สลบ ส่วนสกัด (extracts) ของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นเตรียมขึ้น โดยใช้วิธีการหมักกับน้ำร้อน เพื่อเลียนแบบวิธีการเตรียมยาชง (decoction) หรือยาแช่ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ที่นำมาทดสอบฤทธิ์ในการลดความดันโลหิตจริงตามสรรพคุณที่บ่งไว้ และเมื่อเพิ่มขนาดของส่วนสกัดจากพืชสมุนไพรขึ้นพบว่าฤทธิ์ในการลดความดันโลหิตจะเพิ่มขึ้นอย่างสัมพันธ์กัน

นุชจริย์ ทวีกุล และ อัจฉริยา ช่วยเจริญ (20) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในส่วนเปลือกของผักและผลไม้ โดยอาศัยคุณสมบัติการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้ปฏิกิริยาของวิตามินซีกับ 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) ในสถานะที่เป็นกรดทำให้เกิดสาร bis-hydrazone สีแดง จากตัวอย่างผักและผลไม้จำนวน 27 ชนิด ที่ส่วนเปลือกยังสามารถรับประทานได้ พบว่ามีผัก และผลไม้ที่ส่วนเปลือกมีวิตามินซีสูงกว่าส่วนเนื้อมากกว่า 100 % เป็นจำนวน 7 ชนิด เช่น แอปเปิ้ลเขียว ส้มโอ องุ่น พักทอง ขมิพู่ ผักและผลไม้ ที่ส่วนเปลือกมี

วิตามินซีสูงกว่าเนื้อไม่ถึง 100% เป็นจำนวน 12 ชนิด เช่น แอปเปิ้ลเหลือง หัวไชเท้า ละมุด และ มะขามป้อมมีวิตามินซีในส่วนเนื้อ 196 มิลลิกรัม ในส่วนเปลือกมี 217.50 มิลลิกรัม ส่วนผัก และ ผลไม้ที่ส่วนเปลือกมีวิตามินซีน้อยกว่าส่วนเนื้อ มีจำนวน 8 ชนิด เช่น แตงกวา พุทราผลใหญ่ จากผล ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

กิตติยา ทรงศิริพันธ์ และวราภรณ์ บุรพาชีพ (21) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ วิตามินซีในผลไม้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถเลือกชนิดของผลไม้ที่มีปริมาณวิตามินซีใน ปริมาณที่เพียงพอต่อร่างกายมารับประทานทดแทนเภสัชผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ การวิเคราะห์ครั้งนี้เป็น การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยใช้ 2,6 - dichlorophenol indophenol ตัวอย่างผลไม้สด ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทผลไม้ออกเป็น 4 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ผลไม้ที่มีน้ำมาก ได้แก่ ส้มโอ มีปริมาณวิตามินซี 0.471 ม.ก./ ม.ล. (0.408- 0.560 ม.ก./ม.ล.)

ประเภทที่ 2 ผลไม้ที่มีรสหวาน ได้แก่ ลำไย มีปริมาณวิตามินซี 53.69 ม.ก. / 100 กรัม (38.45-62.12 ม.ก./100 กรัม)

ประเภทที่ 3 ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ได้แก่ มะขามป้อม มีปริมาณวิตามินซี 53.06 ม.ก./100 กรัม (38.08-72.34 ม.ก./100 กรัม)

ประเภทที่ 4 ผลไม้ที่ใช้ประกอบอาหารคาว ได้แก่ มะละกอดิบ มีปริมาณวิตามินซี 10.44 ม.ก./100 กรัม (9.28-11.25 ม.ก./100 กรัม)

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการทำเม็ดคอมสมุนไพร

จุฑาพร ภักธศักดิ์ และต้องใจ ผุดผ่อง (22) ได้ทำการศึกษาคัดลองนำสมุนไพรที่เลือกมา สกัดด้วยน้ำและพัฒนาตำรับเป็นชาเม็ดเขียวหรืออมมี 3 ชนิด คือ บัวบก หล่อฮั้งก๊วย และเก็กฮวย โดยใช้ผงแห้งจากน้ำบัวบกซึ่งได้มาจากส่วนใบและลำต้นนำมาล้างให้สะอาดตัดเป็นท่อน ปั่นใน เครื่องปั่นเพื่อคั้นน้ำผ่านผ้ากรอง แล้วนำมาทำให้เข้มข้นภายใต้สูญญากาศที่อุณหภูมิ 60°C แล้วทำ ให้แห้งโดยวิธี foam mat drying ที่อุณหภูมิ 70 °C ส่วนผงแห้งจากหล่อฮั้งก๊วยและเก็กฮวย โดยสกัด น้ำหล่อฮั้งก๊วยด้วยน้ำร้อน 100°C (ผงหล่อฮั้งก๊วยแห้ง:น้ำ = 1 : 5 โดยน้ำหนัก) และสกัดน้ำเก็กฮวย ด้วยน้ำร้อน 100°C (ดอกเก็กฮวยแห้ง:น้ำ = 1 : 10 โดยน้ำหนัก) ทำให้เข้มข้นและเป็นผงแห้งด้วยวิธี foam mat drying จากนั้นนำมาผสมกับสารยึดเกาะ, สารเพิ่มปริมาณ และสารแต่งรสคือแลคโตส น้ำตาลไอซิ่ง โดยใช้ชนิดและปริมาณต่างกันในแต่ละตำรับ สมุนไพรที่ได้มีลักษณะผิวเรียบ มัน นำ

มาดอกเป็นเม็ดยาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตรด้วยเครื่องตอกยาเม็ด แล้วนำไปทำการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธีจัดลำดับความชอบพบว่า บั้วบักอัดเม็ด ซึ่งมีน้ำตาลไอซิ่งได้รับการจัดลำดับความชอบสูงสุด แต่สมุนไพรอัดเม็ดจะดูความชื้นง่ายจึงต้องระวังในการเก็บรักษา ควรใส่ภาชนะที่ป้องกันความชื้นที่มีฝาปิดมิดชิด

อัญชลี จินตพัฒนานกิจ และ อุษาโลม เลียบแหลม (23) ได้ทำการศึกษาทดลองทำการพัฒนาลูกอมแก้ไอสมุนไพร โดยใช้องค์ประกอบพื้นฐานของลูกอม พบว่าสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย sucrose : liquid glucose: glucose: water ในอัตราส่วน 9:5:4:2 แล้วเติมสมุนไพรจากสูตรตำรับของโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศรซึ่งอบให้แห้งบดเป็นผง ปริมาณความเข้มข้นของผงสมุนไพร 21% โดยน้ำหนัก ให้รสชาติเข้มข้นและกลมกล่อมที่สุด โดยเพิ่มปริมาณส่วนประกอบแต่ละชนิดเป็น 2 เท่า ได้แก่ ชะเอมเทศ, ชะเอมไทย, กานพลู, อบเชยญวน, มะแว้งเครือ, บั้วบัก และ menthol แล้วทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วย 9 - Point hedonic scale

ฉันทรา พุนศิริ (24) ทำการศึกษากการพัฒนาขอมจากสมุนไพรไทย โดยสำรวจความต้องการของผู้บริโภค เพื่อทราบลักษณะของเม็ดยาขอมที่ผู้บริโภคต้องการ พบว่าผู้บริโภคชอบเม็ดยาขอมรูปร่างกลม มีสีตามธรรมชาติ ก่อนข้างแข็ง มีรสหวาน รสเปรี้ยวปานกลาง มีความเย็นซ่าเล็กน้อย และมีกลิ่นรสเมนทอล สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย ผงกระเจี๊ยบแดงจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย 20 % โอลีโอเรซินมะแว้ง 1 % โอลีโอเรซินกระเพรา 0.0012% น้ำตาลทรายบดละเอียด 70% แอสปาเทม 0.22 % กรดซิตริก 1.75% อะเคเซีย 3 % เมนทอล 0.1% ทาลคัม 3% และแมกนีเซียมสเตียเรท 1% การพัฒนากรรมวิธีผลิตพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแกรนูลคือ 50°C และเวลาในการอบ 30 นาที ขอมที่ผลิตได้มีสีม่วง มีความแข็ง 266 นิวตัน มีความกรอบ 0.008% ใช้เวลาในการแตกตัวนาน 18 นาที ความชื้น 2.2% มีปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ไม่พบโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย ขอมที่ขนาดความเข้มข้น 2 กรัมต่อมิลลิลิตรจะมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *Streptococcus pyogenes* ได้เส้นผ่าศูนย์กลางการยับยั้ง 16 มิลลิเมตร ราคาต้นทุนผลิตภัณฑ์ประมาณ 3.02 บาทต่อ 10 เม็ด ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์ลักษณะบรรจุที่เหมาะสมคือ ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ซึ่งจะสามารถป้องกันความชื้นและรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไว้ได้ดีเหมือนเดิม ภายในระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 8 สัปดาห์ ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 35°C

อัมพร ยศแสง (25) ได้ทำการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตลูกอมสมุนไพรจากขิง

โดยการนำจึงมาปอกเปลือกและหั่นต้มในน้ำอุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที เสร็จแล้วนำมากรองเอาน้ำออกนำน้ำจึงปริมาณ 100 กรัม จากอัตราส่วนของจึงต่อน้ำคือ 20 : 200, 60 : 200, 100 : 200, 140 : 200 และ 180 : 200 กรัม ไปทำลูกอมสมุนไพรจึง มีส่วนประกอบของน้ำตาล เบนแซ และกรดซิตริก พบว่าลูกอมที่ได้จากการใช้อัตราส่วนของจึงต่อน้ำ 140 : 200 กรัม ได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุด และสัดส่วนน้ำตาลต่อเบนแซที่เหมาะสมในการทำลูกอมสมุนไพรที่สัดส่วน 400 : 100, 350 : 150, 300 : 200 กรัม พบว่าที่สัดส่วน 400 : 100 กรัม ได้ผลดีที่สุด และคะแนนความชอบรวมมากที่สุด

วรदानุช วิเศษสรโรช และเสาวภา บุณยวัฒนาโชติ (26) ทำการศึกษาการผลิตลูกอมสมุนไพรรักษาอาการเจ็บคอ ยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากมอลโตสไซรับต่อน้ำตาลซูโครส 60 : 40 แล้วละลายน้ำตาลซูโครสในน้ำสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับน้ำสมุนไพรผิวมะกรูด คัดเลือกจากความเข้มข้น 1%, 10%, 20%, 35% แล้วจึงคนเป็นเนื้อเดียว เก็บอุณหภูมิความหวาน 92 Brix ใส่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาตัดแต่งเป็นลูกอมสมุนไพร แล้วนำมาตรวจพบว่าลูกอมสมุนไพรจากผิวมะกรูดไม่มีผลในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ในขณะที่ลูกอมฟ้าทะลายโจรมีผลยับยั้งเชื้อนี้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุด เท่ากับ 35 % และจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 35% ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมในปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติและความชอบรวม

ศรีศักดิ์ คงเมือง และสุรัช ชวลิตานนท์ (27) ได้ทำการศึกษาทดลองใช้สมุนไพรแต่งกลิ่นรสของลูกอม เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์ทางยาเพิ่มขึ้น ขั้นตอนการทดลองเริ่มต้นหาสูตรที่เหมาะสมของตำรับมาตรฐาน จากนั้นทดลองใส่สารสกัดสมุนไพร ซึ่งทำให้แห้งด้วยวิธี Freeze dry และประเมินผลการทดลองโดยใช้ Hedonic scaling method พบว่าอัตราส่วนของส่วนประกอบหลักคือ sucrose : liquid glucose เท่ากับ 60 : 40 และน้ำ 20 ม.ล.ต่อน้ำตาล 100 กรัม สมุนไพรที่เลือกมาใช้ศึกษานี้รวม 6 ชนิด ได้แก่ เก๊กฮวย กระเจี๊ยบ มะตูม จิง มะขามป้อม และหล่อฮังก้วย พบว่ามะขามป้อมในปริมาณ 2% ได้รับความนิยมสูงสุด ส่วนการแปลผลโดยใช้วิธีทางสถิติตาราง ANOVA ไม่พบความแตกต่างในด้านความชอบของสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P \leq 0.5$) นอกจากนั้นความแข็ง ลักษณะเหนียวติดฟัน หรือความกรอบไม่แตกต่างกัน

บทที่ 3

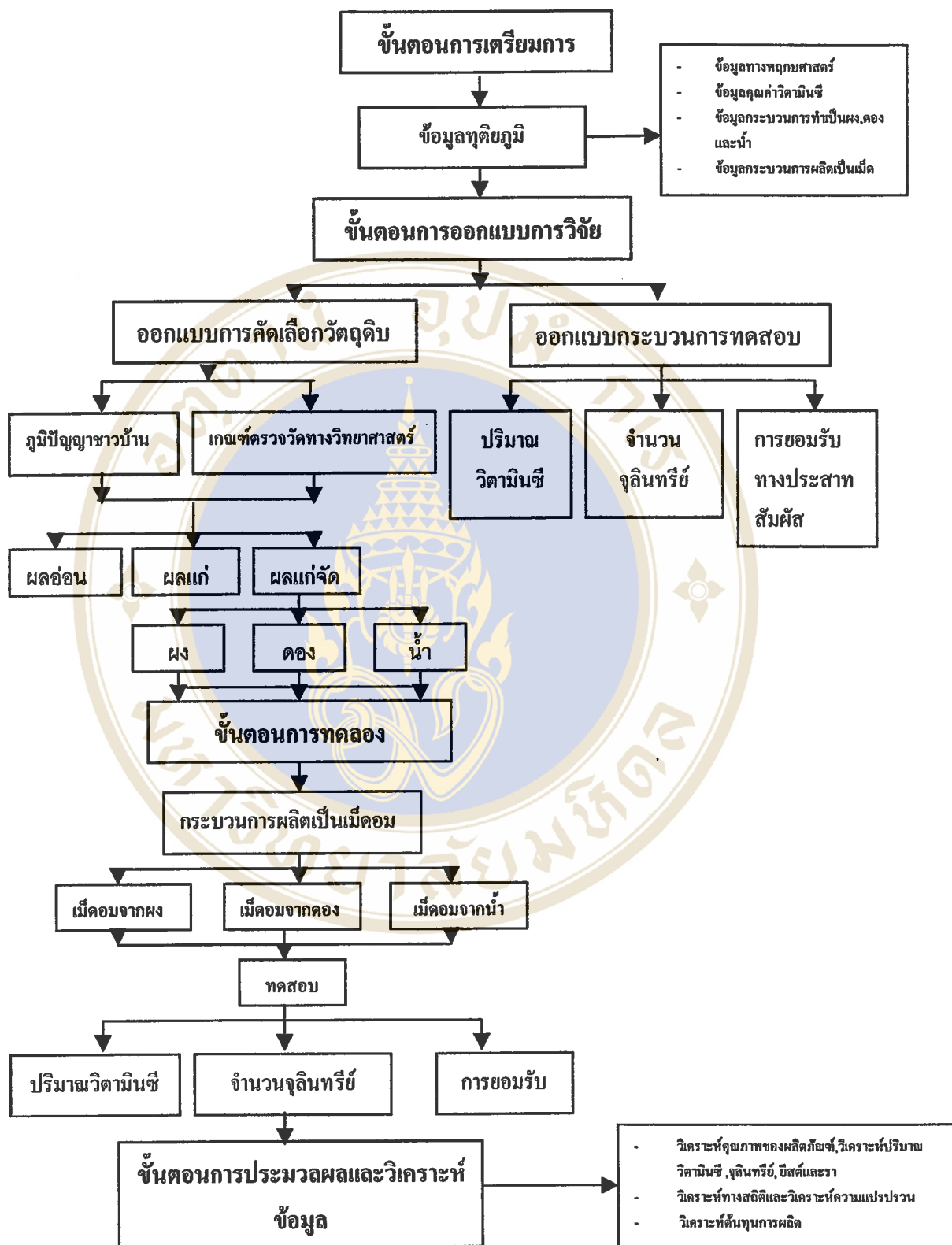
วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการนำมะขามป้อมแก่จัดจากหมู่บ้านแม่วาก ตำบลแม่่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มาคัดเลือกเป็นวัตถุดิบในการแปรรูป 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อม แล้วจึงนำมาผลิตเป็นเม็ดอมมะขามป้อมทั้งหมด 9 สูตร และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดอมทั้ง 9 สูตร โดยการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก ความชอบรวมของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บเป็นเวลา 1 เดือน

3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในการศึกษา สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

- 3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมการ
- 3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย
- 3.1.3 ขั้นตอนการทดลองและบันทึกข้อมูล
- 3.1.4 ขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

3.1.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและทบทวนวรรณกรรมเป็นการค้นหาข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาทั้งหมดที่สามารถค้นคว้าได้ เช่น ลักษณะทั่วไปของมะขามป้อม คุณค่าทางโภชนาการของมะขามป้อม คุณค่าทางวิตามินซี การถนอมอาหาร กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดยอดสมุนไพร ตลอดจนเศรษฐศาสตร์การลงทุน จากห้องสมุดหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้องสมุดสถาบันค้นคว้าและวิจัยผลิตภัณฑ์อาหาร ห้องสมุดสถาบันอาหาร กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชสวน กองเกษตรเคมี และจากการสอบถามจากนักวิชาการด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.1.1.2 สืบค้นขั้นตอนการทำเม็ดยอดจากตำราการแปรรูปอาหาร จากอาจารย์ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญทางด้านการแปรรูปอาหาร อาจารย์แผนกคหกรรมศาสตร์ อาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร และบันทึกข้อมูลไว้ ทำการคัดเลือกสูตรต้นแบบที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด และเป็นชนิดที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้ชิมเป็นแนวทางในการผลิตเม็ดยอดสมุนไพร

3.1.1.3 การเตรียมมะขามป้อม โดยการทดลองนำมะขามป้อมที่มีผลแก่จัดและปริมาณมากพอสำหรับการศึกษาตลอดโครงการ ในการทดลองครั้งนี้จะใช้มะขามป้อมจากหมู่บ้านแม่วาก ตำบลแม่่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ทำการเก็บรวบรวมมะขามป้อมจากแหล่งพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543

3.1.1.4 การคัดเลือกวัตถุดิบส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปี๊บและน้ำผึ้ง เกณฑ์ในการตัดสินใจสำหรับวัตถุดิบส่วนประกอบนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดตราของส่วนประกอบที่ใช้ทุกชนิด เพื่อสะดวกในการควบคุมคุณภาพโดยพิจารณาดังนี้ บรรจุในภาชนะปิดสนิท ก่อนนำมาใช้ มีฉลากแสดงผู้ผลิต ส่วนประกอบ วันผลิตหรือวันหมดอายุ มีเครื่องหมายรับประกันคุณภาพของสินค้าจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) หรือสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.)

