การใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง ในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

The Usage of Anthocyanin in Extracted from Roselle Calyx in Carbonated Roselle Juice

ธันวา สมปานวัง

Thunwa Sompanwang

เจษฎา เส็งสมุทร

Jasada Sangsamut

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

ชื่อโครงงานพิเศษ	การใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส
ชื่อ นามสกุล	ธันวา สมปานวัง
	เจษฎา เส็งสมุทร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง)

..... กรรมการ

(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชื่อโครงงานพิเศษ การใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส
ชื่อ นามสกุล ธันวา สมปานวัง
เจษฎา เส็งสมุทร
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโซไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด จากนั้นศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ซึ่งจากการทดลอง พบว่า กรรมวิธีการสกัดสารแอนโซไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสม คือ วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนสุญญากาศ ซึ่งกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 201.46 ± 0.15 มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร โดยระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่ 45 นาที เป็นระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ซึ่งมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 229.87 ± 0.08 มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร เมื่อนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส (10 ^{o}Brix) มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน สูงที่สุด คือ 49.70 ± 0.07 มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร สำหรับระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ได้แก่ 12 ^{o}Brix ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.21 ± 0.00 และปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 52.70 ± 0.08 มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร จากนั้นศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่อุณหภูมิ 5±2 และ30±2 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าสีแดง (a^{*}) ค่าสีเหลือง (b^{*}) ค่าpH และปริมาณสารแอนโทไซยานินในน้ำผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความสว่าง (L^{*}) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มอีโคไล ยีสต์รา ซาลโมเนลลา และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทที่ได้กำหนดไว้ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส ได้อย่างน้อย 8 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ และเมื่อนำมาศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ผู้บริโภคให้การยอมรับ 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: สารแอนโทไซยานิน, กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง, น้ำอัดแก๊ส

กิตติกรรมประกาศ

คณะทดลองขอขอบพระคุณ อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำในระหว่างการดำเนินโครงงานพิเศษ ตลอดจนให้คำปรึกษาตรวจสอบแก้ไขปัญหาต่างๆ เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและสำเร็จลุล่วงไปดี ขอขอบพระคุณ อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และอาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร กรรมการที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา และแนะนำในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขโครงงานพิเศษให้เสร็จสมบูรณ์ คณะทดลองมีความซาบซึ้งในบุญคุณของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ช่วยแนะนำ และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆแก่คณะผู้จัดทำ ซึ่งเป็นรากฐานอย่างดีในการค้นคว้า แก้ไขเพื่อให้โครงงานพิเศษมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ “โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่” ประจำปีงบประมาณพุทธศักราช 2559 สถาบันวิจัยและพัฒนา “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร” ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่เอื้ออำนวยห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ในการศึกษาทำโครงงานพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณบริษัทฝึกสหกิจศึกษา ที่ให้การสนับสนุนห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแก๊ส CO_2 รวมถึงคำแนะนำ และช่วยเหลือระหว่างการดำเนินงานโครงงานพิเศษ

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ความห่วงใย ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จในครั้งนี้ หากงานโครงงานพิเศษฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด คณะผู้ทดลองขออภัยมา ณ ที่นี้