3.1.1.5 การเตรียมอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตเม็ดยอดมะขามป้อม ที่คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้แก่

- เครื่องชั่งน้ำหนัก Metler PB 303 อ่านหน่วยเป็นกรัม
- ตู้อบลมร้อน Memmert ขนาด 2,280 วัตต์
- เครื่องคั้นน้ำแยกกาก Imarflex ขนาด 300 วัตต์
- เครื่องบดไฟฟ้า Moulinex ขนาด 250 วัตต์
- เครื่องบดเป็นผง Hammer Mill ขนาด 1,750 วัตต์

3.1.1.6 เตรียมตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยส่งวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในเม็คมะขามป้อมแต่ละสูตร คือ เม็คมะขามป้อมจากผงมะขามป้อม เม็คมะขามป้อมคอง และเม็คมะขามป้อม น้ำมะขามป้อม ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.) กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3.1.1.7 เตรียมตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์เฉพาะจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

3.1.1.8 เตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบประเมินผลแบบ 9 - Point hedonic scale

3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

3.1.2.1 ศึกษาเกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อมที่แก่จัด โดยพิจารณาเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อใช้ในการทำเม็คมะขามป้อม ดังนี้

1) คุณสมบัติทางกายภาพจากภูมิปัญญาชาวบ้าน จากการสอบถามผู้ขายมะขามป้อม ซึ่งนำมะขามป้อมมาจากหมู่บ้านแม่วาก ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

2) คุณสมบัติทางกายภาพจากเกณฑ์การตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกผลมะขามป้อม จำนวน 30 กิโลกรัม แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ผลอ่อน ผลแก่ และผลแก่จัด เป็นตัวอย่างในการตรวจวัดโดยใช้อุปกรณ์ ดังนี้

2.1) วัดขนาด โดยใช้ Vernier caliper วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง และส่วนสูง

2.2) วัดน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler PB 303

2.3) วัดสี โดยใช้ Munsell book of colour

2.4) วัดความแน่นเนื้อ โดยใช้ Texture Analyser รุ่น TA - XT2i

3.1.2.2 ทดสอบหาวิธีการที่เหมาะสมในการนำมะขามป้อมมาแปรรูป ซึ่งทำการทดสอบจากการผลิตจริง แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการทำเป็นเม็คมะขามป้อม 9 สูตร

3.1.2.3 ทดลองหาชนิดน้ำตาลที่เหมาะสม ในการนำมาทำเม็คมะขามป้อม ซึ่งทำการทดลองจากการผลิตจริงและศึกษาจากเอกสารวิชาการในการแปรรูปและถนอมอาหาร โดยใช้แบบสอบถามกับผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์

3.1.2.4 ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสม สำหรับการนำมะขามป้อมมาผลิตเป็นเม็คมะขามป้อม ซึ่งทำการสำรวจจากการผลิตจริง โดยใช้แบบสอบถามกับผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์



3.1.2.5 ทดลองหาพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทำการทดลองจากกระบวนการผลิตจริงโดยการคำนวณกระแสไฟฟ้า ตลอดกระบวนการผลิต

3.1.2.6 ทดลองหาแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทำการทดลองจากกระบวนการผลิตจริงตลอดเวลาการผลิต โดยใช้การคำนวณเวลา (ชั่วโมง) การทำงานและจำนวนคนที่ทำงานในกระบวนการผลิตทั้งหมด

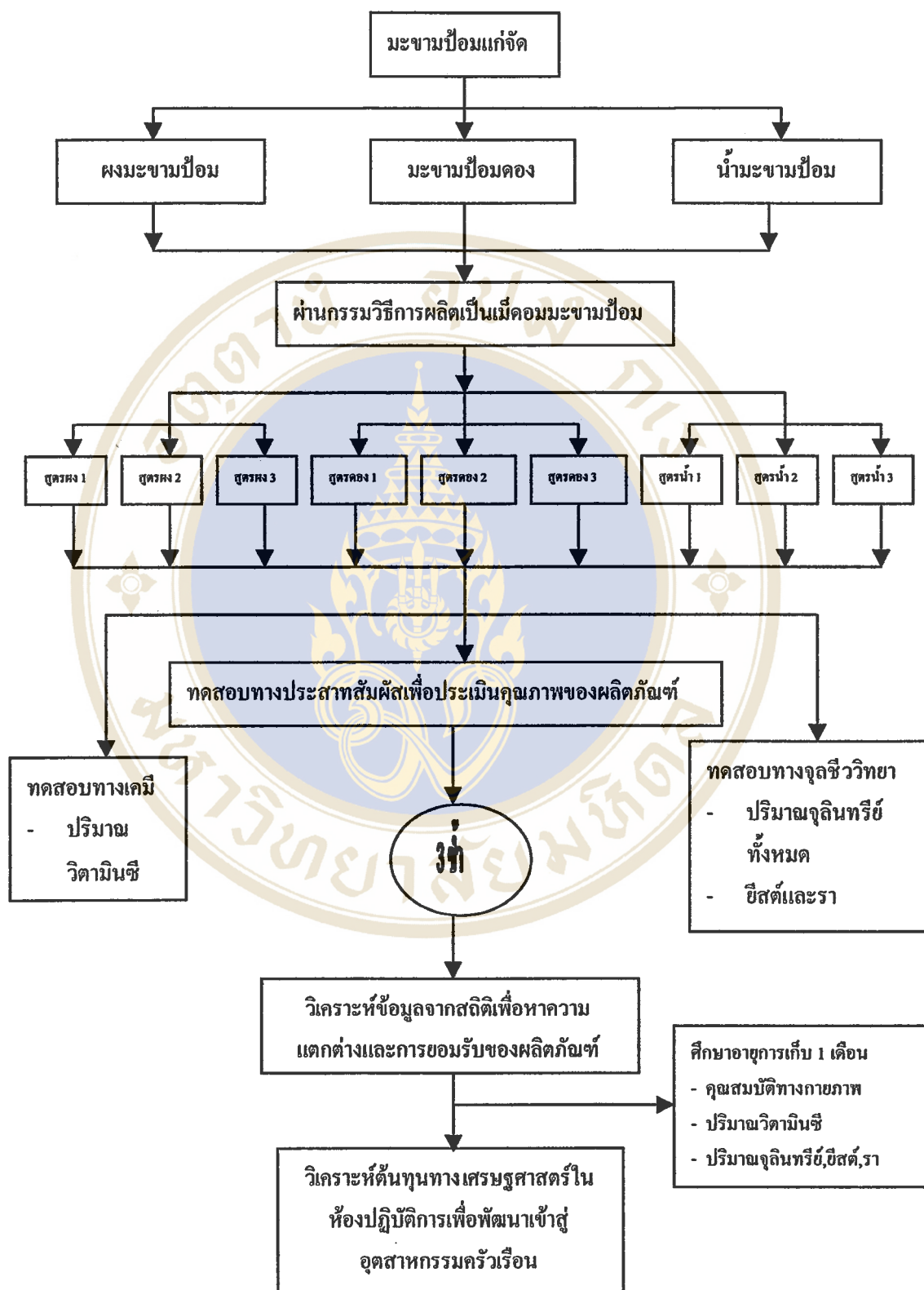
3.1.2.7 ทดลองหาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำมะขามป้อม มาผลิตเป็นเม็ดอมสมุนไพร โดยแปรรูปมะขามป้อมเป็น 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อม และในแต่ละวิธีจะได้ผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้งหมด 9 สูตร ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ปัจจัยที่ควบคุม ได้แก่

- ผงมะขามป้อม
- มะขามป้อมคอง
- น้ำมะขามป้อม

2. ปัจจัยแปรผัน ได้แก่

- สีของเม็ดอม
- กลิ่นของเม็ดอม
- รสชาติของเม็ดอม
- การละลายในปาก
- ความชอบรวม



ภาพที่ 5 แผนการวิจัยกรรมวิธีการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อม

3.1.3 ขั้นตอนการทดลองและบันทึกผล

3.1.3.1 วิธีการเตรียมผลมะขามป้อมแก่จัดเพื่อนำมาแปรรูปเป็นผงมะขามป้อม มะขามป้อมคองและน้ำมะขามป้อม แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็ดอมมะขามป้อมจำนวน 9 สูตร ดังนี้

1) เม็ดอมมะขามป้อมจากผงมะขามป้อม

คัดเลือกมะขามป้อมแก่จัด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แกะเมล็ดออก ซอยเนื้อมะขามป้อมให้บาง นำเข้าสู่ตูบลมร้อนอุณหภูมิ 50°C ประมาณ 12 ชั่วโมง จะได้เนื้อมะขามป้อมอบแห้ง นำเข้าเครื่องบดให้เป็นผง ด้วยตะแกรงร่อน 60 ช่อง นาน 10 นาที เมื่อได้ผงมะขามป้อมแล้วนำไปปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึกและน้ำผึ้ง โดยใช้อัตราส่วน ผงมะขามป้อม : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 1 ผสมและนวดให้เข้ากัน ปั้นเป็นเม็ดหนัก 0.5 กรัม นำเข้าสู่ตูบลมร้อนอุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมงจนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุขวดพลาสติก ปิดฝาสนิท การผลิตเม็ดอมมะขามป้อมจากผงมะขามป้อมจะได้ทั้งหมด 3 สูตร คือ เม็ดอมจากผงมะขามป้อมผสมน้ำตาลไอซิ่งและน้ำผึ้ง เม็ดอมจากผงมะขามป้อมผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำผึ้ง และเม็ดอมจากผงมะขามป้อมผสมน้ำตาลปึกและน้ำผึ้ง

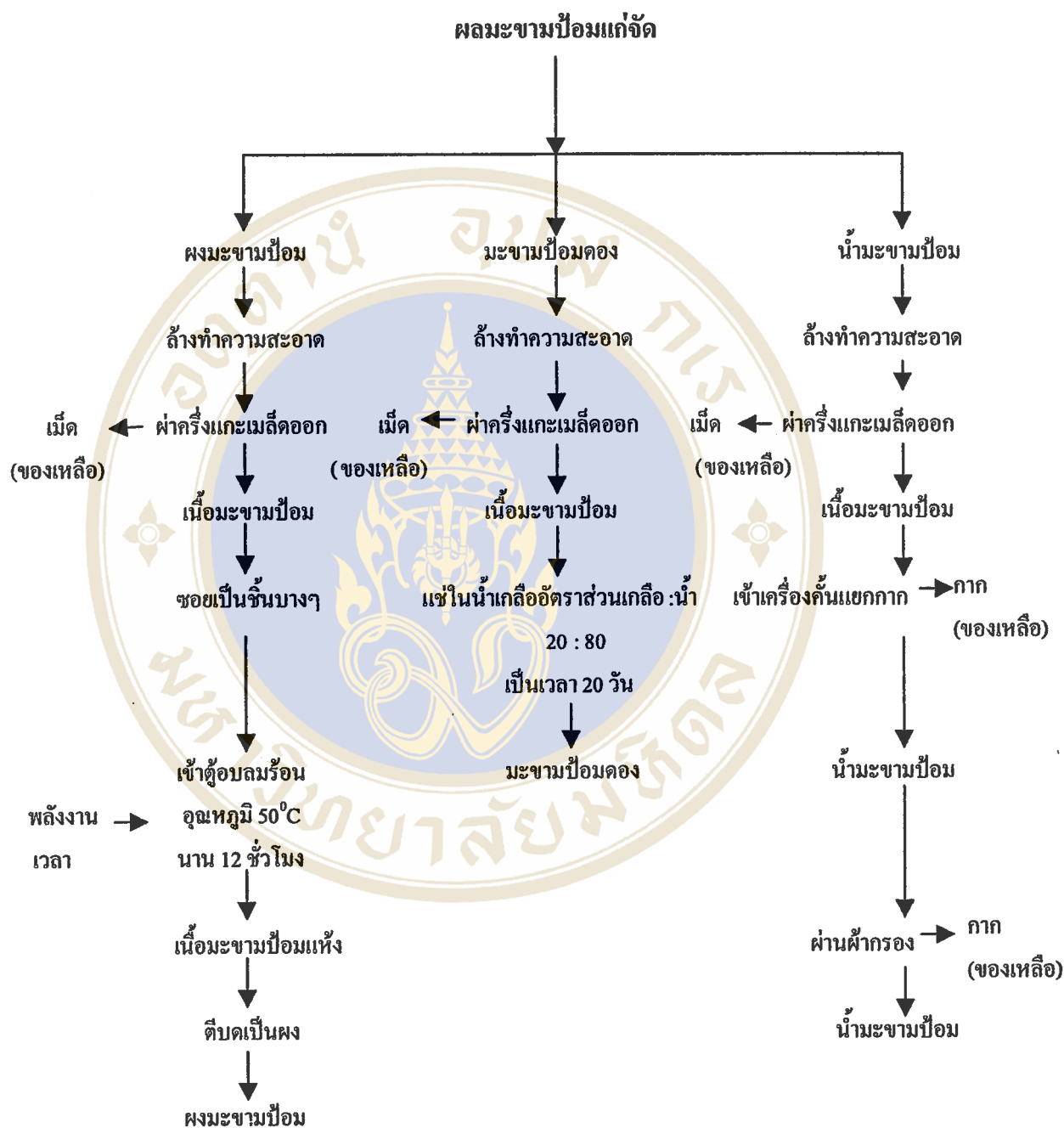
2) เม็ดอมมะขามป้อมจากมะขามป้อมคอง

คัดเลือกมะขามป้อมแก่จัด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แกะเมล็ดออก นำไปคองในน้ำเกลือ อัตราส่วนเกลือ : น้ำ = 20 : 80 เป็นเวลา 20 วัน นำมะขามป้อมคอง ล้างด้วยน้ำประปาให้สะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำมะขามป้อมคองมาเข้าเครื่องบดไฟฟ้า Moulinex นาน 20 นาทีจนละเอียด แล้วนำเข้าสู่ตูบลมร้อนอุณหภูมิ 50°C ประมาณ 2 ชั่วโมงเพื่อระเหยน้ำออก 75% เมื่อได้มะขามป้อมคองละเอียดแล้ว นำไปปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึกและน้ำผึ้ง โดยใช้อัตราส่วนมะขามป้อมคอง : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 0.5 ผสมและนวดให้เข้ากัน ปั้นเป็นเม็ดหนัก 0.5 กรัม เข้าสู่ตูบลมร้อนอุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 15 ชั่วโมงจนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุขวดพลาสติก ปิดฝาสนิท การผลิตเม็ดอมมะขามป้อมจากมะขามป้อมคองจะได้ทั้งหมด 3 สูตร คือ เม็ดอมจากมะขามป้อมคองผสมน้ำตาลไอซิ่งและน้ำผึ้ง เม็ดอมจากมะขามป้อมคองผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำผึ้ง และเม็ดอมจากมะขามป้อมคองผสมน้ำตาลปึกและน้ำผึ้ง

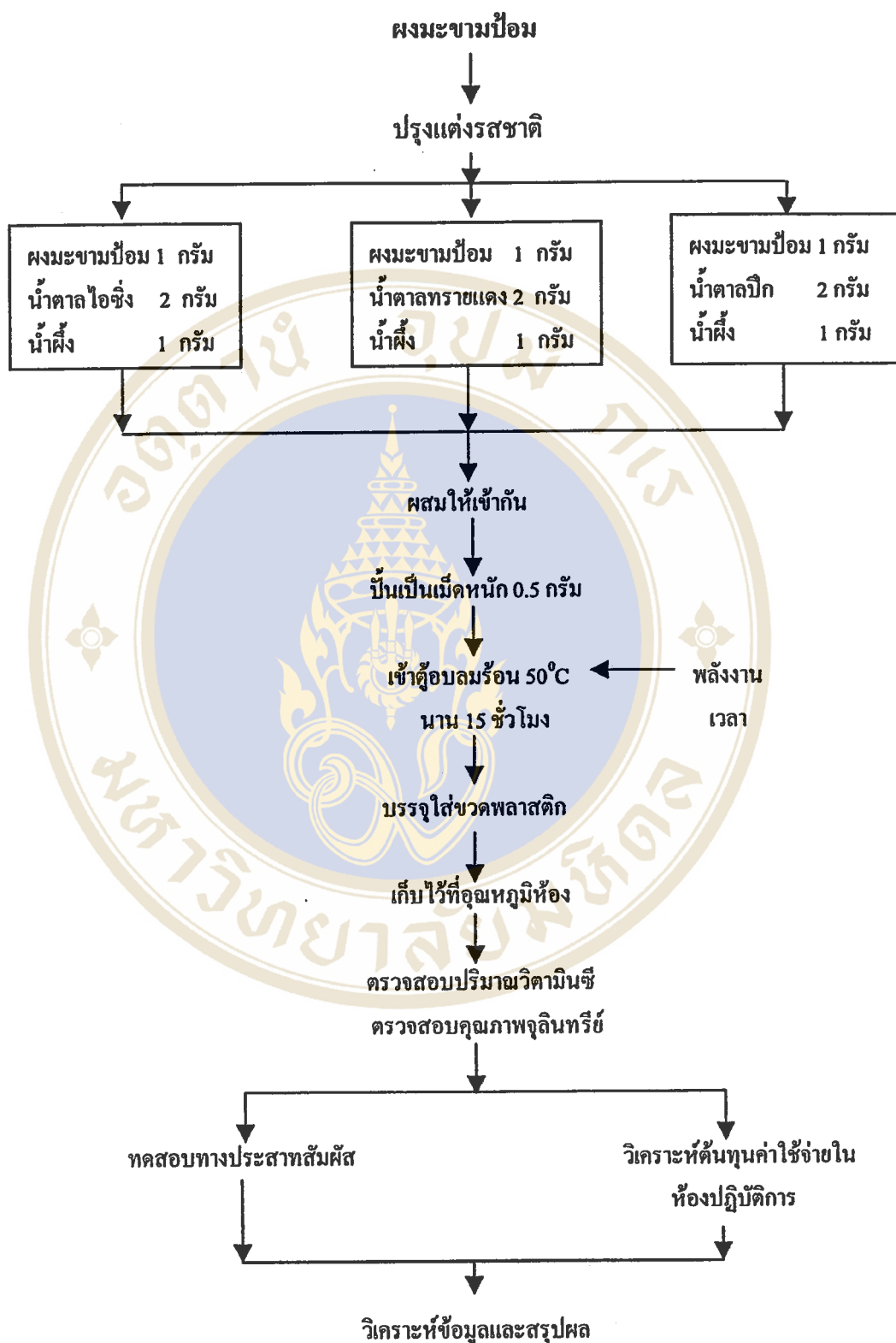
3) เม็ดคอมมะขามป้อมจากน้ำมะขามป้อม

คัดเลือกมะขามป้อมแก่จัด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แกะเมล็ดออก ใส่เครื่องสกัดน้ำมะขามป้อมแยกกากนาน 30 นาที เมื่อได้น้ำมะขามป้อมแล้ว นำไปปรุงแต่งรสชาติด้วยน้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลปึก โดยใช้อัตราส่วน น้ำมะขามป้อม : น้ำตาล เท่ากับ 1 : 0.8 ผสมให้เข้ากัน นำเข้าสู่อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจนแห้งป็นเป็นเม็ดหนัก 0.5 กรัม ห่อด้วยกระดาษ บรรจุใส่ขวดพลาสติก ปิดฝาสนิท การผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมจากน้ำมะขามป้อมจะได้ทั้งหมด 3 สูตร คือ เม็ดคอมจากน้ำมะขามป้อมผสมน้ำตาล ไอซิ่ง เม็ดคอมจากน้ำมะขามป้อมผสมน้ำตาลทรายแดง และเม็ดคอมจากน้ำมะขามป้อมผสมน้ำตาลปึก

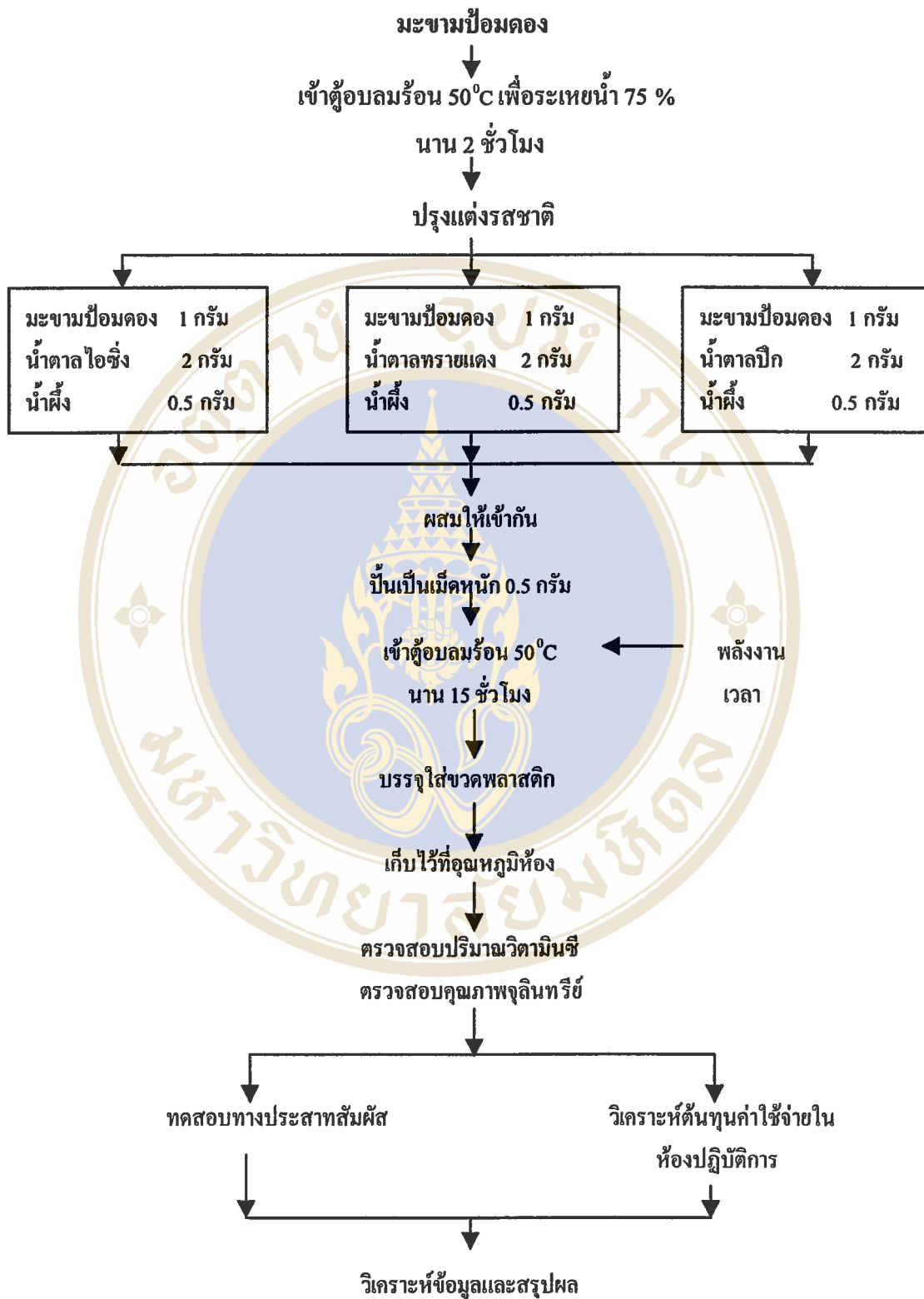




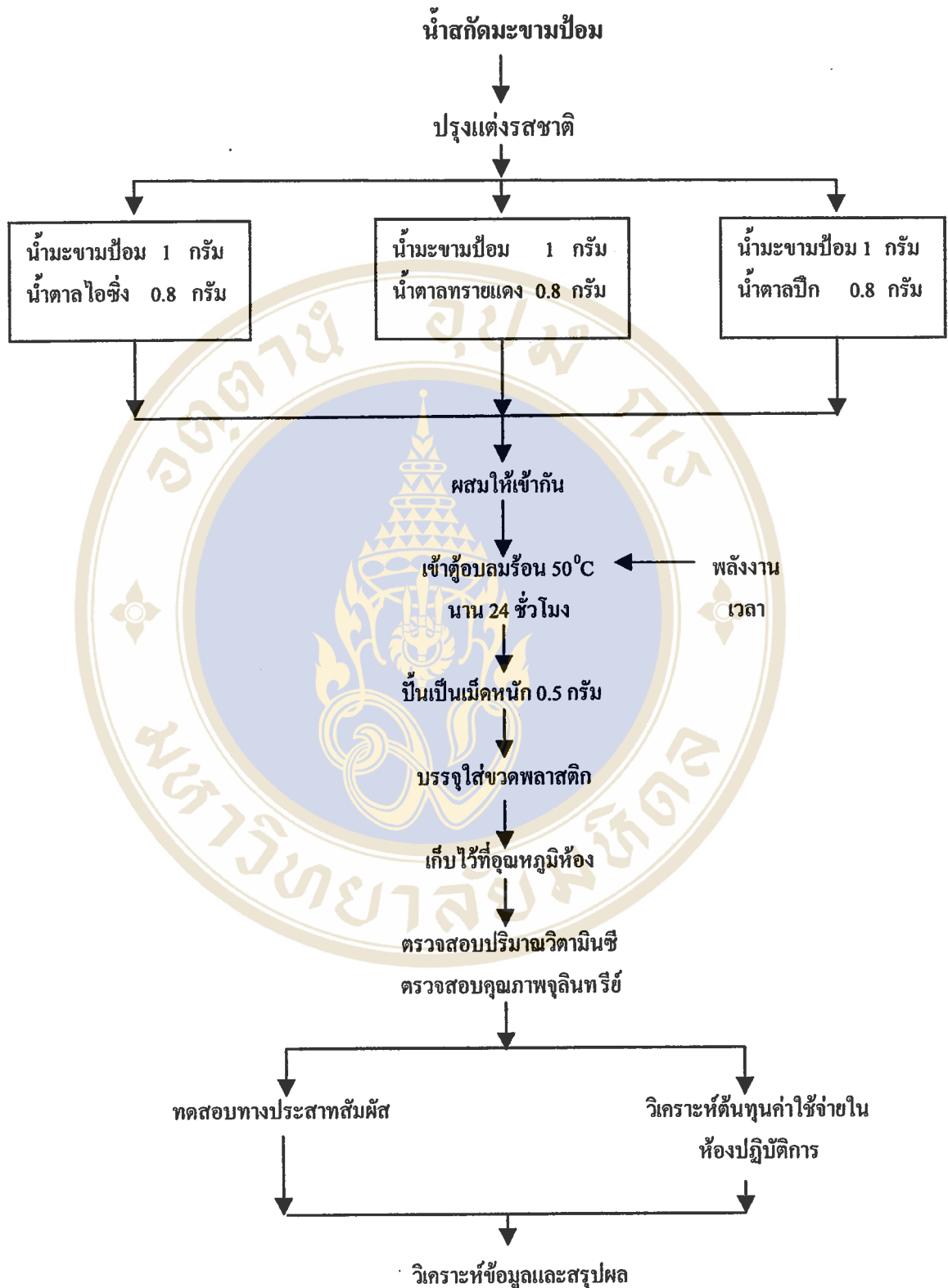
ภาพที่ 6 กระบวนการแปรรูปเป็นผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อม



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดคอมจากผงมะขามป้อม



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดคอมจากมะขามป้อมคอง



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทดลองผลิตเม็ดคอดจากน้ำมะขามป้อม

3.1.3.2 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อม

1. คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี HPLC (High performance liquid chromatography)

2. คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) โดยวิธีของ A.O.A.C. (1990)
- ยีสต์และรา โดยวิธีของ A.O.A.C. (1990)

3. ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ผู้ทดสอบชิมในการวิจัยครั้งนี้มี 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13-15 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน

โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างและจัดผู้ทดสอบชิม 270 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ทำ 3 ซ้ำ ฉะนั้นใช้คนกลุ่มละ 90 คน ใช้แบบทดสอบประเมินหาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วย 9 - Point hedonic scale แปลผลทางสถิติ และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA แล้วจึงทดสอบหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เม็ดอมแต่ละสูตรด้วยวิธี DMRT

3.1.3.3 การเก็บข้อมูลคุณภาพทางกายภาพและปริมาณของมะขามป้อม โดยใช้มะขามป้อมแก่จัดจากหมู่บ้านแม่วาก ตำบลนาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่เก็บได้แก่ ข้อมูลจากการสอบถามผู้ขายมะขามป้อม และข้อมูลจากเกณฑ์การตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ คือขนาด น้ำหนัก สี และความแน่นเนื้อของผลมะขามป้อมจากการแบ่งมะขามป้อมเป็น 3 กลุ่ม เพื่อหาความเหมาะสมของผลมะขามป้อมแก่จัด ในการนำมาแปรรูปเป็นผงมะขามป้อม มะขามป้อมดอง และน้ำมะขามป้อม

3.1.3.4 การเก็บข้อมูลวิธีการแปรรูปที่เหมาะสม ทำการเก็บข้อมูลจาก การผลิตจริงโดยทดลองแปรรูปเป็นผงมะขามป้อม มะขามป้อมดอง และน้ำมะขามป้อม เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็ดอม แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.1.3.5 การเก็บข้อมูลวัตถุดิบมะขามป้อมและวัตถุดิบส่วนประกอบที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อม เพื่อให้ได้ปริมาณวิตามินซีที่พอเพียงสำหรับความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ที่ควรจะได้รับภายใน 1 วัน แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.1.3.6 การเก็บข้อมูล ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.1.3.7 การเก็บข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยการส่งวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี และตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าการเกษตรเพื่อการส่งออก (สตอ.) กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตามลำดับ แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.1.3.8 การเก็บข้อมูลแรงงาน . ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต ทำการเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตจริงตลอดเวลาที่ทำการทดลอง โดยใช้การคำนวณเวลา (ชั่วโมง) การทำงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ออกมา แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.1.3.9 การเก็บข้อมูลอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมที่บรรจุขวดปิดสนิท เก็บไว้ ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยการสังเกตลักษณะทางกายภาพ ส่งวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี และตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา

3.1.4 ขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.4.1 วิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำมะขามป้อมมาแปรรูปเพื่อใช้ในการทดลองโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ เกณฑ์การตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีเพื่อนำมาผลิตเป็นเมื่อดอมมะขามป้อม

3.1.4.2 การวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการชิม เพื่อหาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 - Point hedonic scale ในแต่ละด้านได้แก่ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านการละลายในปาก และด้านความชอบรวมของเมื่อดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร เพื่อหาคะแนนการยอมรับเฉลี่ย ทำให้ทราบความเหมาะสมในแต่ละด้านของแต่ละผลิตภัณฑ์แล้วจึงวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA เพื่อหาความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นนำไปทดสอบหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตรด้วย DMRT

3.1.4.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิตเมื่อดอม โดยทำการวิเคราะห์หาต้นทุนวัตถุดิบและส่วนประกอบ ที่ใช้ในการผลิตเมื่อดอมมะขามป้อมทุกสูตรดังนี้

1) ต้นทุนวัตถุดิบ คือ มะขามป้อมสดรับซื้อจากผู้ขายกิโลกรัมละ 20 บาท วัตถุดิบส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึก และน้ำผึ้ง กิโลกรัมละ 18, 30, 20, 200 บาท ตามลำดับ

2) ค่าแรง คิดตามแรงงานขั้นต่ำตามประกาศกระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม เขต จังหวัดกรุงเทพมหานคร คือ 162 บาท/วัน หรือ 20.25 บาท/ชั่วโมง นำมาคิดค่าแรงในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทุกสูตร

3) คิดค่าไฟฟ้า ในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 4 ชนิด คือ เครื่องปั่นแยกกาก ขนาด 250 วัตต์, เครื่องบดเป็นผง ขนาด 1,750 วัตต์, เครื่องบดไฟฟ้า ขนาด 300 วัตต์ และตู้อบลมร้อน ขนาด 2,280 วัตต์ คิดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรในห้องปฏิบัติการ คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าตามการไฟฟ้านครหลวงกรุงเทพฯ เดือนกรกฎาคม อัตรา 2.57 บาท ต่อหน่วยไฟฟ้า

4) วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ที่อายุการเก็บ 1 เดือน ที่อุณหภูมิ $5 - 10^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิห้อง โดยพิจารณาปริมาณวิตามินซี คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา

3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

กลุ่มประชากรที่เป็นผู้ทดสอบชิมในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16- 20 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน

การทดสอบใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยจัดผู้ทดสอบชิม 270 คน แบ่งเป็น 3 ซ้ำ กลุ่มละ 30 คน ดังนั้นต้องใช้ผู้ทดสอบชิม 90 คน

3.2.2 วิธีการสุ่มสูตรตัวอย่างเพื่อทดสอบชิม

จะทำการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มโดยบังเอิญ (Accidental Sampling)

3.3 คุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้แบบประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยสเกลความชอบ 9 จุด (9 - Point hedonic scale) โดยให้ผู้ทดสอบในการชิมแต่ละครั้งเป็นตัวอย่างในด้านกลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวม สเกลความชอบที่ใช้ คือ สเกลความชอบ 9 จุด ให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด ในการทดสอบความชอบ

โดยใช้ Hedonic scale scoring test นี้จะทำการแปลระดับความรู้สึกของผู้ทดสอบเป็นตัวเลข และวิเคราะห์ทางสถิติโดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบชิมมาหาค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA และทดสอบหาค่าความแตกต่างแต่ละระดับโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลการคัดเลือกมะขามป้อม

4.1.1 เกณฑ์การคัดเลือกมะขามป้อม

4.1.1.1 ผลจากการสำรวจและสอบถามผลมะขามป้อมสดที่รับซื้อจากเกษตรกร หมู่บ้านแม่วาก ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 เป็นพันธุ์ผลใหญ่ แบ่งตามอายุการเก็บเกี่ยวที่ต่างกันออกเป็น 3 ชนิด คือ ผลอ่อน ผลแก่ ผลแก่จัด ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน คือ ผลอ่อนจะมีเปลือกสีเขียว เส้นแบ่งพูชัดเจน ผิวสัมผัสหยาบ เมล็ดสีเขียว ส่วนผลแก่และผลแก่จัด จะมีเปลือกสีเขียวอมเหลืองและสีเหลืองใส ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของผลมะขามป้อมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ได้แก่ ผลอ่อน ผลแก่และผลแก่จัด

ลักษณะ	ผลอ่อน	ผลแก่	ผลแก่จัด
- สีของเปลือก	- สีเขียว	- สีเขียวอมเหลือง	- สีเหลืองใส
- เส้นแบ่งพู	- เส้นสีขาวสันนูนแบ่งเป็น 6 พู เห็นได้อย่างชัดเจน	- เส้นแบ่งพู อยู่ลึกใต้ผิวเปลือก มีลักษณะเรียบเห็นเป็นเส้นสีขาวชัดเจน	- เส้นแบ่งพูอยู่ลึกใต้ผิวเปลือกมองเห็นจาก ๗ เปลือกมองเห็นจาก ๗
- จุดประ	- เป็นจุดประขนาดเล็ก สีน้ำตาลเข้มขึ้นหนาแน่นทั้งผล	- เป็นจุดสีน้ำตาลขนาดเล็กใหญ่ขึ้นกระจายทั่วผล	- เป็นจุดสีน้ำตาลอ่อนขนาดใหญ่กระจายทั่วผล
- ผิวสัมผัส	- ผิวหยาบ	- ผิวเรียบ	- ผิวเรียบเนียนและใส
- ลักษณะก้นของผล	- ก้นของผลยุบมาก	- ก้นของผลเริ่มยุบเล็กน้อย	- ก้นของผลนูน
- สีของเนื้อใน	- สีเขียวสอมำเสมอ	- สีเขียวอมเหลือง	- สีเหลืองใส
- เมล็ด	- เมล็ดแข็งสีเขียว	- เมล็ดสีเขียวอมน้ำตาล	- เมล็ดแข็งสีน้ำตาล

หมายเหตุ : สัมภาษณ์คุณสมใจ รักวงษ์ และคุณดวงสมร ชื่นชม เมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2543

4.1.1.2 ผลการศึกษาเกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อมแก่จัด ด้วยเกณฑ์ตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการสุ่มมะขามป้อมขนาดละ 10 ผล จากมะขามป้อมในแต่ละขนาดทั้งหมด 30 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา โดยใช้อุปกรณ์ในการวัดที่สถาบันราชภัฏสวนดุสิต ดังนี้

- 1) วัดขนาด โดยใช้ Venier caliper วัดเส้นผ่าศูนย์กลางและส่วนสูง
- 2) วัดน้ำหนัก โดยเครื่องชั่งน้ำหนัก Metler PB 303
- 3) วัดสี โดยใช้ Munsell book of colour
- 4) วัดความแน่นเนื้อ โดยใช้ Texture Analyser รุ่น TA - XT2i

ผลจากการตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มะขามป้อมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวต่างกัน จะมีขนาด น้ำหนัก สี และความแน่นเนื้อต่างกัน โดยผลแก่จัดจะมีค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดในด้านต่าง ๆ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ผลแก่ และผลอ่อน ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6 และตารางที่ 20

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะ	ขนาด		น้ำหนัก (กรัม)	วัดสี	ความแน่นเนื้อ	
	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิกรัม)	ส่วนสูง (ม.ม.)			แรงกด (กรัม)	ระยะทาง (ม.ม.)
ผลอ่อน	11.0	9.3	4.07	5GY7/10	1243.29	2.08
ผลแก่	12.5	10.0	6.16	2.5GY7/10	1408.84	1.51
ผลแก่จัด	15.0	12.1	8.25	10Y8.5/10	1513.90	1.34

หมายเหตุ : ตรวจวัดที่สถาบันราชภัฏสวนดุสิต

4.1.1.3 ผลการศึกษาข้อมูลปริมาณวิตามินซีในมะขามป้อมสด ที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างกัน คือ ผลอ่อน, ผลแก่ และผลแก่จัด เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกมะขามป้อมมาแปรรูป ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็ดอมมะขามป้อมต่อไป โดยส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.) กองเกษตรเคมี พบว่าผลแก่จัดมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด เท่ากับ 1,029 มิลลิกรัม / 100 กรัม รองลงมาคือผลแก่ และผลอ่อน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาคผนวก 3

ตารางที่ 7 ปริมาณวิตามินซีในผลมะขามป้อม

มะขามป้อม	วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)
1. ผลอ่อน	896
2. ผลแก่	900
3. ผลแก่จัด	1,029

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร เพื่อการส่งออก
(สตอ.) กองเกษตรเคมี

4.1.1.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักผลมะขามป้อมสด และน้ำหนักมะขามป้อมหลังการแปรรูปแล้ว 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อมใน 1,000 กรัม ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบน้ำหนักมะขามป้อมสดและน้ำหนักมะขามป้อมหลังการแปรรูปแล้วใน 1,000 กรัม

ลักษณะ	น้ำหนัก (กรัม)			
	มะขามป้อมสด รวมเมล็ด	มะขามป้อมไม่ รวมเมล็ด	เมล็ดมะขามป้อม	มะขามป้อมหลังการ แปรรูป
ผงมะขามป้อม	1,000	800	200	370
มะขามป้อมคอง	1,000	800	200	840
น้ำมะขามป้อม	1,000	800	200	330*

หมายเหตุ *น้ำหนักกากมะขามป้อม 470 กรัม

4.1.1.5 ผลการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในมะขามป้อมหลังการแปรรูป เพื่อให้ทราบปริมาณวิตามินซีที่เหลือหลังจากเข้าสู่กระบวนการแปรรูปแล้ว โดยส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (สตอ.) กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่า ผงมะขามป้อมมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดเท่ากับ 2,161 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือ น้ำมะขามป้อม มีปริมาณเท่ากับ 1,013 มิลลิกรัม/100 กรัม และมะขามป้อมคอง มีปริมาณเท่ากับ 503 มิลลิกรัม/100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาคผนวก

ตารางที่ 9 ปริมาณวิตามินซีในมะขามป้อมสด และมะขามป้อมหลังการแปรรูป

มะขามป้อม	วิตามินซี (มิลลิกรัม/100กรัม)
1. ผงมะขามป้อม	2,161
2. มะขามป้อมคอง	503
3. น้ำมะขามป้อม	1,013

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก
(ศตอ.) กองเกษตรเคมี

4.2 ผลการทดลองผลิตเม็ดคอมมะขามป้อม

4.2.1 ผลการทดลองผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่าแต่ละสูตรจะมีอัตราส่วนผสมแตกต่างกัน โดยสูตรเม็ดคอมที่ทำจากผงมะขามป้อมคือ สูตรผงที่ 1, 2, 3 มีอัตราส่วนของผงมะขามป้อม : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 1 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 25 : 50 : 25 ส่วนสูตรคองมีอัตราส่วนของมะขามป้อมคอง : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 0.5 และสูตรน้ำมีอัตราส่วนของน้ำมะขามป้อม : น้ำตาล เท่ากับ 1 : 0.8 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร

วัตถุดิบและ วัตถุดิบ ส่วนประกอบ	ผง			คอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง (%)	สูตร 2 ทรายแดง +น้ำผึ้ง (%)	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง (%)	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง (%)	สูตร 2 ทรายแดง +น้ำผึ้ง (%)	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง (%)	สูตร 1 ไอซิ่ง (%)	สูตร 2 ทราย แดง (%)	สูตร 3 ปึก (%)
ผงมะขามป้อม	25.00	25.00	25.00	-	-	-	-	-	-
มะขามป้อมคอง	-	-	-	28.57	28.57	28.57	-	-	-
น้ำมะขามป้อม	-	-	-	-	-	-	55.56	55.56	55.56
น้ำตาลไอซิ่ง	50.00	-	-	57.14	-	-	44.44	-	-
น้ำตาลทรายแดง	-	50.00	-	-	57.14	-	-	44.44	-
น้ำตาลปึก	-	-	50.00	-	-	57.14	-	-	44.44
น้ำผึ้ง	25.00	25.00	25.00	14.29	14.29	14.29	-	-	-
ผลผลิต	100	100	100	100	100	100	100	100	100

4.2.2 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

4.2.2.1 การทดสอบการยอมรับในการบริโภคทางประสาทสัมผัสนั้น ใช้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ผู้ทดสอบชิมในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมตอนต้น และตอนปลายของโรงเรียนวัดไร่ขิง อำเภอราชการและบุคคลทั่วไป แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ทำการทดสอบชิม 3 ซ้ำ กลุ่มละ 90 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16 - 20 ปี

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มโดยบังเอิญ ใช้วิธีจัดผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 270 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวม สเกลที่ใช้คือ สเกลความชอบ 9 จุด ให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เป็นคะแนนชอบมากที่สุด โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD คะแนนที่ได้จากการทดสอบนำมาหาค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA ทดสอบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเม็ดอมแต่ละสูตร โดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1. กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิงวัย 13 - 15 ปี จำนวน 90 คน จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่า มีค่าการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ
กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิงวัย 13 - 15 ปี