นายธันวา สมปานวัง
นายเจษฎา เส็งสมุทร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(2)
สารบัญ	(3)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
สารบัญแผนภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 น้ำอัดแก๊ส	3
2.2 กระเจี๊ยบแดง	5
2.3 แอนโทไซยานิน	7
2.4 กรดซิตริก	12
2.5 น้ำตาล	13
2.6 เกลือ	14
2.7 การพาสเจอร์ไรส์	15
2.8 การกลั่นสุญญากาศ	17
2.9 การบรรจุเครื่องดื่ม	18
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	25
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้	25
3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ	25
3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง	27
3.4 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	36
4.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินนินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด	36
4.2 ผลของการศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	45
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	48
4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	52
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ	57
5.1 สรุปผล	57
5.2 ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก สูตรมาตรฐานและกรรมวิธีการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	62
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	66
ภาคผนวก ค วิธีการคำนวณ เพียร์สัน สแควร์	72
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	78
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	81
ภาคผนวก ฉ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	89
ภาคผนวก ช มาตรฐานชุมชน	95
ภาคผนวก ฌ แผ่นพับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	102
ประวัติการศึกษา	104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณน้ำตาล, CO_2 และ pH ของเครื่องดื่มแต่ละชนิด	8
2.2	แสดงปริมาณสารอาหารในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงต่อสัดส่วนที่สามารถบริโภคได้ 100 กรัม	7
2.3	Type of anthocyanin separates by R3 and R4 groups	8
2.4	Relation between pH and color of anthocyanin	11
4.1	แสดงลักษณะของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 4 วิธี	36
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหัวเชื้อกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 4 วิธี	39
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ	41
4.4	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สโดยใช่ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ จำนวน 3 ระดับ	43
4.5	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ใช้ระยะในการกลั่นสุญญากาศเวลาจำนวน 3 ระดับ	44
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ของระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ	45
4.7	แสดงคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 3 ระดับ	46
4.8	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	48
4.9	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	50
4.10	ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค	52
4.11	แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการน้ำอัดแก๊ส	53
4.12	แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	54
จ.1	Three tube most probable number (MPN) table/100 ml	86

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง	6
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์จากวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียลและเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง	10
ก.1	แสดงฉลากผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	65
ก.2	แสดงผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	65
ฌ.1	แสดงแผ่นพับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	103

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	แสดงวิธีการสกัดแบบต้ม	28
3.2	แสดงวิธีการสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ	29
3.3	แสดงวิธีการสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ	30
3.4	แสดงวิธีการสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ	31
3.5	แสดงวิธีวิธีการทำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	32
ก.1	แสดงขั้นตอนการผลิตผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	63
ก.2	แสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส	64

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

น้ำอัดแก๊สหรือเครื่องดื่มที่อัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีส่วนประกอบหลัก คือ น้ำโซดา มีรสหวานที่ได้จากสารให้ความหวาน เติมสี สารปรุงแต่งกลิ่นรส โดยสีที่ได้อาจมาจากส่วนผสมของผลไม้ พืชผัก สมุนไพร หรืออาจมีแต่สารสังเคราะห์เพียงอย่างเดียว แล้วนำมาเข้ากระบวนการอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อทำให้เครื่องดื่มมีความซ่า รู้สึกสดชื่นเมื่อได้บริโภค (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.) แต่ที่จริงแล้วน้ำอัดแก๊สนั้นมีแค่ความหวานกับสารสังเคราะห์ และยังทำนอนไม่หลับ ใจสั่น มือสั่น เนื่องจากฤทธิ์ของคาเฟอีนที่เป็นองค์ประกอบในน้ำอัดลมไปกระตุ้นระบบประสาทนั่นเอง จึงไม่มีประโยชน์กับร่ายกาย มีเพียงความหวานที่ให้พลังงานเพียงเท่านั้น

การใช้สีธรรมชาติหรือวัตถุดิบธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบหลักในการทำน้ำอัดแก๊ส จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของน้ำอัดแก๊สมากขึ้นอาทิ เช่น จากการทำผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีสารแอนโทไซยานิน พบว่าในเครื่องดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สยังไม่มีสารแอนโทไซยานินในปริมาณน้อย จึงศึกษาค้นหาวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถทำในเครื่องดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สูงและเหมาะสมที่สุดเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการรับประทานน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี และวิตามินอี ถึง 2 เท่า ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ลดอาการอักเสบโดยเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยโปรตีน ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และกระดูกอ่อน (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างๆ โดยมีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่นำสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงมาเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น งานวิจัยของ ญาณี (2552) ได้ศึกษาความคงตัวของสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในการผลิตข้าวเหนี้ยวมูล พบว่า อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม คือ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ให้ค่าสีแดง (a*) 13.65 มีค่า pH 2.29 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด 0.41 มิลลิลิตร และงานวิจัยของ สุภาพ (2543) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต พบว่า จากคุณค่าทางโภชนาการของสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินดังนั้นผู้ทดลองจึงนำสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงมาทำการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานิน เพื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์การใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด

2.2 เพื่อศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 กระเจี๊ยบแดง โดยใช้ส่วนของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง

1.3.1.1 แบบแห้ง ลักษณะกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงมีสีดำแห้งสนิท ไม่มีกลิ่นสาป ไม่มีผลของกระเจี๊ยบแดง และไม่มีสิ่งปนเปื้อนเช่น เศษไม้ เศษพลาสติก เศษเชือก ฯลฯ ควบคุมค่าปริมาณความชื้นที่ 6.45±0.05 เปอร์เซ็นต์

1.3.1.2 แบบสด ลักษณะกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง มีความสดอวบ ไม่มีผลของกระเจี๊ยบแดง ดอกมี สีแดงเข้ม ไม่มีสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษไม้ เศษดิน เศษเชือก ฯลฯ

1.3.2 บรรจุภัณฑ์ขวด Polyethylene Terephthalate (PET) ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.3.3 การบรรจุแบบ Dilution (หัวเชื้อ : น้ำโซดา) โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการบรรจุอัดแก๊ส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีสารแอนโทไซยานินที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ

1.4.2 สามารถเพิ่มทางเลือกให้ผู้ที่ชื่นชอบดื่มน้ำอัดแก๊สที่มีประโยชน์ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภคดื่มน้ำอัดแก๊สที่พัฒนามาจากน้ำสมุนไพร

1.4.3 เพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรจากการปลูกกระเจี๊ยบแดง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำอัดแก๊ส

2.1.1 นิยาม

น้ำอัดแก๊ส คือ น้ำที่มีส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยผ่านกระบวนการอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำภายใต้ความดัน (Steen, 2006) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สเฉื่อย ไม่มีสี ไม่มีอันตราย และไม่มีรสชาติ สามารถละลายได้ในของเหลว โดยการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของเหลวลดลง เมื่อละลายลงในของเหลวจะให้ความรู้สึกซ่า เนื่องจากเปลี่ยนรูปเป็นกรดคาร์บอนิก และเปลี่ยนเป็นคาร์บอเนตอิออน ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่คงที่ในระดับเหมาะสม จะสามารถช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์และราได้ โดยในกรณีของรา แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเข้าไปจับกับออกซิเจนที่ใช้ในการเจริญเติบโต ขณะที่ยีสต์นั้นจะหยุดการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทานอลโดยการหมักของซูโครส (Steen, 2006)

ในปัจจุบันนี้เครื่องดื่มอัดแก๊สได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องด้วยความรู้สึกซ่าขณะดื่ม (mouthfeel) ความรู้สึกดังกล่าวนี้ จะเกิดจากการระคายเคืองที่เกิดขึ้นบริเวณลิ้น เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์กระทบลิ้น จะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิก โดยเอนไซม์คาร์บอนิกแอนไฮเดรสจะทำให้เกิดความรู้สึกซ่า (Grabber and Kelleher, 1998) โดยคุณสมบัติการเกิดฟองของเครื่องดื่มอัดแก๊ส ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในสารละลายและมีความสามารถในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปสู่แก๊ส

2.1.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำอัดแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.2.1 การเตรียมน้ำบริสุทธิ์ เป็นขั้นตอนของการเตรียมน้ำที่จะใช้ในการผสมน้ำตาลและหัวเชื้อให้ได้น้ำอัดแก๊สที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นรสสม่ำเสมอ จำเป็นต้องใช้น้ำที่บริสุทธิ์กว่าน้ำดื่มปกติ โดยนำน้ำที่มีคุณภาพมาตรฐานตามน้ำดื่มมาปรับปรุงให้มีลักษณะปรากฏ รสชาติ และกลิ่นรสที่ดีขึ้น และกำจัดเกลือแร่บางชนิด ซึ่งอาจทำได้หลายวิธีขึ้นกับคุณภาพของแหล่งน้ำที่นำมาใช้ในการผลิต วิธีที่ง่ายที่สุดคือ การกำจัดสารแขวนลอยโดยผ่านการกรองด้วยทราย กำจัดกลิ่นรสที่แปลกปลอมหรือไม่ต้องการ โดยเฉพาะกลิ่นคลอรีน ด้วยการกรองผ่านผงถ่านกัมมันต์