คุณลักษณะ	ผง			ดอง			น้ำ			CV %
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง +น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง +น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 บีก	
สี ^{1/}	6.2 ^{cd}	6.1 ^{cd}	6.2 ^{cd}	7.5 ^a	6.2 ^{cd}	6.5 ^{bc}	6.7 ^b	5.9 ^d	6.5 ^{bc}	21.7
กลิ่น ^{1/}	5.9 ^{ab}	5.9 ^{ab}	5.8 ^{ab}	6.2 ^a	6.0 ^{ab}	6.2 ^a	5.9 ^{ab}	5.7 ^b	5.7 ^{ab}	26.2
รสชาติ ^{1/}	5.4 ^b	5.5 ^b	5.3 ^b	7.1 ^a	7.0 ^a	7.0 ^a	5.0 ^{bc}	4.6 ^{cd}	4.2 ^d	30.7
การละลายในปาก ^{1/}	5.1 ^b	5.2 ^b	5.0 ^b	6.4 ^a	6.0 ^a	6.3 ^a	5.0 ^b	4.9 ^b	4.7 ^b	31.0
ความชอบรวม ^{1/}	6.0 ^b	5.9 ^b	5.7 ^{bc}	7.2 ^a	6.9 ^a	7.1 ^a	5.8 ^{bc}	5.4 ^{cd}	5.2 ^d	25.8

หมายเหตุ^{1/} คือ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.1 ด้านสี พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อผสมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับด้านสีมากที่สุด 7.5 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านสีในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากเมื่อผสมสูตรนี้มีสีเหลืองใส่นำรับประทานรองลงมาคือสูตรน้ำที่ 1 สูตรน้ำที่ 3 และสูตรดองที่ 3 โดยมีค่าการยอมรับเท่ากับ 6.7, 6.5 และ 6.5 คะแนนตามลำดับ โดยสูตรที่มีค่าการยอมรับด้านสีน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 2 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.9 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านสีในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

1.2 ด้านกลิ่น พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อผสมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 และที่ 3 มีค่าการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุดเท่ากับ 6.2 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านกลิ่นในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แต่ไม่แตกต่างกับสูตรผงที่ 1, สูตรผงที่ 2, สูตรผงที่ 3, สูตรดองที่ 2, สูตรน้ำที่ 1 และสูตรน้ำที่ 3 และสูตรที่มีค่าการยอมรับด้านกลิ่นน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอีก 7 สูตรที่กล่าวมาข้างต้น คือสูตรน้ำที่ 2 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.7 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านกลิ่นในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

1.3 ด้านรสชาติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อผสมมะขามป้อม สูตรดองทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 7.1, 7.0 และ 7.0 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่า มีค่าความชอบด้านรสชาติไม่แตกต่างกันคือชอบปานกลางถึงชอบมาก

เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้คือมะขามป้อมคงจะมีรสฝาดน้อยกว่าผงมะขามป้อมและน้ำมะขามป้อม ส่วนรสชาติเปรี้ยว เค็ม และหวานจากน้ำตาลที่เติมลงไปพอเหมาะ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับมากที่สุด และสูตรที่มีค่าการยอมรับน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 3 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 4.2 คะแนน แสดงว่าไม่ชอบรสชาติของผลิตภัณฑ์นี้เล็กน้อยถึงมีความรู้สึกละอาย ๆ

1.4 ด้านการละลายในปาก พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมสูตรคงทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 6.4, 6.3 และ 6.0 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความชอบด้านการละลายในปากไม่แตกต่างกันคือ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และสูตรอื่น ๆ ที่เหลือมีค่าการยอมรับรองลงมาจาก 3 สูตรแรก แต่ไม่แตกต่างกัน คือ มีความชอบในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

1.5 ด้านความชอบรวม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมสูตรคงทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.2, 7.1 และ 6.9 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีความชอบรวมในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากรองลงมา คือ สูตรผงที่ 1 และสูตรผงที่ 2 และสูตรน้ำที่ 3 มีค่าการยอมรับน้อยที่สุดเท่ากับ 5.2 คะแนน แสดงว่ามีความชอบรวมในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

2. กลุ่มที่ 2 เพศชายและเพศหญิงอายุ 16 - 20 ปี จำนวน 90 คน จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่ามีค่าการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ
กลุ่มที่ 2 เพศ ชายและหญิงวัย 16 - 20 ปี

คุณลักษณะ	ผง			ดอง			น้ำ			CV %
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง +น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง +น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 บีก	
สี ^{1/}	5.6 ^{cd}	5.3 ^{de}	5.0 ^c	7.3 ^a	5.7 ^c	6.2 ^b	5.9 ^{bc}	5.2 ^{de}	5.2 ^{de}	23.2
กลิ่น ^{1/}	5.6 ^{bc}	5.3 ^{cd}	5.4 ^{bcd}	6.1 ^a	5.8 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.2 ^d	5.2 ^d	5.1 ^d	23.9
รสชาติ ^{1/}	5.1 ^b	4.3 ^c	4.3 ^c	6.4 ^a	6.4 ^a	6.4 ^a	3.9 ^c	3.9 ^c	3.9 ^c	33.4
การละลายในปาก ^{1/}	4.7 ^b	4.5 ^{bc}	4.4 ^{bcd}	5.7 ^a	5.7 ^a	5.6 ^a	3.9 ^{de}	3.7 ^e	4.1 ^{cd}	31.4
ความชอบรวม ^{1/}	5.6 ^b	5.0 ^c	4.9 ^{cd}	6.7 ^a	6.5 ^a	6.3 ^a	4.5 ^{de}	4.4 ^e	4.4 ^{de}	27.0

หมายเหตุ ^{1/} คือ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.1 ด้านสี พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์
เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.3 คะแนน แสดงว่ามีความชอบ
ด้านสีในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก รองลงมาคือสูตรดองที่ 3 และสูตรน้ำที่ 1 มีค่าการยอมรับ
เท่ากับ 6.2 และ 5.9 คะแนน ตามลำดับ และสูตรที่มีค่าการยอมรับด้านสีน้อยที่สุดคือสูตรผงที่ 3 มี
ค่าการยอมรับเท่ากับ 5.0 คะแนน แสดงว่ามีความรู้สึกเฉย ๆ กับ ผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อม

2.2 ด้านกลิ่น พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิต
ภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.1 คะแนน แสดงว่ามีความ
ชอบด้านกลิ่นในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ซึ่งมีความชอบไม่แตกต่างกับสูตรดองที่ 2
และสูตรดองที่ 3 ที่มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.8 และ 5.8 คะแนน ตามลำดับ โดยสูตรที่มีค่าการยอมรับ
น้อยที่สุดคือสูตรน้ำทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.2, 5.2 และ 5.1 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่า
มีความชอบด้านกลิ่นอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

2.3 ด้านรสชาติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดย
ผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.4 คะแนนเท่ากัน
แสดงว่ามีความชอบด้านรสชาติในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง รองลงมาคือสูตรผงที่ 1 มี
ค่าการยอมรับเท่ากับ 5.1 คะแนน และสูตรทั้งหมดที่เหลือมีค่าการยอมรับน้อยที่สุดและไม่แตกต่าง

กันเท่ากับ 4.3, 4.3, 3.9, 3.9 และ 3.9 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่าไม่ชอบรสชาติของผลิตภัณฑ์นี้ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ

2.4 ด้านการละลายในปาก พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมสูตรคงทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 5.7, 5.7 และ 5.6 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีความชอบด้านการละลายในปากในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย รองลงมาคือสูตรผงที่ 1 และ สูตรผงที่ 2 โดย 2 สูตรนี้มีค่าการยอมรับไม่แตกต่างกัน และสูตรที่มีค่าการยอมรับน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 2 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 3.7 คะแนน แสดงว่าไม่ชอบการละลายในปากในระดับไม่ชอบปานกลางถึงไม่ชอบเล็กน้อย

2.5 ด้านความชอบรวม พบว่ามีความแตกต่างเป็นทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมสูตรคงทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.7 , 6.5 และ 6.3 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีความชอบรวมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง รองลงมาคือสูตรผงที่ 1 และ สูตรผงที่ 2 มีค่าการยอมรับ 5.6 และ 5.0 ตามลำดับ และสูตรที่มีค่าการยอมรับน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 2 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 4.4 คะแนน แสดงว่าไม่ชอบผลิตภัณฑ์ในระดับเล็กน้อยจนถึงรู้สึกเฉย ๆ

3. กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิงอายุ 25 ปีขึ้นไป จำนวน 90 คน จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรพบว่ามีค่าการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ
กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิงวัย 25 ปีขึ้นไป

คุณลักษณะ	ผง			ดอง			น้ำ			CV %
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 บีก	
สี ^{1/}	6.4 ^{bcd}	6.3 ^{bcd}	6.1 ^d	7.0 ^a	6.2 ^{cd}	6.7 ^{ab}	6.5 ^{bc}	6.1 ^d	6.2 ^{cd}	20.2
กลิ่น ^{1/}	5.7 ^{abc}	5.5 ^{bc}	5.8 ^{abc}	6.0 ^a	5.9 ^{ab}	5.9 ^{ab}	5.4 ^c	5.6 ^{abc}	5.7 ^{abc}	23.7
รสชาติ ^{1/}	5.7 ^{abc}	5.4 ^{bcd}	5.3 ^{cd}	6.0 ^a	5.9 ^{ab}	5.9 ^{ab}	5.0 ^d	5.5 ^{abc}	5.3 ^{cd}	25.9
การละลายในปาก ^{1/}	5.5 ^{ab}	5.3 ^{bc}	5.4 ^b	5.9 ^a	5.7 ^{ab}	5.8 ^a	4.4 ^e	4.7 ^{de}	4.9 ^{cd}	25.8
ความชอบรวม ^{1/}	5.8 ^b	5.6 ^b	5.5 ^b	6.5 ^a	6.3 ^a	6.4 ^a	5.5 ^b	5.7 ^b	5.5 ^b	19.0

หมายเหตุ ^{1/} คือ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.1 ด้านสี พบว่า มีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.0 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านสีในระดับชอบปานกลาง รองลงมาคือสูตรดองที่ 3 และสูตรน้ำที่ 1 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 6.7 และ 6.5 คะแนน ตามลำดับ และสูตรที่มีค่าการยอมรับด้านสีน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 2 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 6.1 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านสีในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

3.2 ด้านกลิ่น พบว่ามีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.0 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านกลิ่นในระดับชอบเล็กน้อย รองลงมาคือสูตรดองที่ 2 และที่ 3 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.9 และ 5.9 คะแนนตามลำดับ แต่ก็มีค่าการยอมรับไม่แตกต่างจากสูตรดองที่ 1 และสูตรน้ำที่ 1 มีค่าการยอมรับด้านกลิ่นน้อยที่สุดเท่ากับ 5.4 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านกลิ่นในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

3.3 ด้านรสชาติ พบว่ามีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อดอมมะขามป้อมสูตรดองที่ 1 มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.0 คะแนน แสดงว่ามีความชอบด้านรสชาติในระดับชอบเล็กน้อย รองลงมาคือสูตรดองที่ 2 และสูตรดองที่ 3 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.9 และ 5.9 คะแนน ซึ่งค่าความชอบด้านรสชาติของ 2 สูตรนี้ไม่แตกต่างกับสูตรดองที่ 1 และสูตร

ที่มีค่าการยอมรับด้านรสชาติน้อยที่สุดคือสูตรน้ำที่ 1 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 5.0 คะแนน แสดงว่าผู้ทดสอบชิมมีความรู้สึกเฉย ๆ ต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์

3.4 ด้านการละลายในปาก พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.5$) โดยเมื่อผสมุนไพรจากมะขามป้อมสูตรคองที่ 1 และสูตรคองที่ 3 มีค่าการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 5.9, 5.8 คะแนน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับสูตรคองที่ 2 และสูตรผงที่ 1 คือมีความชอบด้านการละลายในปากในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย และสูตรที่มีค่าการยอมรับด้านการละลายในปากน้อยที่สุดคือสูตรน้ำ 1 มีค่าการยอมรับเท่ากับ 4.4 คะแนน แสดงว่ามีความไม่ชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงรู้สึกเฉย ๆ

3.5 ด้านความชอบรวม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เมื่อผสมมะขามป้อมสูตรคองทั้ง 3 สูตร มีค่าการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 6.5, 6.4 และ 6.3 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีความชอบรวมในตัวผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยอีก 6 สูตรที่เหลือมีความชอบรวมในระดับที่รองลงมาคือรู้สึกเฉย ๆ จนถึงมีความชอบเล็กน้อยต่อผลิตภัณฑ์

4.2.2.2 ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์เมื่อผสมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร เพื่อให้ทราบปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ หลังจากเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็ดคองแล้ว โดยวิธี HPLC ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.) กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในเม็ดคองมะขามป้อมต่อ 1 เม็ด พบว่า เม็ดคองที่ทำจากผงมะขามป้อม จะมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด รองลงมาคือ เม็ดคองที่ทำจากน้ำมะขามป้อม และมะขามป้อมคอง ตามลำดับ โดยเม็ดคองสูตรผงที่ 3 มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดเท่ากับ 2.41 มิลลิกรัม/ 1 เม็ด รองลงมาเป็นสูตรผงที่ 2 มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 2.39 มิลลิกรัม/ 1 เม็ด และสูตรผงที่ 1 มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 2.19 มิลลิกรัม/ 1 เม็ด รองลงมาเป็นเม็ดคองจากสูตรน้ำที่ 3, 2, 1 มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 1.43, 1.24 และ 1.05 มิลลิกรัม/ 1 เม็ด ตามลำดับ และสูตรที่มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ สูตรคองที่ 3, 2, 1 มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 0.25, 0.22, 0.15 มิลลิกรัม / 1 เม็ด ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณวิตามินซีของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร

ปริมาณวิตามินซี	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 ปึก
มิลลิกรัม/100กรัม	437	478	481	44.9	34.6	51.9	210	247	265
มิลลิกรัม/1 เม็ด	2.19	2.39	2.41	0.15	0.22	0.25	1.05	1.24	1.43

หมายเหตุ : วิเคราะห์โดยศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.)

กองเกษตรเคมี

4.2.2.3 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรที่อายุ 0 เดือน ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยวิธีของ A.O.A.C. (1990) วิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จากผลการศึกษา พบว่าค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และราของเม็ดอมมะขามป้อม 9 สูตร

โคโลนี/กรัม	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง+ น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง+ น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก+ น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซิ่ง	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 ปึก
จำนวน จุลินทรีย์ ทั้งหมด	20	70	60	50	70	70	30	80	60
ยีสต์และรา	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : วิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

หมายเหตุ : ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องอาหารที่ใส่ภาชนะบรรจุปิดสนิท ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนี / กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนี / กรัม

4.2.3 ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อม

4.2.3.1 ผลการศึกษาโดยการสังเกตลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง เก็บใส่ภาชนะปิดสนิท พบว่า ณ ที่อุณหภูมิ 5 - 10°C สีของเม็ดอมและกลิ่นของมะขามป้อมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ ณ อุณหภูมิห้อง จะมีการเปลี่ยนแปลง คือ สีของเม็ดอมจะมีสีเข้มขึ้นจากเดิมทุก ๆ สูตร เช่น เม็ดอมจากสูตรคองที่ 1, 2, 3 จากสีเหลืองใสจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อย ส่วนสูตรผงที่ 1, 2, 3 จากสีน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม และสูตรน้ำก็เช่นเดียวกัน สีจะเข้มจากเดิมทุก ๆ สูตร ส่วนด้านกลิ่นหอมของมะขามป้อมผสมน้ำตาลต่าง ๆ จะลดน้อยลง และเม็ดอมมะขามป้อมจะเริ่มมีการยึดเกาะติดกัน มีการซึมของน้ำตาลออกมา

4.2.3.2 การศึกษาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง โดยวิธี HPLC ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.) กองเกษตรเคมี พบว่าปริมาณวิตามินซีของเม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ณ อุณหภูมิห้อง มีค่าลดลงกว่าอุณหภูมิ 5 - 10°C ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณวิตามินซีของเม็ดยอมมะขามป้อม 9 สูตร ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน
ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิที่เก็บ ผลิตภัณฑ์	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)								
	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซ์িং + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์িং + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 บีก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์িং	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 บีก
อุณหภูมิ 5 - 10°C	476	470	486	27.8	20.5	27.4	240	240	245
อุณหภูมิห้อง	300	124	148	15.1	11.6	19.9	222	218	220
ค่าความแตกต่าง	176	346	338	12.7	8.9	7.5	18	22	25

หมายเหตุ : วิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก (ศตอ.)

กองเกษตรเคมี

4.2.3.3 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเม็ดยอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา โดยวิธี A.O.A.C. (1990) โดยวิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเม็ดยอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง มีค่ามากขึ้นกว่าเม็ดยอมมะขามป้อมที่อายุการเก็บ 0 เดือน และเม็ดยอมมะขามป้อม ณ อุณหภูมิห้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าอุณหภูมิ 5 - 10°C แต่เม็ดยอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรนี้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อกรัม ส่วนค่าของยีสต์และราทั้ง 2 อุณหภูมิมีค่าไม่เกิน 100 โคโลนี/กรัม ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 17, 18

ตารางที่ 17 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเม็ดคอมมะขามป้อม 9 สูตร ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิที่เก็บ ผลิตภัณฑ์	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)								
	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 ปึก
อุณหภูมิ 5 - 10°C	120	180	80	90	100	160	80	150	110
อุณหภูมิห้อง	180	240	160	130	180	190	130	240	220
ค่าความแตกต่าง	60	60	80	40	80	30	50	90	110

หมายเหตุ : วิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ตารางที่ 18 จำนวนยีสต์และราของเม็ดคอมมะขามป้อม 9 สูตร ที่มีอายุการเก็บ 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิที่เก็บ ผลิตภัณฑ์	จำนวนยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)								
	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 ปึก
อุณหภูมิ 5-10°C	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
อุณหภูมิห้อง	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : วิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นทุนการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อม

4.3.1 ผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9

สูตร ได้แก่ มะขามป้อม, น้ำตาลไอซิ่ง, น้ำตาลทรายแดง, น้ำตาลปึก และน้ำผึ้ง ซึ่งในแต่ละสูตร ใช้ต้นทุนวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบไม่เท่ากัน ดังนี้

สูตรผง 1 เท่ากับ 145.05 บาท สูตรผง 2 เท่ากับ 157.05 บาท สูตรผง 3 เท่ากับ 147.05 บาท
สูตรดอง 1 เท่ากับ 111.86 บาท สูตรดอง 2 เท่ากับ 128.66 บาท สูตรดอง 3 เท่ากับ 114.66 บาท
สูตรน้ำ 1 เท่ากับ 157.50 บาท สูตรน้ำ 2 เท่ากับ 177.66 บาท สูตรน้ำ 3 เท่ากับ 160.86 บาท

4.3.2 ผลการศึกษาต้นทุนค่าแรงงานในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยคิดค่าแรงงานจากค่าแรงขั้นต่ำตามประกาศของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมในท้องถิ่น กรุงเทพมหานคร วันละ 162 บาท ประกาศ ณ เดือนกันยายน 2540 ในการทดลองครั้งนี้แต่ละสูตรมีการใช้แรงงานในการแกะเม็ด นำเข้าตู้อบ ค่ำบดให้ละเอียด ค่ำปั่นเป็นเม็ด ฉะนั้นผลิตภัณฑ์ทุกสูตรจะคิดค่าแรง 1 คน จำนวน 2 วัน คิดเป็นเงิน 108 บาทต่อ 1 สูตร

4.3.3 ผลการศึกษาต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร คิดจากการไฟฟ้านครหลวง กรุงเทพมหานคร 2.57 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า โดยคิดจากค่าเฉลี่ยค่าไฟฟ้าในขณะที่ทดลองจำนวน 3 เดือน สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในครั้งนี้มี 4 ชนิด คือ

- เครื่องสกัดน้ำมะขามป้อม คือ Imarflex IE 753 ขนาด 300 วัตต์
- เครื่องบดมะขามป้อมให้เป็นผง คือ Hammer Mill ขนาด 1,750 วัตต์
- เครื่องบดมะขามป้อมดองให้ละเอียด คือ Moulinex Type 719 ขนาด 250 วัตต์
- ตู้อบลมร้อน คือ Memmert TV 50 MI 648/31 ขนาด 2,280 วัตต์

ในการทดลองครั้งนี้ แต่ละสูตรคิดค่าไฟฟ้าต่างกัน ดังนี้

สูตรผง 3 สูตร ใช้เครื่องไฟฟ้า 2 ชนิด คือ เครื่องบดเป็นผงและตู้อบลมร้อน
รวมเวลา 27 ชั่วโมง 10 นาที รวมค่าไฟฟ้า เท่ากับ 54.77 บาท

สูตรดอง 3 สูตร ใช้เครื่องไฟฟ้า 2 ชนิด คือ เครื่องปั่นให้ละเอียดและตู้อบลมร้อน
รวมเวลา 17 ชั่วโมง 25 นาที รวมค่าไฟฟ้า เท่ากับ 33.31 บาท

สูตรน้ำ 3 สูตร ใช้เครื่องไฟฟ้า 2 ชนิด คือ เครื่องคั้นแยกกากและตู้อบลมร้อน
รวมเวลา 24 ชั่วโมง 30 นาที รวมค่าไฟฟ้า เท่ากับ 46.99 บาท

4.3.4 ผลการศึกษาต้นทุนค่าภาชนะบรรจุที่ใช้ในการบรรจุเม็ดคอมมะขามป้อม 9 สูตร คือ ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิด ต้นทุนขวดละ 1.50 บาท จำนวนทั้งหมด 40, 49, 54 ขวดต่อ 1 สูตร รวมเป็นเงิน 60, 73.50, 81 บาทต่อแต่ละสูตร ตามลำดับ ส่วนต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดของเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรต่อผลิตภัณฑ์ 1,000 กรัมพบว่าต้นทุนสูตรดองมีค่าน้อยที่สุดในช่วงเท่ากับ 133.33 - 140.19 บาท รองลงมาต้นทุนสูตรน้ำมีค่าในช่วงเท่ากับ 145.89 - 153.35 บาท และต้นทุนสูตรผงมีค่าเท่ากับ 183.99 - 189.91 บาทตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ต้นทุนทั้งหมดของการผลิตเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)								
	ผง			ดอง			น้ำ		
	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์ + น้ำผึ้ง	สูตร 2 ทราย แดง + น้ำผึ้ง	สูตร 3 ปึก + น้ำผึ้ง	สูตร 1 ไอซ์	สูตร 2 ทราย แดง	สูตร 3 ปึก
ค่าวัตถุดิบ มะขามป้อม	27.05	27.05	27.05	16.66	16.66	16.66	127.66	127.66	127.66
ค่าวัตถุดิบส่วน ประกอบ									
น้ำตาลไอซ์	18.00	-	-	25.20	-	-	30.24	-	-
น้ำตาลทรายแดง	-	30.00	-	-	42.00	-	-	50.40	-
น้ำตาลปึก	-	-	20.00	-	-	28.00	-	-	33.36
น้ำผึ้ง	100.00	100.00	100.00	70.00	70.00	70.00	-	-	-
ค่าแรงงาน	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00
ค่าไฟฟ้า	54.77	54.77	54.77	33.31	33.31	33.31	46.99	46.99	46.99
ค่าภาชนะบรรจุ (100 เม็ด)	60.00	60.00	60.00	73.50	73.50	73.50	81.00	81.00	81.00
ต้นทุนรวม	367.82	379.82	369.82	326.67	343.47	329.47	393.89	414.05	397.01
ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (กรัม)	2,000	2,000	2,000	2,450	2,450	2,450	2,700	2,700	2,700
ต้นทุนการผลิตต่อ ผลิตภัณฑ์ 1,000 กรัม	183.99	189.91	184.91	133.33	140.19	134.47	145.89	153.35	147.04

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตตามภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันช่วงเดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 2543 เป็นการประเมินต้นทุนในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีลักษณะการผลิตคล้าย อุตสาหกรรมครัวเรือน หากมีการผลิตในช่วงเวลาอื่น ต้นทุนอาจแปรผันตามภาวะเศรษฐกิจของสังคม

บทที่ 5

อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาเม็ดอมวิตามินซีโดยใช้สมุนไพรมะขามป้อม เริ่มต้นจากการคัดเลือกคุณภาพมะขามป้อม การเตรียมวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบ การแปรรูป การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิต จากนั้นทำการประเมินผลผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวม วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด บีสดี, รา และศึกษาอายุการเก็บรักษา 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 เกณฑ์การคัดเลือกผลมะขามป้อม

มะขามป้อมที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มาจากป่าเต็งรัง หมู่บ้านแม่วาก ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 มะขามป้อมที่ได้มี 3 ชนิด คือ ผลอ่อน ผลแก่ และผลแก่จัด นำมะขามป้อมทั้ง 3 ชนิด มาทำการคัดเลือกโดยการสังเกตตามหลักภูมิปัญญาชาวบ้าน และนำไปตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพโดยใช้การตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกพบว่า มะขามป้อมที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการแปรรูปและทำผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมมากที่สุด คือมะขามป้อมแก่จัด และมะขามป้อมแก่จัดที่มีคุณภาพดี จะมีสีเหลืองใสค่าเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 10Y 8.5/10 ผิวเรียบเนียน ผลใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 15 มม./ ผล ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 12.10 มม./ ผล น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 8.25 กรัม / ผล และความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 1513.90 กรัม/ ผล

ปริมาณวิตามินซีตรวจวิเคราะห์โดยวิธี HPLC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,029 มิลลิกรัม / 100 กรัม ซึ่งได้ปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับของกองโภชนาการ กรมอนามัย (2521) รายงานไว้ว่า ผลมะขามป้อมสดมีปริมาณวิตามินซี 267 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้แตกต่างกันนี้ อาจเนื่องมาจากการใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์วิตามินซีที่ต่างกัน มะขามป้อมที่นำมามีความแตกต่างกันในด้านพันธุ์มะขามป้อม อายุการเก็บเกี่ยว เวลาและแหล่งที่มาของวัตถุดิบ



5.2 การศึกษาการนำมะขามป้อมแก้จัดมาแปรรูป

การนำมะขามป้อมแก้จัดมาแปรรูป ก่อนเข้าสู่กระบวนการทำเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยแปรรูปเป็น 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง และน้ำมะขามป้อม เพื่อเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจากธรรมชาติของมะขามป้อมจะออกผลตามฤดูกาล และเพื่อช่วยให้ชาวบ้านในท้องถิ่นที่มีวัดฤดูบิ สามารถเก็บรักษามะขามป้อมไว้บริโภค หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้เป็นระยะเวลานาน จึงต้องทำการแปรรูปเสียก่อน กรรมวิธีที่เลือกเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก อุปกรณ์ที่ใช้ไม่ยุ่งยากสามารถผลิตได้ในครัวเรือน โดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันหลังจากการแปรรูปแล้ว ได้แก่ การทำให้แห้งเป็นผง จะมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากผงมะขามป้อมที่ผ่านการแปรรูป จะต้องถูกระเหยน้ำออกโดยเข้าสู่อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินซีน้อย ปริมาณวิตามินซีจึงยังคงเหลืออีกมาก เท่ากับ 2,161 มิลลิกรัม/100กรัม และเปอร์เซ็นต์ของผลผลิต (yield) จะเหลือน้อย ส่วนน้ำมะขามป้อมจะมีปริมาณวิตามินซีรองลงมา เท่ากับ 1,013 มิลลิกรัม/ 100กรัม อาจเนื่องจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ และการที่ถูกแสงจะทำให้วิตามินซีสลายได้ง่าย (15) และเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตจะเหลือน้อยเนื่องจากสูญเสียไปกับกากใยในกระบวนการแปรรูป ส่วนมะขามป้อมคองจะมีปริมาณวิตามินซีเหลือน้อยที่สุด เท่ากับ 503 มิลลิกรัม/100กรัม อาจเนื่องมาจากต้องผ่านกระบวนการคองในน้ำเกลือเป็นเวลา 20 วัน ทำให้สูญเสียวิตามินซีไปมากที่สุด (16) และเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ได้ จะเหลือน้อยที่สุด

5.3 การศึกษาอัตราส่วนผสมของเม็ดอมมะขามป้อม

ส่วนประกอบของเม็ดอมมะขามป้อมจะมีน้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึก และน้ำผึ้ง การวิจัยนี้เลือกน้ำตาล 3 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำตาลแต่ละชนิด และความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำตาลแต่ละตัว ส่วนน้ำผึ้งที่นำมาใช้ เพื่อประโยชน์ในการยึดเกาะของเม็ดอม รวมทั้งความหอมหวานของน้ำผึ้ง ยังช่วยให้รสชาติ กลิ่นของเม็ดอมมะขามป้อมดีขึ้นอีกด้วย อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเม็ดอมจากมะขามป้อมที่แปรรูปแล้ว มีอัตราส่วนต่างกัน คือ ผงมะขามป้อม : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 1 , มะขามป้อมคอง : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 0.5 และน้ำมะขามป้อม : น้ำตาล เท่ากับ 1 : 0.8 และการที่อัตราส่วนของน้ำผึ้งในสูตรเม็ดอมจากผงมะขามป้อม และมะขามป้อมคองไม่เท่ากัน เนื่องจากมะขามป้อมคอง ยังมีส่วนของน้ำเกลือเหลือ

อยู่ จึงต้องลดปริมาณน้ำผึ้งลง เพื่อให้สามารถปั้นเป็นเม็ดได้ ส่วนในสูตรเม็ดคอมจากน้ำมะขามป้อม จะไม่มีส่วนผสมของน้ำผึ้ง เพราะจะทำให้ส่วนผสมเหลวเกินไป ไม่สามารถปั้นเป็นเม็ดคอมได้เช่นกัน สำหรับอัตราส่วนที่ได้ข้างต้น หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงสูตรหลายครั้ง และผ่านการทดสอบ ชิมทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคแล้ว เป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภคพึงพอใจและให้การยอมรับ

5.4 การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ในด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวมจากผู้ทดสอบชิม 3 กลุ่มอายุ คือ อายุ 13 - 15 ปี, อายุ 16 - 20 ปี และอายุ 25 ปีขึ้นไป สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

ด้านสี เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ในผู้ทดสอบชิมทั้ง 3 กลุ่มอายุพบว่า สูตรรองที่ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก รองลงมาคือสูตรน้ำที่ 1 และสูตรผงทั้ง 3 สูตร ได้คะแนนการยอมรับน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร โดยสูตรรองที่ 1 จะมีส่วนผสมของเกลือ ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้สีคงตัว (15) และยังมีส่วนผสมของน้ำตาลไอซิ่ง ซึ่งทำมาจากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ จึงทำให้เม็ดคอมสูตรรองที่ 1 มีสีเหลืองอ่อน สวย เป็นที่พอใจของผู้ทดสอบ ส่วนสูตรผงทั้ง 3 สูตร ได้รับความคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด อาจเนื่องจากเม็ดคอม 3 สูตรนี้มีสีน้ำตาล เนื่องจากผงมะขามป้อมต้องผ่านกระบวนการอบในการผลิตหลายครั้ง ผงมะขามป้อม และผลิตภัณฑ์เม็ดคอมจึงมีสีเข้มทำให้ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร

ด้านกลิ่น เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร ในผู้ทดสอบชิมทั้ง 3 กลุ่มอายุ พบว่าสูตรรองที่ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด และสูตรรอง 3 มีคะแนนการยอมรับได้ในกลุ่มอายุ 13 - 15 ปี โดยให้คะแนนความชอบทั้ง 2 สูตรในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เนื่องจากคุณสมบัติของเกลือจะช่วยเน้นกลิ่นมะขามป้อม และกลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ เช่น น้ำตาล น้ำผึ้ง ให้เด่นชัดขึ้น (15) โดยเฉพาะสูตรรองมีน้ำตาลไอซิ่ง ซึ่งจะช่วยให้ได้กลิ่นหอมของมะขามป้อมเด่นชัดกว่าสูตรที่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลปึก เพราะน้ำตาลทั้ง 2 จะไปกลบกลิ่นหอมของมะขามป้อม

ด้านรสชาติ เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเม็ดคอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 3 กลุ่มอายุชอบสูตรรองที่ 1, 2 และ 3 เท่ากัน ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง ยกเว้น กลุ่มอายุ 25 ปีขึ้นไป จะชอบสูตรรองที่ 1 มากที่สุด แสดงให้เห็น

ว่าสูตรคองที่ 1, 2, 3 มีรสชาติเปรี้ยว เค็ม หวาน พอเหมาะ เนื่องจากสูตรคองมีส่วนผสมของเกลือ น้ำผึ้ง น้ำตาล ทำให้กลบความฝาดของมะขามป้อมมากกว่าสูตรอื่น ๆ

ด้านการละลายในปาก เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านการละลายในปากของเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่า สูตรคองที่ 1, 2, 3 ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด ในระดับเลข ๑ ถึงชอบปานกลาง และกลุ่มอายุ 25 ปีขึ้นไป จะชอบสูตรคองที่ 1 และที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากสูตรคองทั้ง 3 นั้น เนื้อมะขามป้อมจะนุ่ม ละลายในปากได้ดี ส่วนสูตรผงไม่ได้รับการยอมรับเท่าที่ควร เนื่องจากผงมะขามป้อมทำให้เกิดการระคายคอ และสูตรน้ำมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวเกินไป เมื่ออม แล้วจะเหนียวหนืดติดฟัน จึงไม่ได้รับการยอมรับเท่าที่ควร

ด้านความชอบรวม เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่าสูตรคองที่ 1, 2, 3 ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุด ในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ในทั้ง 3 กลุ่มอายุ เนื่องจากสูตรคองมีสีสวย รสชาติกลมกล่อม กลิ่นหอม และมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่ระคายคอ

5.5 ปริมาณวิตามินซีของเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร

ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์เม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวิตามินซีเริ่มต้นหลังการแปรรูปโดยไม่คิดการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิตเป็นเม็คมะขามป้อมในสูตรผงคอง และน้ำมีค่าเท่ากับ 7.30, 0.86 และ 8.50 มิลลิกรัม / 1 เม็ด ส่วนค่าหลังจากเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็คมะขามป้อมแล้วปริมาณวิตามินซีลดลงเท่ากับ 2.41, 0.25 และ 1.43 มิลลิกรัม / 1 เม็ดตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเกิดการสูญเสียวิตามินซีไปเป็นจำนวนมากในขั้นตอนการทำเม็ด อาทิเช่นจากการถูกแสง และความชื้นในอากาศขณะปั่นเป็นเม็ด และจากการที่ทุกสูตรต้องผ่านการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน เนื่องจากคนเราต้องการปริมาณวิตามินซีประมาณ 60 มิลลิกรัมต่อวัน (14) และโดยทั่วไปเราจะรับประทานอาหารประเภทลูกอม ลูกกวาดได้ครั้งละ 6 กรัมต่อ 1 หน่วยบริโภคดังนั้นเม็คมะขามป้อมสูตรผงจะให้ปริมาณวิตามินซีเพียง 2.92 มิลลิกรัมต่อวัน ฉะนั้นร่างกายจึงควรได้รับวิตามินซีจากแหล่งอื่นๆด้วยจึงจะเพียงพอ

5.6 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของเม็คมะขามป้อม

การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยทำการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ ยีสต์และราเล็กน้อย ซึ่งอาจ

มาจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ, จากส่วนประกอบอื่น และมีการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิต แต่จำนวนที่พบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราไม่ต่ำกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการบริโภคผลิตภัณฑ์นี้

5.7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็คมะขามป้อม

จากการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรที่อายุการเก็บ 1 เดือน อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง เก็บใส่ภาชนะปิดสนิท พบว่าลักษณะทางกายภาพของเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรเปลี่ยนไปเล็กน้อย คือเม็คมะขามจะมีสีเข้มขึ้น กลิ่นและรสชาติของมะขามป้อมจะลดลง เม็คมะขามจะเริ่มเกาะติดกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากความชื้นในอากาศ ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลและออกซิเจน เม็คมะขามป้อมจึงมีลักษณะเปลี่ยนไป ส่วนปริมาณวิตามินซีของเม็คมะขามจะมีค่าลดลงจากเดิม โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะลดลงมากกว่าอุณหภูมิ 5 - 10°C อาจเป็นเพราะที่อุณหภูมิห้องมีการสลายตัวของวิตามินซีได้ง่ายกว่าที่เก็บไว้ในตู้เย็น (12) ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่ต่ำกว่าเดิมเล็กน้อย แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แสดงว่าเม็คมะขามป้อมสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลา 1 เดือน

5.8 ความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิต

จากการศึกษากระบวนการผลิตเม็คมะขามป้อมและต้นทุนการผลิตเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร พบว่าขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน อุปกรณ์หาได้ง่าย วัตถุดิบราคาไม่สูงมากนัก วิธีการทำให้เลือกหลายวิธี โดยเฉพาะต้นทุนการผลิตต่อ 1 เม็คมะขามป้อมจากมะขามป้อมคองมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด รองลงมาเป็นเม็คมะขามจากน้ำมะขามป้อมและเม็คมะขามจากผงมะขามป้อม มีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 0.14, 0.15 และ 0.19 บาท / 1 เม็คมะขามป้อม ตามลำดับ โดยเม็คมะขามจากผงมะขามป้อมมีต้นทุนการผลิตมากที่สุด อาจเป็นเพราะระหว่างกระบวนการแปรรูป จำเป็นจะต้องมีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนหลายครั้ง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า และค่าแรงงานสูงกว่าสูตรอื่น แต่จะเห็นว่าต้นทุนการผลิตเม็คมะขามป้อมทั้ง 9 สูตรนั้น ต้นทุนของวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบราคาจะไม่สูงมาก แต่ราคาที่ค่อนข้างสูงคือค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าและค่าแรงงาน ฉะนั้นถ้าต้องการลดต้นทุนการผลิตทั้งหมดลงอีก ควรทำโดยการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากขึ้นในขณะที่เวลา ค่าไฟฟ้า และค่าแรงงาน ยังคงเท่าเดิม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เม็คมะขามป้อมนี้ สามารถพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรมใน

ครัวเรือนได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเป็นที่พอใจของผู้บริโภค และมีวิตามินซีอีกด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ฉันทรา (24) พบว่าต้นทุนการผลิตทุนการผลิตเท่ากับ 0.30 บาทต่อ 1 เม็ด ซึ่งมีราคาสูงกว่าเม็ดคอมมะขามป้อมทุกสูตร อาจเนื่องมาจากขอมสมุนไพรนี้มีกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้เครื่องมือที่ทันสมัยและและต้นทุนวัตถุดิบส่วนประกอบที่มีราคาแพง จึงทำให้ขอมสมุนไพรนี้มีราคาสูงตามไปด้วย

จากผลการศึกษาทดลองผลิตเม็ดคอมสมุนไพรมะขามป้อมในครั้งนี้ ทำให้เราสามารถมีทางเลือกในการบริโภคเม็ดคอมมะขามป้อม คือ ถ้าเราต้องการบริโภคเม็ดคอมมะขามป้อมเพื่อให้ได้รสชาติที่ดีที่พอใจ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพื่อความเพลิดเพลิน แต่มีวิตามินซีน้อย เราควรเลือกบริโภคเม็ดคอมที่ทำมาจากมะขามป้อมคอง และถ้าต้องการบริโภคเม็ดคอมมะขามป้อมที่มีวิตามินซีสูงขึ้น มีรสชาติ และได้รับการยอมรับของผู้บริโภครองลงมา เราควรเลือกเม็ดคอมมะขามป้อมที่ทำมาจากผงมะขามป้อม

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการพัฒนาเม็ดอมวิตามินซีโดยใช้สมุนไพรมะขามป้อม เริ่มต้นจากการคัดเลือกคุณภาพมะขามป้อม การเตรียมวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบ การแปรรูป การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิต จากนั้นทำการประเมินผลผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมทั้ง 9 สูตร โดยการทดสอบผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส ตรวจวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และศึกษาอายุการเก็บรักษา 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10 °C และอุณหภูมิห้อง สรุปได้ ดังนี้