2.1.2.2 การเตรียมน้ำเชื่อม เป็นการนำน้ำตาลทรายมาผสมกับน้ำกรองให้ได้น้ำเชื่อมใส แล้วผ่านน้ำเชื่อมมายังถังที่ทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิน้ำเชื่อมลงให้เหลือ 24 องศาเซลเซียส จากนั้นนำน้ำเชื่อมไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ก่อนที่จะนำไปผสมกับหัวเชื้อในขั้นตอนต่อไป การผสมน้ำเชื่อมกับหัวน้ำเชื้อเป็นขั้นตอนการนำหัวเชื่อมที่เตรียมได้มาผสมกับหัวเชื้อ ซึ่งหากเป็นหัวน้ำเชื้อที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ในรูปของเหลวและรูปของผลึกหรือผง จะต้องนำทั้งสองส่วนมาผสมเข้าด้วยกันเสียก่อน แล้วจึงนำมาผสมกับน้ำเชื่อม กวนด้วยใบพัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้น้ำเชื่อมสำเร็จรูป (finished syrup) ซึ่งจะมีความเข้มข้นและความหวานสูง จึงต้องนำไปเจือจางให้มีความหวานตามที่ต้องการสำหรับน้ำอัดแก๊สแต่ละชนิด ซึ่งจะอยู่ในช่วงประมาณ 9.5-14.0 เปอร์เซ็นต์

2.1.2.3 การผสม (mixing) ส่วนผสมต่างๆ เช่น น้ำเชื่อม (Syrup) สี (coloring agent) สารแต่งกลิ่นรส (flavoring agent) และกรดซิตริกให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตรวจวัดความเข้มข้นของส่วนผสม ด้วยการวัด ค่า ^{o}Brix และ pH

2.1.2.4 การอัดแก๊ส การอัดแก๊สลงในน้ำอัดลมเป็นขั้นตอนสำคัญมากที่สุด เพราะจะทำให้เกิดรสซ่าของเครื่องดื่ม การอัดแก๊สจะเป็นการละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในน้ำเชื่อมที่ผสมกับหัวเชื้อและทำให้เจือจางแล้ว ซึ่งการละลายจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ความดันสูง การอัดแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะมาอยู่ในรูปแก๊ส เมื่อเปิดแก๊สออก แก๊สจะผ่านคาร์โบเนเตอร์ (carbonator) ที่สามารถควบคุมปริมาณแก๊สที่จะเติมลงในเครื่องมือได้ การอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มจะอัดในปริมาตร 1-5 Volumes of CO_2 Gas Dissolven in Water ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่ม

2.1.2.5 การบรรจุ น้ำอัดลมที่ได้ผ่านการอัดแก๊สแล้วจะผ่านเข้าเครื่องบรรจุที่มีขวดหรือกระป๋องมารองรับและปิดฝา นำไปบรรจุลัง เรียงเป็นกะบะ แล้วเก็บไว้ในโรงเก็บ

2.1.2.6 สำหรับขวดที่ใช้ในการบรรจุเครื่องดื่มนั้น จะเป็นขวดที่มีการหมุนเวียนเก็บจากตลาดมาใช้ ดังนั้นจึงต้องผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนที่จะนำมาใช้บรรจุเครื่องดื่ม การทำความสะอาดขวดจะใช้เครื่องล้างขวดซึ่งอาจแช่ขวดในสารละลายของโซดาไฟ หรือใช้หัวฉีดสารละลายโซดาไฟกับน้ำ 3-4 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ลงในขวดแล้วฉีดด้วยน้ำทั้งด้านใน และด้านนอกขวดให้สะอาด ซึ่งจะต้องตรวจสอบสารละลายโซดาไฟก่อนที่จะนำไปใช้