มะขามป้อมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ มะขามป้อมจากอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพันธุ์ผลใหญ่ ผลแก่จัด สีเปลือกและเนื้อมีสีเหลืองใส ค่าเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 10 Y8.5/10 น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 8.25 กรัม / ผล ความแน่นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,513.90 กรัม / ผล ปริมาณวิตามินซีจากการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,029 มิลลิกรัม/100 กรัม มะขามป้อมแก่จัดที่คัดเลือกแล้วนำมาแปรรูปเป็น 3 แบบ คือ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคองและน้ำมะขามป้อม จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเม็ดอมมะขามป้อมทั้งหมด 9 สูตร มีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบและวัตถุดิบส่วนประกอบที่ต่างกัน หลังจากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายในด้าน สี กลิ่น รสชาติ การละลายในปาก และความชอบรวม พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมสูตรคองที่ 1 มากที่สุด ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก ผลิตภัณฑ์เม็ดอมสูตรคองที่ 1 มีอัตราส่วนผสมของมะขามป้อมคอง : น้ำตาลไอซิ่ง : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 0.5 ผลิตภัณฑ์เม็ดอมมีรูปทรงกลมหนัก 0.5 กรัม/ 1 เม็ด สีเหลืองใส มีกลิ่นหอมของมะขามป้อม รสชาติกลมกล่อมเปรี้ยว เค็ม หวานพอเหมาะ เนื้อสัมผัสนุ่ม ละลายในปากได้ดี ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อ 1 เม็ด ส่วนสูตรผงได้รับการยอมรับรองลงมา ในระดับความชอบเลย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย อัตราส่วนผสมของผงมะขามป้อม : น้ำตาล : น้ำผึ้ง เท่ากับ 1 : 2 : 1 ปริมาณวิตามินซีสูงสุดเท่ากับ 2.41 มิลลิกรัมต่อ 1 เม็ดและสูตรน้ำ ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย อัตราส่วนผสมของน้ำมะขามป้อม : น้ำตาล เท่ากับ 1 : 0.8 ปริมาณวิตามินซีรองจากสูตรผงมีค่าเท่ากับ 1.43 มิลลิกรัมต่อ 1 เม็ด จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่เกินเกณฑ์

มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (31) การเก็บรักษาเมล็ดอมทั้ง 9 สูตร ใน ภาชนะปิดสนิท 1 เดือน ณ อุณหภูมิ 5 - 10°C และอุณหภูมิห้อง พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยน ไป มีสีเข้มขึ้น กลิ่นของมะขามป้อม น้ำตาล น้ำผึ้ง ลดลง เมล็ดอมมีการยึดเกาะติดกัน ปริมาณ วิตามินซีลดน้อยลง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิห้อง ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ไม่เกิน เกณฑ์มาตรฐาน (31) ส่วนต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 1,000 กรัม สูตรดองมีต้นทุนต่ำที่สุด รองลงมาคือ สูตรน้ำและสูตรผง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 135.99, 148.76 และ 186.27 บาท ตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

6.2.1 สามารถนำสมุนไพรภายในประเทศที่มีคุณค่าและไม่ได้รับความสนใจ ให้กลับมาเป็น ที่นิยม โดยนำมาบริโภคโดยตรง หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

6.2.2 สามารถเพิ่มมูลค่าของมะขามป้อมซึ่งเป็นพืชสมุนไพร มีราคาถูก นำมาพัฒนาเป็น ผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อมในรูปแบบต่างๆ ให้มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีปริมาณวิตามินซีสูง

6.2.3 สามารถพัฒนาการผลิตเม็ดอมมะขามป้อมจากระดับห้องปฏิบัติการ เข้าสู่การผลิตใน ระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน

6.2.4 เพื่อส่งเสริมแหล่งที่มีมะขามป้อมเป็นจำนวนมาก ให้เห็นคุณค่าและคุณประโยชน์ ของวัตถุดิบในท้องถิ่น

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อเนื่องครั้งต่อไป

6.3.1 ควรศึกษาวิจัยมะขามป้อมในช่วงฤดูกาลที่เหมาะสม เพื่อจะได้มะขามป้อมแก่จัดที่ สมบูรณ์ มีปริมาณวิตามินซีสูงสุด และสามารถลดต้นทุนการผลิต

6.3.2 นำสิ่งที่เหลือใช้จากกระบวนการแปรรูป คือ เมล็ดและกากของมะขามป้อม นำไปใช้ เพื่อให้เกิดคุณประโยชน์มากที่สุดและสามารถเพิ่มมูลค่าได้อีกด้วย

6.3.3 ควรมีการพัฒนาสูตรเม็ดอมจากผงมะขามป้อมซึ่งให้ปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด โดยการ ใช้สารหรือสมุนไพรที่ช่วยลดความฝาดมาผสม เพื่อให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

6.3.4 ควรควบคุมระหว่างกระบวนการศึกษาวิจัยทุกขั้นตอน เพื่อให้ปริมาณวิตามินซีได้รับ การสูญเสียน้อยที่สุด

6.3.5 ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากมะขามป้อมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มี วิตามินซีสูง

รายการอ้างอิง

1. สถาบันการแพทยแผนไทย กรมการแพทย. สมุนไพรและการแพทยแผนไทยตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย; 2540.
2. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. รายงานประจำปี สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ปีงบประมาณ 2537. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก; 2538.
3. เพียว เหมือนวงศ์ญาติ. สมุนไพร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2523.
4. กรมอนามัย. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย 100 กรัม: กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ; 2521.
5. กองส่งเสริมเทคโนโลยี. เทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ กรุงเทพฯ; 2539.
6. รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และคณะ. สมุนไพรไทยที่ควรรู้. กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด; 2539.
7. สมจิตร พงศ์พาน และสุภาพ ภูประเสริฐ. พืชกินได้และพืชมีพิษในป่าเมืองไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2539.
8. ประสพชัย นามลาพุทธา. ประโยชน์ทางอ้อมของทรัพยากรป่าไม้ เอกสารคำสอนวิชา ENID 500 เรื่องทรัพยากรป่าไม้ และนิเวศวิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2540.
9. สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้. เนื้อที่ป่าไม้ สถิติการป่าไม้ ของประเทศไทย ปี 2536. กรุงเทพฯ: บริษัททีพีพีพรินท์ จำกัด; 2536.
10. พร้อมจิต ศรีลัมพ์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล และอาทร ร้วไพบูลย์. สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์ พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด; 2535.
11. ถีนาน ผู้พัฒนพงศ์และรัชชัย วงศ์ประเสริฐ. สมุนไพรไทย ตอนที่ 5. กรุงเทพฯ: พิมพ์ที่ฝ่ายพฤกษศาสตร์ป่าไม้กองบำรุง กรมป่าไม้; 2530.
12. สมทรง เลขะกุล. ชีวิตเคมีของวิตามิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศุภนิชการพิมพ์; 2543.
13. เพียงใจ สาตธรักัน. โภชนศาสตร์พื้นฐาน. ขอนแก่น: ภาควิชาโภชนศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2540.
14. สิริพันธ์ จุลกรังคะ. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2542.

15. ศรีสมร คงพันธุ์. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พรินต์ติ้งจำกัด; 2535.
16. โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร. สมุนไพร. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2524.
17. วิทย์ เทียงบุญธรรม. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. กรุงเทพฯ: โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์; 2531.
18. เข็นจิตร เดชะดำรงสิน และทวีผล เดชาดิวงค์ ณ อยุธยา. มาตรฐานทางเคมีของผลไม้ขามป้อม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2540 ; 39 : 11-21.
19. วรณดี แต้โสดิกุล. การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชสมุนไพรที่ใช้ลดความดันโลหิต. เชียงใหม่เภสัชสาร. 2538 ; 4 : 23-30.
20. นุชจริย์ ทวีกุล และอัจฉริยา ช่วยเจริญ. โครงการพิเศษการหาปริมาณวิตามินซีในส่วนเปลือกของผักและผลไม้โดยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตริก. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2538.
21. กิตติยา ทรงศิริพันธ์ และวราภรณ์ บุรพาชีพ. โครงการพิเศษการวิเคราะห์ตรวจหาวิตามินซีในผลไม้. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2527.
22. จุฑาพร ภัทรศักดิ์ และต้องใจ ผุดผ่อง. โครงการพิเศษการพัฒนาคำรับยาเม็ดจากน้ำสมุนไพร. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2539.
23. อัญชลี จินตพัฒน์กิจและอุณาโลม เขียบแหลม. โครงการพิเศษการพัฒนาคำรับลูกอมแก้ไอสมุนไพรไทย. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2541.
24. ฉันทรา พูนศิริ. การพัฒนาขอมจากสมุนไพรไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์เกษตร]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2537.
25. อัมพร ชสแสง. การศึกษาการผลิตลูกอมสมุนไพรฟ้าทะลายโจร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2542.
26. วรดานุช วิเศษสรโรจ และเสาวภา บุญวัฒนาโชค. การศึกษาการผลิตลูกอมสมุนไพรจากขิง. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2535.
27. ศรีศักดิ์ คงเมืองและสุรัช ชวลิตานนท์. โครงการพิเศษคำรับลูกอมแต่งรสและกลิ่นด้วยสมุนไพร. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2531.
28. Moledina , K.H. and Flink , J.M. Determination of ascorbic acid in plant food products by high performance liquid chromatography. J. lebensm. Wiss. Technol, 1982; 15(6)

29. A.O.A.C. 1990 Official Methods of Analysis. 15th ed, The Association of Official Analytical Chemical Chemists : Washington D.C. ; 1990.
30. โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง. สมุนไพรชาวบ้าน. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ ประพันธ์สาส์น จำกัด; 2539.
31. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 121 - 158 (สำเนา). ห้องสมุดสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กรุงเทพฯ; 2543.
32. พยอม ตันติวัฒน์. สมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2521.
33. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สยามไภษัชยพฤกษ์ ภูมิปัญญาของชาติ. กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด; 2538.
34. วรนนท์ ศุกพิพัฒน์. อาหาร โภชนาการ และสารเป็นพิษ. กรุงเทพฯ : แสงการพิมพ์ ; 2538.
35. วันดี กฤษณพันธ์. สมุนไพรน่ารู้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2541.
36. สมพร หิรัญรามเดช. สมุนไพรใกล้ตัว พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2525.
37. สถาบันการแพทย์แผนไทย. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. ชุมชนแพทย์แผนไทยและสมุนไพรแห่งชาติ ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ; 2540.
38. สมาคมป่าไม้แห่งประเทศไทย. ไม้และของป่าบางชนิดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นานอักษรการพิมพ์; 2527.
39. สำลี ใจดี และคณะ. การใช้สมุนไพรเล่ม 1. โครงการพัฒนาเทคนิคการทำยาสมุนไพร. กรุงเทพฯ: บริษัทสารมวลชน จำกัด; 2522.
40. Machlin L.J. Handbook of Vitamins nutritional, biochemical, and clinical aspect. New York Marcel Dekker ; 1984.
41. Bjorn land T, Schumacher T. Compilation of ethnobotanical data I: Brun V , Schumacher T. Traditional herbal medicine in Northern Thailand. California : University of California Press ; 1987.



ตารางที่ 20 ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมอ่อนโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	วัดขนาด		วัดน้ำหนัก (กรัม)	วัดสี	วัดความแน่นเนื้อ	
	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.ม.)	ส่วนสูง (ม.ม.)			แรงกด (กรัม)	ระยะทาง (ม.ม.)
1	11	9	4.34	5GY7/10	1101.05	2.56
2	11.5	9	3.73	5GY7/12	1161.37	2.01
3	11.5	9.5	3.83	5GY7/10	1216.85	1.72
4	11	9.5	4.25	5GY7/8	1348.91	1.62
5	11	9.5	4.39	5GY7/8	1479.37	2.08
6	11	9.5	4.01	5GY7/12	1113.45	1.28
7	10.5	9	4.06	5GY7/10	1039.07	1.28
8	11	9	3.97	5GY7/12	1238.05	2.66
9	10	9.5	3.83	5GY7/8	1303.90	2.76
10	11.5	9.5	4.31	5GY7/10	1430.90	2.83
ค่าเฉลี่ย	11	9.3	4.07	5GY7/10	1243.29	2.08

หมายเหตุ : ตรวจวัดที่สถาบันราชภัฏสวนดุสิต เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2543

ตารางที่ 21 ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมแก่โดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	วัดขนาด		วัดน้ำหนัก (กรัม)	วัดสี	วัดความแน่นเนื้อ	
	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.ม.)	ส่วนสูง (ม.ม.)			แรงกด (กรัม)	ระยะทาง (ม.ม.)
1	13	10	6.20	2.5GY 7/8	1380.73	1.71
2	12	10	6.27	2.5GY 7/10	1378.21	1.46
3	12	10.5	6.90	2.5GY 7/10	1257.24	1.32
4	12.5	9.5	5.67	2.5GY 7/12	1441.60	1.58
5	13.5	10	5.59	2.5GY 7/10	1481.46	1.31
6	13	10	6.43	2.5GY 7/10	1399.11	1.80
7	12.5	10.5	6.41	2.5GY 7/8	1229.45	1.28
8	13	10	6.12	2.5GY 7/12	1753.70	1.57
9	12	10	5.98	2.5GY 7/10	1308.19	1.70
10	11.5	9.5	6.05	2.5GY 7/10	1458.71	1.45
ค่าเฉลี่ย	12.5	10	6.16	2.5GY 7/10	1408.84	1.51

หมายเหตุ : ตรวจวัดที่สถาบันราชภัฏสวนดุสิต เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2543

ตารางที่ 22 ผลการตรวจวัดผลมะขามป้อมที่แก้จัดโดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	วัดขนาด		วัดน้ำหนัก (กรัม)	วัดสี	วัดความแน่นเนื้อ	
	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.ม.)	ส่วนสูง (ม.ม.)			แรงกด (กรัม)	ระยะทาง (ม.ม.)
1	15	12.5	8.40	10Y 8.5/10	1732.31	1.38
2	14	11	7.91	10Y 8.5/12	1569.57	1.67
3	15	13	8.59	10Y 8.5/8	1526.39	1.68
4	14.5	11	8.01	10Y 8.5/10	1452.35	1.58
5	15	11.5	8.65	10Y 8.5/10	1331.35	1.20
6	15	12.5	8.14	10Y 8.5/10	1459.91	1.18
7	15.5	12.5	8.27	10Y 8.5/12	1742.33	1.19
8	15.5	12	7.90	10Y 8.5/10	1644.83	1.16
9	15	13	8.26	10Y 8.5/10	1256.53	1.18
10	15.5	12	8.41	10Y 8.5/10	1423.43	1.17
ค่าเฉลี่ย	15	12.1	8.25	10Y8.5/10	1513.90	1.34

หมายเหตุ : ตรวจวัดที่สถาบันราชภัฏสวนดุสิต เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2543



แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์เมล็ดอมสมุนไพรมะขามป้อม

เมล็ดอมสมุนไพรนี้เป็นเมล็ดอมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำตาล สมุนไพรที่เป็นส่วนประกอบได้แก่ มะขามป้อม แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาวพรวดี พิศาลस्थ्यดิกรรม นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรมหาวิทยาลัยมหิดล ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้และจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น

ขอขอบคุณ

พรวดี พิศาลस्थ्यดิกรรม

แบบทดสอบการชิม
ผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะขามป้อม

ชื่อ..... นามสกุล อายุ เพศ

วันที่ประเมิน เดือน พ.ศ. เวลา

หมายเลขผู้ทดสอบ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างครั้งละ 1 สูตร โดยอมไว้ 2 นาที แล้วแสดงความคิดเห็นตามความรู้สึกที่แท้จริง และกรุณาคัดมน้ำตามทุกครั้งหลังจากชิมแต่ละสูตร และให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 9 = ชอบมากที่สุด (like extremely) | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly) |
| 8 = ชอบมาก (like very much) | 3 = ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately) |
| 7 = ชอบปานกลาง (like moderately) | 2 = ไม่ชอบมาก (dislike very much) |
| 6 = ชอบเล็กน้อย (like slightly) | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely) |
| 5 = เฉย ๆ (neither like nor dislike) | |

รหัส	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....
การละลายในปาก	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในวงเล็บหน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ () 10-15 ปี () 16-20 ปี
() 21-25 ปี () 25ปีขึ้นไป
3. สถานภาพปัจจุบัน () มัธยมศึกษาตอนต้น () ครู/ อาจารย์
() มัธยมศึกษาตอนปลาย () อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)
4. ท่านเคยรับประทานเม็ดยาที่มีส่วนผสมของสมุนไพรมาก่อนหรือไม่
() เคย () ไม่เคย
5. ท่านชอบรับประทานเม็ดยาสมุนไพรหรือไม่
() ชอบ () ไม่ชอบ () เฉยๆ
6. ท่านรับประทานเม็ดยาจากสมุนไพรเท่าไร
() ทุกวัน () น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์
() 1 ครั้ง/สัปดาห์ () 2-3 ครั้ง/สัปดาห์
7. เม็ดยาสมุนไพรที่ท่านเคยซื้อมีชื่อใด (ตอบได้มากกว่า 1 ชื่อ)
() ลูกอมสมุนไพรโคล่า () ลูกอมชอล์กรสมะนาว
() เม็ดยาลูกกลอนรสมะนาว () ยาอมสตรีปชิลรสผลไม้
() ลูกอมแอคส์รสผลไม้ () อื่นๆ (โปรดระบุ.....)
8. ท่านคิดว่าเม็ดยาสมุนไพรควรมีรสชาติอย่างไร
() รสเค็ม () รสหวาน () รสเปรี้ยว () รสหวานผสมรสเค็ม () อื่นๆ(โปรดระบุ



ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทางด้านการยอมรับในผลิตภัณฑ์เม็ดอมสมุนไพร
จากมะขามป้อม โดยแบ่งกลุ่มผู้ทดสอบชิมเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13-15 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน

จำนวนผู้ทดสอบชิมทั้งสิ้น 270 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลายในปากและความชอบรวม ด้วยวิธี 9 - Point hedonic scale ที่ระดับคะแนน 1 - 9 ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD คะแนนที่ได้จากการทดสอบนำมาหาค่าความแปรปรวนโดยใช้ตาราง ANOVA ทดสอบหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เม็ดอมแต่ละสูตร โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิงอายุ 13 - 15 ปี

ANOVA ด้านสี กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	490	6	2.84**
TREATMENT (T)	8	162	20	10.48**
ERROR	712	1378	2	
TOTAL	809	2030		

CV = 21.7%

** = significant at 1% level

ANOVA ด้านกลิ่น กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	434	5	2.02**
TREATMENT (T)	8	25	3	1.27ns
ERROR	712	1717	2	
TOTAL	809	2176		

CV = 26.2%

** = significant at 1% level; ns = not significant

ANOVA ด้านรสชาติ กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	538	6	1.99**
TREATMENT (T)	8	856	107	35.23**
ERROR	712	2162	3	
TOTAL	809	3555		
CV =	30.7%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านการละลายในปาก กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	544	6	2.18**
TREATMENT (T)	8	296	37	13.18**
ERROR	712	2001	3	
TOTAL	809	2841		
CV =	31.0%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านความชอบรวม กลุ่มที่ 1 เพศชายและหญิง อายุ 13 - 15 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	429	5	1.93**
TREATMENT (T)	8	428	53	21.47**
ERROR	712	1773	2	
TOTAL	809	2630		
CV =	25.8%			
** =	significant at 1% level			

กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16 - 20 ปี

ANOVA ด้านสี กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	979	11	6.25**
TREATMENT (T)	8	372	47	26.41**
ERROR	712	1254	2	
TOTAL	809	2604		

CV = 23.2%

** = significant at 1% level

ANOVA ด้านกลิ่น กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	732	8	4.72**
TREATMENT (T)	8	82	10	5.86**
ERROR	712	1239	2	
TOTAL	809	2052		

CV = 23.9%

** = significant at 1% level

ANOVA ด้านรสชาติ กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	980	11	4.03**
TREATMENT (T)	8	960	120	43.91**
ERROR	712	1945	3	
TOTAL	809	3884		

CV = 33.4%

** = significant at 1% level

ANOVA ด้านการละลายในปาก กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	1053	12	5.39**
TREATMENT (T)	8	458	57	26.11**
ERROR	712	1562	2	
TOTAL	809	3072		
CV =	31.4%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านความชอบรวม กลุ่มที่ 2 เพศชายและหญิง อายุ 16-20 ปี

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	1055	12	5.64**
TREATMENT (T)	8	631	79	37.50**
ERROR	712	1498	2	
TOTAL	809	3183		
CV =	27.0%			
** =	significant at 1% level			

กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

ANOVA ด้านสี กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	595	7	4.01**
TREATMENT (T)	8	59	7	4.39**
ERROR	712	1187	2	
TOTAL	809	1841		
CV =	20.2%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านกลิ่น กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	474.883951	5.335775	2.92**
TREATMENT (T)	8	25.795062	3.224383	1.76ns
ERROR	712	1302.871605	1.829876	
TOTAL	809	1803.550617		
CV =	23.7%			
** =	significant at 1% level;	ns =	not significant	

ANOVA ด้านรสชาติ กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	812	9	4.39**
TREATMENT (T)	8	79	10	4.73**
ERROR	712	1479	2	
TOTAL	809	2370		
CV =	25.9%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านการละลายในปาก กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

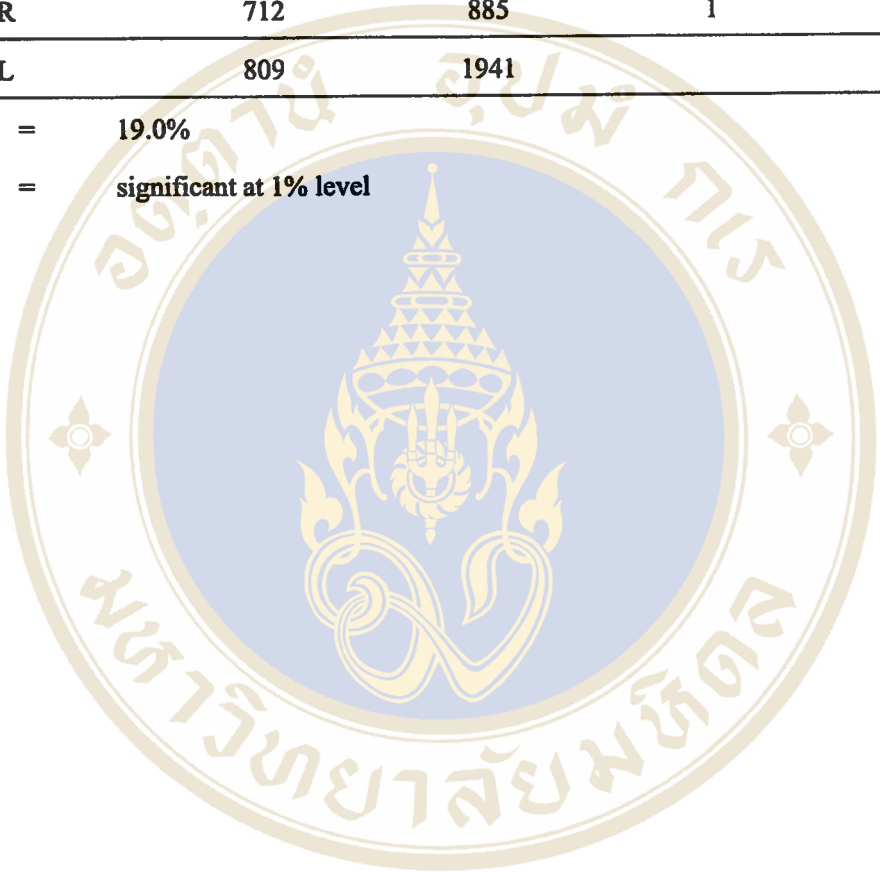
SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	562	6	3.37**
TREATMENT (T)	8	196	24	13.06**
ERROR	712	1333	2	
TOTAL	809	2091		
CV =	25.8%			
** =	significant at 1% level			

ANOVA ด้านความชอบรวม กลุ่มที่ 3 เพศชายและหญิง อายุ 25 ปีขึ้นไป

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	89	922	10	8.34**
TREATMENT (T)	8	134	17	13.44**
ERROR	712	885	1	
TOTAL	809	1941		

CV = 19.0%

** = significant at 1% level







กองงานครุภัณฑ์
กรมวิชาการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์ : 5797550
โทรสาร : (662) 5615034

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออก (ศตอ.)

หน้า 1/1

รายงานผลการวิเคราะห์

ผู้ส่งตัวอย่าง	คุณพรวิทย์ ทิศาตสุขศิริกรม	หมายเลขวิเคราะห์	CP.No.423-429/43
ที่อยู่	24/60 ม.5 อ.พิบูลสงคราม ต.สวนใหญ่ อ.เมือง นนทบุรี 11000	วันที่รับตัวอย่าง	20 มีนาคม 2543
โทรศัพท์ :	5261609	โทรสาร :	-
ชนิดและลักษณะของตัวอย่าง	ผงมะขามป้อม, มะขามป้อมคอง, น้ำมะขามป้อม, มะขามป้อมอัดเม็ด, มะขามป้อมสดลูกเล็ก, มะขามป้อมสดลูกใหญ่สีเขียว, มะขามป้อมสดลูกใหญ่สีเหลือง.	วิธีการรับตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ	---
สภาพตัวอย่างเมื่อได้รับ	บรรจุในภาชนะปิดสนิท	วิธีทดสอบ	HPLC

รายงานผลการวิเคราะห์

CP.No.	ชนิดตัวอย่าง	Vitamin C (mg/100g)
423/43	ผงมะขามป้อม	2161
424/43	มะขามป้อมคอง	503
425/43	น้ำมะขามป้อม	1013
426/43	มะขามป้อมอัดเม็ด	1932
427/43	มะขามป้อมสดลูกเล็ก	896
428/43	มะขามป้อมสดลูกใหญ่สีเขียว	900
429/43	มะขามป้อมสดลูกใหญ่สีเหลือง	1029

ผลการวิเคราะห์รับรอง เฉพาะตัวอย่างที่ส่งมานเท่านั้น
ห้ามนำไปโฆษณาเพื่อการค้าใดๆ ทั้งสิ้น

ข้อคิดเห็นของผู้วิเคราะห์

รายงานที่ 6043
วันที่รายงาน 7 เมษายน 2543

ผู้วิเคราะห์
หัวหน้า
ผู้อำนวยการกอง
(นางนันทน์ รัตนธรรม) 10 เม.ย. 43
ผู้อำนวยการกองเกษตรเคมี



กองเภสัชกรรม
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เขตคู่มือ กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ : 5797550
โทรสาร : (662) 5615034

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออก (ศคอ.)

หน้า 1/1

รายงานผลการวิเคราะห์

ผู้ส่งตัวอย่าง คุณพรวิ ศิลาสถยคิกรรรม	หมายเลขวิเคราะห์ CP.No. 2342-2347/43
ที่อยู่ 24/60 ม.5 ถ.พุดสงคราม ต.สวนใหญ่ อ.เมือง นนทบุรี 11000	วันที่รับตัวอย่าง 28 สิงหาคม 2543
โทรศัพท์ : 5261609 โทรสาร : —	วันที่วิเคราะห์ 28 สิงหาคม 2543
ชนิดและลักษณะของตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์มะขามป้อม	วิธีการส่งตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ —
สภาพตัวอย่างเมื่อได้รับ บรรจุในภาชนะพลาสติก	วิธีทดสอบ HPLC

รายงานผลการวิเคราะห์

CP.No.	ชนิดตัวอย่าง	Vitamin C (mg/100g)
2342/43	1. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	481
2343/43	2. ผงมะขามป้อม + ไอซิ่ง	437
2344/43	3. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	478
2345/43	4. มะขามป้อมคอง + น้ำตาลปึก	51.9
2346/43	5. มะขามป้อมคอง + ไอซิ่ง	44.9
2347/43	6. มะขามป้อมคอง + น้ำตาลทรายแดง	34.6

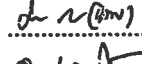
ผลการวิเคราะห์นี้รับรอง เฉพาะตัวอย่างที่ส่งมาเท่านั้น
ห้ามนำไปโฆษณาเพื่อการใดๆ ทั้งสิ้น

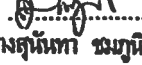
ข้อคิดเห็นของผู้วิเคราะห์

รายงานที่ 170/43

วันที่รายงาน 12 กันยายน 2543

 ผู้วิเคราะห์

 หัวหน้า

 ผู้อำนวยการกอง
(นางสุนันทา ชุมภูนิช) 14.9.43

นักวิทยาศาสตร์ 8 รักษาการแทน

ผู้อำนวยการกองเภสัชกรรม



กองเกษตรเคมี
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ : 5797550
โทรสาร : (662) 5615034

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออก (ศตอ.)

หน้า 1/1

รายงานผลการวิเคราะห์

ผู้ส่งตัวอย่าง คุณพรวิ พิศาลสุขศิริกรม	หมายเลขวิเคราะห์ CP.No.2372-2377/43
ที่อยู่ 24/60 ม.5 อ.พิบูลสงคราม ต.สวนใหญ่ อ.เมือง นนทบุรี 11000	วันที่รับตัวอย่าง 4 กันยายน 2543
โทรศัพท์ : 5261609 โทรสาร : —	วันที่วิเคราะห์ 4 กันยายน 2543
ชนิดและลักษณะของตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์มะขามป้อม	วิธีการส่งตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ —
สภาพตัวอย่างเมื่อได้รับ บรรจุในภาชนะถุงพลาสติก	วิธีทดสอบ HPLC

รายงานผลวิเคราะห์

CP.No.	ชนิดตัวอย่าง	Vitamin C (mg/100g)
2372/43	1. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	265
2373/43	2. น้ำมะขามป้อม + ไอซิ่ง	210
2374/43	3. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	247

ผลการวิเคราะห์นี้รับรอง เฉพาะกำลังกำลังส่งมานี้เท่านั้น
ห้ามนำไปโฆษณาเพื่อการกีดกันใด ๆ ทั้งสิ้น

ชื่อเกิดเห็นของผู้วิเคราะห์

รายงานที่ 171/43

วันที่รายงาน 12 กันยายน 2543

ผู้วิเคราะห์

หัวหน้า

ผู้อำนวยการกอง
(นางสุนันทา ชนบุญ) 14 ก.ค. 43

นักวิทยาศาสตร์ 8 วิชาการเกษตรแทน

ผู้อำนวยการกอง



กองเภสัชกรรม
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์ : 5797550
โทรสาร : (662) 5615034

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออก (ศตอ.)

หน้า 1/1

รายงานผลการวิเคราะห์

ผู้ส่งตัวอย่าง	คุณพรวิดี พิศาลสฤณศิริกรรม	หมายเลขวิเคราะห์	CP.No.2833-2838/43
ที่อยู่	24/60 ม.5 ถ.พืสสงคราม ต.สวนใหญ่ อ.เมือง นนทบุรี 11000	วันที่รับตัวอย่าง	31 ตุลาคม 2543
โทรศัพท์	5261609	โทรสาร	—
ชนิดและลักษณะของตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์มะขามป้อม	วันที่วิเคราะห์	31 ตุลาคม 2543
		วิธีการส่งตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ	—
สภาพตัวอย่างเมื่อได้รับ	บรรจุในภาชนะพลาสติก	วิธีทดสอบ	High performance Liquid Chromatography

รายงานผลการวิเคราะห์

CP.No.	ชนิดตัวอย่าง	Vitamin C (mg/100g)
2833/43	1. ผงมะขามป้อม + ไอซ์	476
2834/43	2. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	470
2835/43	3. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	486
2836/43	4. มะขามป้อมคอง+ไอซ์	27.8
2837/43	5. มะขามป้อมคอง+น้ำตาลทรายแดง	20.5
2838/43	6. มะขามป้อมคอง+น้ำตาลปึก	27.4

ผลการวิเคราะห์ได้รับรอง เกณฑ์ตัวอย่างส่งมาแทน
ห้ามนำไปโฆษณาเพื่อการค้าใดๆ ทั้งสิ้น

ข้อคิดเห็นของผู้วิเคราะห์

รายงานที่ 199/43

วันที่รายงาน 9 พฤศจิกายน 2543

.....ผู้วิเคราะห์

.....หัวหน้า

.....ผู้อำนวยการกอง
(นางสุนันทา ชมภูนิช)

นักวิทยาศาสตร์ 8 รักษาการแทน
ผู้อำนวยการกองเภสัชกรรม



กองเกษครเคมี
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เขตคูคต กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ : 5797550
โทรสาร : (662) 5615034

ศูนย์ตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตร
เพื่อการส่งออก (ศตอ.)

หน้า 1/1

รายงานผลการวิเคราะห์

ผู้ส่งตัวอย่าง คุณพรวิ ทิศาตฤณศิริกรม	หมายเลขวิเคราะห์ CP.No. 2857-2868/43
ที่อยู่ 24/60 ม.5 ถ.พิบูลสงคราม ต.สวนใหญ่ อ.เมือง นนทบุรี 11000	วันที่รับตัวอย่าง 2 พฤศจิกายน 2543
โทรศัพท์ : 5261609 โทรสาร : —	วันที่วิเคราะห์ 2 พฤศจิกายน 2543
ชนิดและลักษณะของตัวอย่าง ผลไม้มะขามป้อม	วิธีการส่งตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ —
สภาพตัวอย่างเมื่อได้รับ บรรจุในภาชนะถุงพลาสติก	วิธีทดสอบ High Performance Liquid Chromatography

รายงานผลการวิเคราะห์

CP.No.	ชนิดตัวอย่าง	Vitamin C (mg/100g)
2857/43	1. น้ำมะขามป้อม + ไอซิ่ง	240
2858/43	2. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	240
2859/43	3. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	245
2860/43	4. ผงมะขามป้อม + ไอซิ่ง	300
2861/43	5. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	124
2862/43	6. ผงมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	148
2863/43	7. มะขามป้อมคอง + ไอซิ่ง	15.1
2864/43	8. มะขามป้อมคอง + น้ำตาลทรายแดง	11.6
2865/43	9. มะขามป้อมคอง + น้ำตาลปึก	19.9
2866/43	10. น้ำมะขามป้อม + ไอซิ่ง	222
2867/43	11. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลทรายแดง	218
2868/43	12. น้ำมะขามป้อม + น้ำตาลปึก	220

ผลการวิเคราะห์ที่รับรอง เฉพาะตัวอย่างที่ส่งมาเท่านั้น

ข้อคิดเห็นของผู้วิเคราะห์ ห้ามนำไปโฆษณาเพื่อการค้าใดๆ ทั้งสิ้น

รายงานที่ 198/43

วันที่รายงาน 9 พฤศจิกายน 2543

.....ผู้วิเคราะห์

.....หัวหน้า

.....ผู้อำนวยการกอง
(นางสุนันท์ ชื่นชื่น)

นักวิทยาศาสตร์ 8 รักษาการแทน
ผู้อำนวยการกองเกษตรเคมี 10 พ. ๖๔3

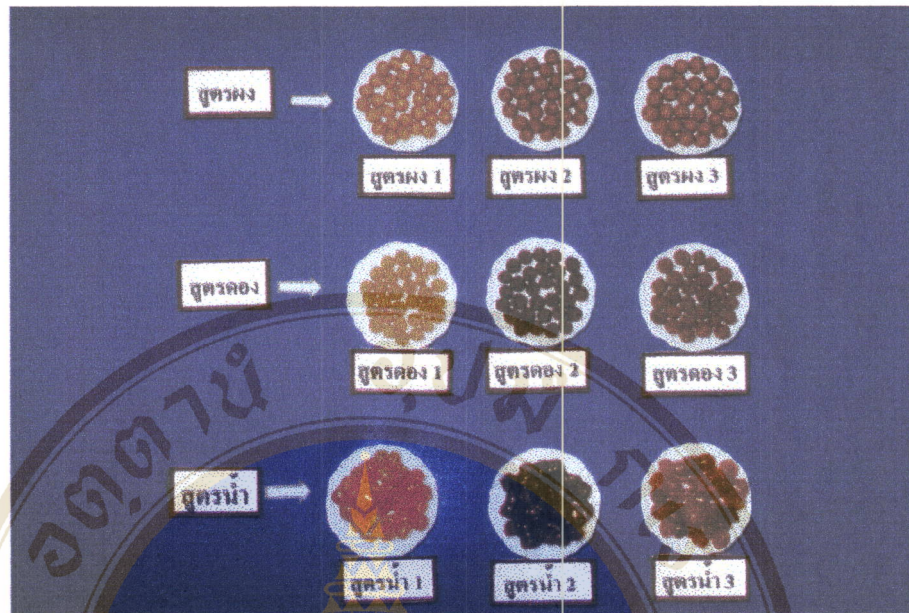




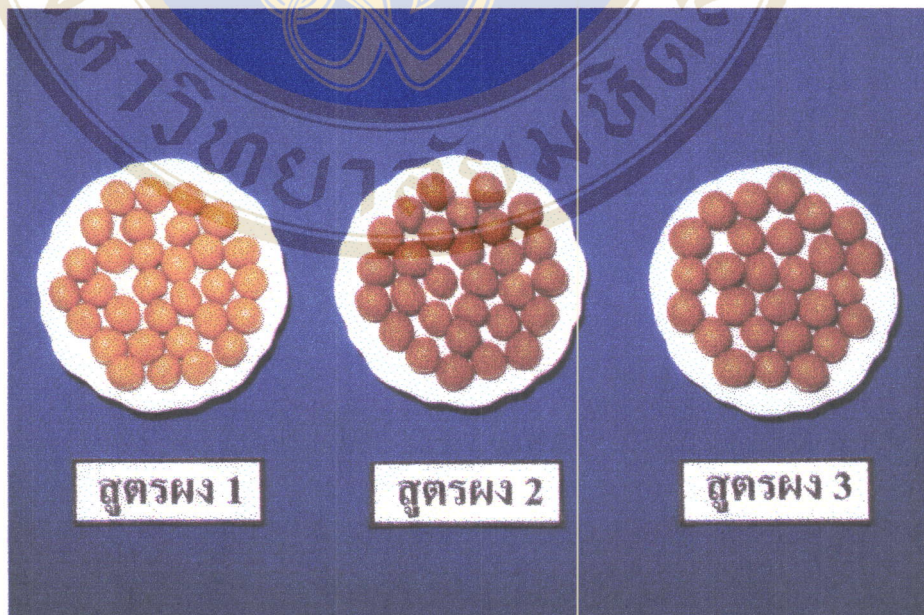
ภาพที่ 10 การคัดเลือกมะขามป้อมออกเป็น 3 ชนิด คือ ผลอ่อน ผลแก่ และผลแก่จัด



ภาพที่ 11 มะขามป้อมหลังการแปรรูป 3 แบบ ผงมะขามป้อม มะขามป้อมคอง น้ำมะขามป้อม



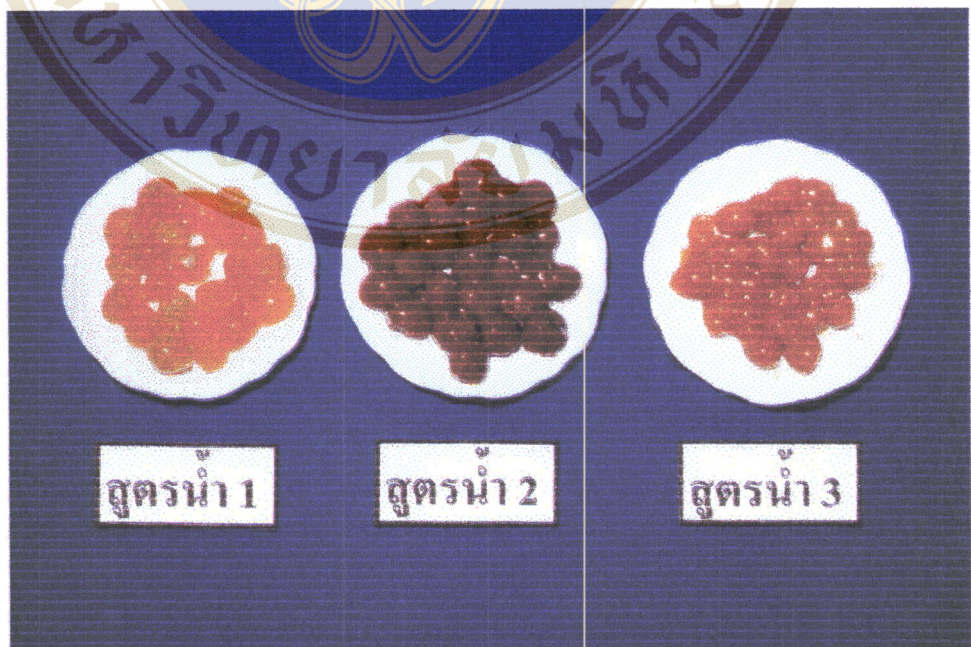
ภาพที่ 12 เม็ดอมมะขามป้อมทั้งหมด 9 สูตร



ภาพที่ 13 เม็ดอมมะขามป้อมจากผงมะขามป้อม 3 สูตร



ภาพที่ 14 เม็ดอมมะขามป้อมจากมะขามป้อมคอง 3 สูตร



ภาพที่ 15 เม็ดอมมะขามป้อมจากน้ำมะขามป้อม 3 สูตร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวพรวิดี พิศาลสฤณดิกรกรม
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤษภาคม 2508
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	วิทยาลัยบรมราชชนนีกรุงเทพ, พ.ศ.2527 - 2531 พยาบาลศาสตร์และผดุงครรภ์ชั้นสูง มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2540 - 2543 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์) สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	พ.ศ. 2531 - 2541 พยาบาลวิชาชีพ 6 ห้องผ่าตัด โรงพยาบาลราชวิถี พ.ศ. 2541 - ปัจจุบัน พยาบาลวิชาชีพ 7 ห้องผ่าตัด โรงพยาบาลโรคทรวงอก

EXECUTIVE SUMMARY

4036909 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT ; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : *PHYLLANTHUS EMBLICA* /PILL / VITAMIN C

PORNVADDEE PISANSALHIDIKAM : FEASIBILITY STUDY ON DEVELOPMENT OF A VITAMIN C PILL FROM *PHYLLANTHUS EMBLICA* LINN. THESIS ADVISORS : SOMPONG THONGCHAI, M.Sc., RUNGRAVI TEMSIRIRIRKKUL, M.Sc. (PHARMACY), ANADI NITITHAMYONG, Ph.D., 110 p. ISBN 974 -665-214-1

ABSTRACT

The objective of this study was to develop vitamin C pills from *Phyllanthus emblica* fruits. Physical properties and vitamin C content of the fruits were determined and used as selective factors for suitable raw material. The fruits were then processed into three products : *Phyllanthus emblica* powder, *Phyllanthus emblica* pickle and, *Phyllanthus emblica* juice, to use as raw materials for the pills. Other ingredients: icing sugar, brown sugar, palm sugar and honey were added at various concentrations yielding nine formulas. The resulting pills were then analyzed for vitamin C content, microbiological quality yeast and mold counts and consumer acceptance. The results of one month storage at 5 -10⁰C and at room temperature were also studied.

Results showed that the nine - formula pills were accepted differently ($p \leq 0.05$). The pill from pickle formula 1, which was light yellow in color and well-balanced in sweet, sour and salt qualities, was the most accepted. It contained 0.15 mg.

of vitamin C per pill. The second most accepted pill was that from the powder formula 3 which had the highest vitamin C content of 2.41 mg. per pill. The juice formula pill 3 was the least accepted with 1.43 mg. of vitamin C per pill. Total plate, yeast and mold counts of the pills were within the regulation limits. The pills stored in air-tight containers for one month at 5-10 °C and at room temperature changed in physical properties. The colour of all pills was darkened. The aromas of *Phyllanthus emblica*, sugar and honey decreased in all 9 formulas. The pills became sticky and vitamin C content decreased, especially in those stored at room temperature. However, the total plate count as well as yeast and mold counts were still within the regulation limits. The production costs of 1,000 g. pills from pickle formulas, juice formulas and powder formulas were 135.99 , 148.76 and 186.27 baht, respectively.

INTRODUCTION

Phyllanthus emblica is a type of herbs in the family of Eupharbiaceae. It has different traditional such as Emblic Myabalan or Malacca tree. Its scientific name is of course *Phyllanthus emblica* Linn. It is a small to medium tree, its height is approximately 8 -12 meters. For the leaves, It has a light green colour, the shape of the leaves is similar to those of the birds feather. Its flowers are closed together forming a bunch with a greenish - yellow colour. For the fruits part, its fruits are rounded and rather densed, the diameter is around 1.2 - 2.0 cm. The younger fruits are green in colour whereas the older ones are yellow. The fruits can of cause be eaten , it has a sour with a little sweet taste. *Phyllanthus emblica* can be grown by using the methods of plant, the reproductive period is between October - March. It can be found staying together as a group in Mixed deciduous forest and other ordinary Dry dipterocarp forest. But mostly it is found in the North - East or the North part of the country. *Phyllanthus emblica* is a herb that has many useful properties, most importantly it has an especially

higher concentration of vitamin C than other types of herbs. Vitamin C helps to prevent scurvy, helps to improve the immune system, involves in the bone and teeth production as well as strengthening the veins and arteries in the body. From the above advantages, this leads to a deeper investigation into the study of *Phyllanthus emblica*. This type of herb is converted into a pill so that it is more convenient to consume, storage and to transport. But since *Phyllanthus emblica* will only give fruits in certain seasons therefore it is necessary to convert it primarily to other forms so that it can be stored for a longer period of time. Such primary convention methods include drying to a powder form, *Phyllanthus emblica* pickle and extraction of only the juice. After this stage, it will be processed further to compact into the form of pills.

RESEARCH OBJECTIVES

1. To study the physical properties and setting a criteria for the selection of, *Phyllanthus emblica* as the raw material.
2. To investigate, analyze, design, checking as well as to compare the different methods of producing the pills by using *Phyllanthus emblica* as the raw material.
3. To research more about the possibility of the production methods and the costs involved in the production of *Phyllanthus emblica* pills at the laboratory level and have well the consumers accept the product.

RESEARCH METHOD

The study that was conducted was in the form of an experimental research. Ripe *Phyllanthus emblica* were taken from Maevark Village, Mae - Na - Jon tumbol , Mae - Jaem Auphur, Chiang-Mai province as the raw material ready to be converted

into 3 types namely, *Phyllanthus emblica* powder, *Phyllanthus emblica* pickle and in the form of its juice before being further compacted into a pill form, altogether there were a kinds of formula for *Phyllanthus emblica* pills. The raw materials for the other ingredients were icing sugar, brown sugar, palm sugar and honey. For each type of the formula, the properties for the ingredients varied from one another;

Powder formula 1, 2, 3 use proportion of *Phyllanthus emblica* powder : sugar : honey = 1:2:1

Pickle formula 1, 2, 3 use proportion of *Phyllanthus emblica* pickle : sugar : honey = 1:2:0.5

Juice formula 1, 2, 3 use proportion of *Phyllanthus emblica* juice : sugar = 1:0.8

After that all 9 kinds of the pills were tested to ensure the quality of the products. The analysis included the measuring of the amount of vitamin C contained in each pill, a quality check concerning the amount of the microorganisms, the study to test the consumers sensory systems which were colour, smell, taste, dissolving in the mouth and the overall likeness to see how each person reacted to each type of the pill. Altogether the experiment involved 270 tasters, dividing the tasters into 3 groups, each group consisted of 30 people, carried at 3 repetitions, each repetition required 90 people. By sensory evaluation, *Phyllanthus emblica* pills were tested on a 9 - Point hedonic scales. The variance of scores was calculated by using ANOVA. The statistical difference between samples was computed by DMRT (Duncan 's New Multiple Range Test) at 95 % confidence level. The shelf - life of *Phyllanthus emblica* pills was studied by keeping at the temperature of 5 - 10°C and at the room temperature for 1 month as show figure 1.

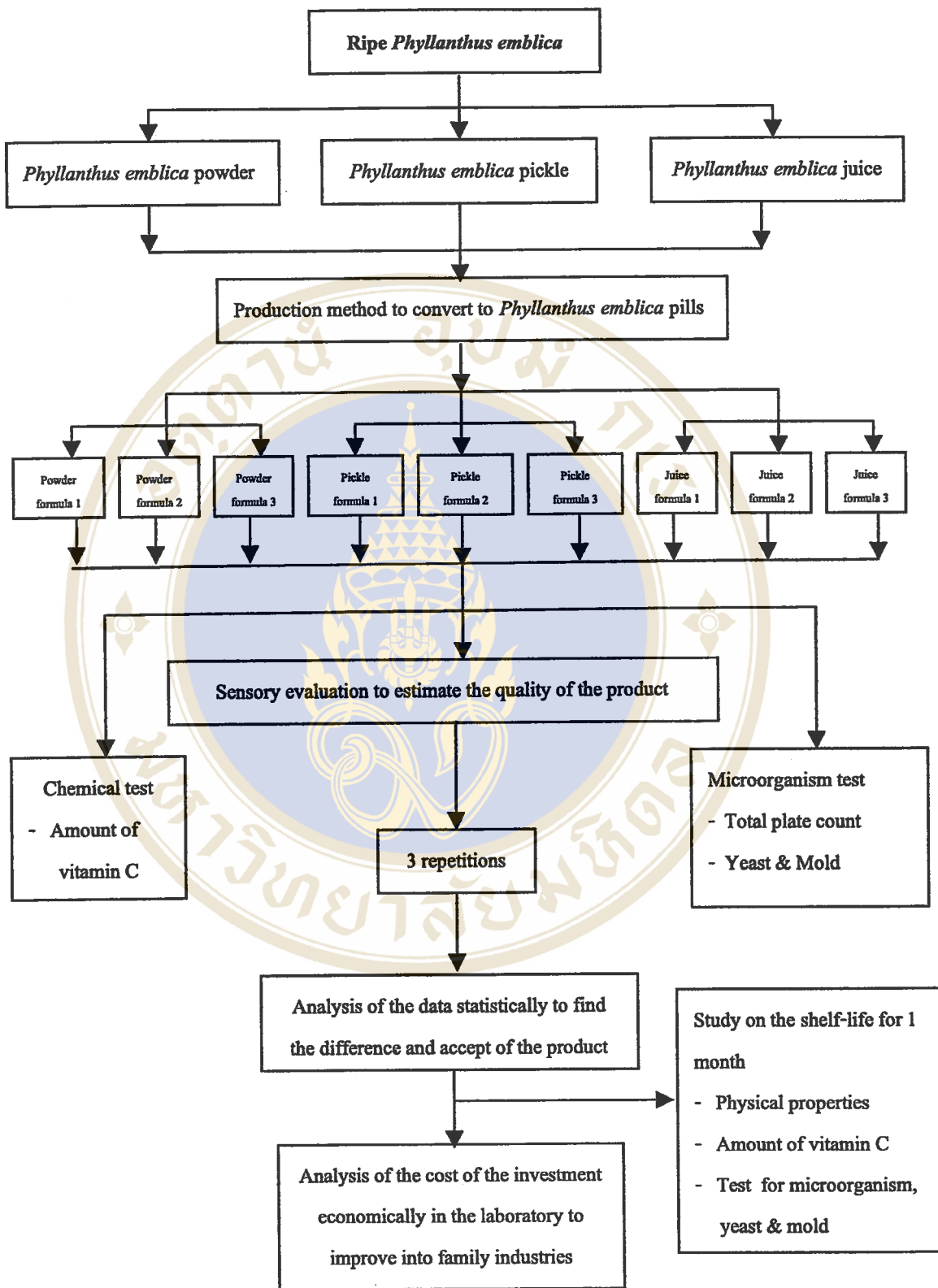


Figure 1. Reserch plan to show the method of product *Phyllanthus emblica* pills

RESULTS AND DISCUSSION

1. Criteria used in selecting *Phyllanthus emblica*

Phyllanthus emblica that was used in this experiment came from a Dry dipterocarp forest in Maevark, Mae-Na-Jon tumbol, Mae-Jaem Amphur, Chiang-Mai province during the month of July 2000. There were 3 types of *Phyllanthus emblica* obtained which were young, ripe and extremely ripe *Phyllanthus emblica*. The three types of *Phyllanthus emblica* were chosen using the observation method of the local people. The herb was then tested for the physical properties using a scientific method to build up a criteria for the selection. It was founded that the appropriate kind of *Phyllanthus emblica* that should be used in the convention into pills form should be those that were extremely ripe. A perfect quality *Phyllanthus emblica* that were very old should be clear yellow in colour with an average of 10Y 8.5/10 smooth surface, big fruit with a diameter of 15 mm., the height should be 12.1 mm., weight equaled to 8.25 grams and the density of the flesh should be 1513.90 grams.

2. The study of how to convert the ripe *Phyllanthus emblica* into other forms

There are 3 methods of converting the extremely ripe *Phyllanthus emblica* Linn into other forms before it could be processed further into the pill form hang a kinds of formulas. The mentioned 3 methods were powdering of *Phyllanthus emblica*, *Phyllanthus emblica* pickle, and lastly to collect its juice. These 3 methods had to be carried at in order to stop the growth of the microorganisms. Due to the fact that by nature *Phyllanthus emblica* would give its fruits during a certain season and to help the local people to be able to keep their raw materials for eating or turning them into other

products in the long run , the 3 preservation methods mentioned above had to be used. All of the 3 methods mentioned were easy to conduct , convenient , and the equipments required were not complicated. Each of the method had different advantages and disadvantages. Powdering of *Phyllanthus emblica* would give the highest amount of vitamin C. The reason for this being could be because *Phyllanthus emblica* powder had to be dried by evaporation in the hot air chamber at 50°C which was considered as a low temperature there fore allowing only a little loss of the vitamin C causing a large amount of it to be retained , approximately equaled to 2,161 milligrams/100 grams and there would be a little yield of the product left. For *Phyllanthus emblica* juice, the amount of the vitamin C it contained was lower than the powder type , about 1,013 milligrams/100 grams.

3. The study of the proportions of the ingredients used in making a formulas of *Phyllanthus emblica* pills.

The other ingredients used in producing *Phyllanthus emblica* pills were icing sugar, brown sugar, palm sugar and honey. This research chose three types of sugar so that the properties or the characteristics of the sugar could be compared against the other types. Also the level of acceptance by the consumers on each type of the sugar could be compared. The purpose of the honey used was to allow a better sticking between the pills. Also the sweetness of the honey would help to improve the taste as well as the smell of *Phyllanthus emblica*. The proportions of the ingredients used in producing the pills were different for each type.

The reason that the proportion of the honey used in the powder and the pickle formula was different was because the pickle type still had some salt water left so the amount of honey used had to be reduced so that it could be shaped into pills form. As for the juice formula, there was no honey added at all to prevent the mixture from

becoming too soft which would cause some difficulties in turning into form of the pills. The proportions of the three formulas shown above had been adjusted many times and passed the consumers sensory systems test. The proportions used here therefore had been proved to be acceptable to the consumers.

4. The study concerning the acceptability of the sensory systems of the consumers.

The study of the acceptability of the sensory systems of the consumers on the 9 types of *Phyllanthus emblica* pills involved with colour, smell, taste, how much it dissolved in the mouth and the overall likeness. The test was carried out concerning with 3 age groups which were 13-15 years old, 16-20 years old and 25 years old or above. The results obtained could be discussed as follows ;

Colour When considering the scores of the acceptability of the sensory systems of the consumers on the colour of the pills. According to the questionnaires from the three age groups, it could be seen that the pickle formula 1 was the most accepted. The second most accepted type was the juice formula 1. All three types of the powder formula were accepted the least by the consumers. This could be due to the different methods of production for each type of the formula. For the pickle formula 1, it contained some salt in the mixture so it had a property of retaining its colour (15) and it also had some sugar icing which was extracted from a pure white sugar so this caused this type of the formula to have a light and beautiful yellow colour which was of course pleasing to the testers. Whereas all three types of the powder formula were accepted the least due to the fact that these three types had a brown colour. This brown colour was caused by the exposure to the heat many times during the production process so these three types were not quite preferable.

Smell When considering the scores of the acceptability of the sensory systems of the consumers on the smell of the pills. For the 3 age groups, it had been found that the pickle formula 1 was accepted the most and for the pickle formula 3, it was accepted mainly by the 13-15 years old age group. This was because the salty property would help to enhance the smell of *Phyllanthus emblica* as well as the smell of the other ingredients such as sugar and honey. Also the pickle formula contained the icing sugar which contributed to the enhancement of the smell of *Phyllanthus emblica* too. But for the other formulas that contained the other types of sugar the smell from the brown sugar or palm would interfere with the smell of *Phyllanthus emblica*.

Taste When considering the scores of the acceptability of the sensory systems of the consumers on the taste of the pills. It had been found that all 3 age groups preferred the pickle formula 1, 2 and 3 equally except for the “25 years or above” age group which were attracted to the pickle formula 1 more than the others. So this should that the pickle formula 1, 2 and 3 had an adequate sour, salty and sweet taste. This was due to the fact that the pickle formula contained a mixture of salt, honey and sugar so this helped to suppress the bitter taste from *Phyllanthus emblica* better than the other formulas.

Dissolving in the mouth When considering the scores of the acceptability of the sensory systems of the consumers on how well the pill dissolved in the mouth. It was found that the pickle formula 1, 2 and 3 were accepted the most. For the age group of “25 years old or above”, they preferred the pickle formula 1 and 3 more. This was because for the pickle formula, the texture of *Phyllanthus emblica* pill as rather soft and well dissolved in the mouth. The powder formula was hardly accepted because the powder of the *Phyllanthus emblica* irritated the throat of the consumers. As for the juice formula, the texture of the *Phyllanthus emblica* was too smooth and soft so it would stick to the teeth of the consumers therefore it was not well accepted.

Overall likeness When considering the scores of the acceptability of the sensory systems of the consumers on the overall likeness of the pills. It was found that the pickle formula 1, 2 and 3 were accepted the most at the level of for all 3 age groups. The reason for this being was because the pickle formula had a pleasant colour, taste, smell as well as having a soft texture of *Phyllanthus emblica* pill which was not irritating to the throat.

5. Amount of vitamin C contained in all nine formulas of *Phyllanthus emblica* pills.

The amount of vitamin C contained in all nine formulas of *Phyllanthus emblica* before being compacted into pills were 7.30, 0.86 and 8.50 milligrams /1 pill for powder , pickle and juice formulas respectively. But after went through the process of compaction into pills, the amounts of vitamin C decreased to 2.41, 0.25 and 1.43 milligrams /1 pills respectively. This showed that the process involved in making the pills caused a severe lost of the vitamin C. Such a lost could had occurred from the exposure to sunlight or the moisture in the air while rolling into pills and also from using the hot air chamber to dry *Phyllanthus emblica*. Since the humans body required about 60 milligrams per day of vitamin C and normally one could eat the candy type of food at about 6 grams per 1 unit of consumption therefore the powder formula of the *Phyllanthus emblica* pill would give only 2.92 milligrams / day of vitamin C. So it was advisable that the body should receive the vitamin C from other sources as well to meet the standard of demand.

6. Microbiological quality of *Phyllanthus emblica* pills.

In the study of the microbiological quality, the total amounts of the microorganisms, yeast and mold in the products were investigated and measured for all a kinds of the formulas. It had been found that there was a very little evidence of the microorganisms, yeast or mold. This could be from the microorganisms that normally already existed in the nature, from other ingredients or by contamination during the production process. Nevertheless the amounts found in the samples were still below the standard level which was, total amount of the microorganisms not more than 100 colonies per grams, the amount of yeast and mold below 10 colonies per grams. The study helped the consumers to be confident that the products were safe to eat.

7. Storage of the all 9 formulas of *Phyllanthus emblica* pills.

From the study concerning the shelf-life of the pills at a storage period of 1 month at the temperature of 5-10°C and at the room temperature kept in a closed container. It had been found that after 1 month the physical properties of the pills were altered a little namely the pills turned into a darker colour, The smell and taste of the pills decreased in intensity , the pills started to be stuck together due to the moisture in the air which caused a chemical reaction between sugar and oxygen causing a change of *Phyllanthus emblica* pills physical. The amount of vitamin C contained in the pills also decreased. The reduction of the vitamin C level was more severe at the room temperature than at the temperature of 5-10°C. This could be because at the room temperature the vitamin C decomposed easier than as if it was kept in a refrigerator. The amount of the total microorganisms, yeast and mold increased a little but still was not above the standard level. This proved that *Phyllanthus emblica* pills could be stored for the period of 1 month.

8. An analysis on the probability of the production processes and



investment costs of the production.

From the study of the costs of investment for the a formula of the pills, it shared that the investment costs for each type of the formula was different from one another. The production costs of 1,000 g. pills from pickle formulas, juice formulas and powder formulas were 135.99, 148.76 and 186.27 baht, respectively. The study showed that *Phyllanthus emblica* pills that were made from pickle had the lowest cost, the second lowest was the juice formula and the most expensive was the powder formula. The reason that the powder formula of the pills had the high cost of production was because during the convention process it needed to be air dried by using a hot air chamber many times so this involved the cost of the electricity and the cost of laboratory more than the other kinds of formulas. But it could be seen that for a formulas of the pills, the costs of the raw materials or the raw ingredients were not so high but mostly the expensive parts of the production were the cost of the electricity and the cost of laboratory. Therefore if one wished to lower the investment cost one had to increase the production rate because the time , the cost of the electricity and the cost of laboratory were still the same. Therefore the production of *Phyllanthus emblica* pills could be applied to family industries to help to increase the prize of the products.

From the results of this experimental reserch, it helped the consumers to choose *Phyllanthus emblica* pill more wisely This ment that consumers that if one wished to consumer *Phyllanthus emblica* pill for pleasure and not caring much about the amount of vitamin C they contained then one should had chosen the pills that were made from pickle. But if one took the vitamin C factor into consideration before consuming *Phyllanthus emblica* pill then the pill that were made from the powder formula should be chosen because they contained more vitamin C but the taste was not as good as *Phyllanthus emblica* pickle.