สำหรับเครื่องดื่มที่มีปริมาณฟอง อัตราการโตของแก๊สและความหนืดเป็นผลเนื่องมาจากความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในของเหลว และสารที่ส่งผลต่อแรงตึงผิวของของเหลว เช่น โปรตีนหรือน้ำตาลในสารละลาย การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลจะเพิ่มระดับความสามารถในการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลาย นอกจากนี้การที่มีโปรตีนอยู่ในรูปกรดอะมิโนอิสระ ยังเพิ่มความเร็วในการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย ในเครื่องดื่มบางประเภทมีการเติมสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว และสารสร้างเจล เพื่อปรับความรู้สึกในปาก และเพิ่มระยะเวลาในการเกิดแก๊สคาร์บอนไดอกไซด์ การปรับส่วนผสมของสารในเฟสของเหลว จึงมีผลต่อลักษณะปรากฏและการยอมรับรสชาติของผู้บริโภค โดยปริมาณ และขนาดของฟองแก๊สส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของแก๊ส ที่จะสามารถลดขนาดฟองแก๊สลง

โดยการเติมสารลดแรงตึงผิว (Marchal et al., 1999) ซึ่งจากผลการทดสอบ พบว่า ผู้ทดสอบโดยมากยอมรับเครื่องดื่มที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก Barker et al.(2002a; 2002b)

การอัดแก๊สลงในเครื่องดื่มอัดแก๊ส จะถูกฉีดผ่านท่ออากาศอย่างต่อเนื่องและผสมเข้ากับเครื่องดื่ม หลังจากนั้นจะถูกนำไปเก็บที่ถังให้ความดันหรือบรรจุลงขวด ในการผลิตเครื่องดื่มอัดแก๊ส การควบคุมปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายลงในสารละลายมีความจำเป็นอย่างมาก และเป็นขั้นตอนสำคัญมากที่สุด เพราะจะทำให้เกิดรสซ่าของเครื่องดื่ม การอัดแก๊สจะเป็นการละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในน้ำเชื่อมที่ผสมกับหัวเชื้อและทำให้เจือจางแล้ว ซึ่งการละลายจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ และความดันสูง การอัดแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้ ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เหลวซึ่งเมื่อได้รับความร้อน จะเปลี่ยนสถานะมาอยู่ในรูปแก๊ส

2.1.3 มาตรฐานของน้ำอัดลม

มาตรฐานของน้ำอัดลมแต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำตาล ปริมาณแก๊ส และpH ที่กำหนดเป็นมาตรฐานแตกต่างกัน มาตรฐานของเครื่องดื่มน้ำอัดลมแต่ละชนิด แสดงตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณน้ำตาล, CO_2 และ pH ของเครื่องดื่มแต่ละชนิด

ชนิดเครื่องดื่ม	^{O}Brix	CO_2	pH
โคลา	10.2-11.0	3.4-3.9	2.4-2.6
รูทเบียร์	9.5-12.0	3.0-4.0	2.8-4.0
องุ่น	12.0-14.0	1.5-2.5	2.8-3.1
ส้ม	12.0-13.5	1.5-2.0	2.8-3.2
มะนาว	10.0-13.0	2.4-3.9	2.5-2.7
สตอเบอร์รี่	12.0-13.0	2.0-2.5	3.0-3.5

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.

2.2 กระเจี๊ยบแดง

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเจี๊ยบแดงเป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงม่วง ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับมีดอกใหญ่สีเหลืองอ่อน (บางพันธุ์เป็นสีชมพู) กลางดอกมีสีแดง มีผลทรงรีรูปไข่ป้อมสีแดงมีกลีบเลี้ยงรองรับ ผลลักษณะหนาแข็งและแตกหักง่าย เมื่อแก่แห้งจะแตกออก เป็น 5 แฉก ในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลลักษณะคล้ายรูปไตอยู่จำนวนมากประมาณ 30-35 เมล็ดต่อผล และผลยังมีกลีบเลี้ยงหนาสีแดงเข้ม เนื่องจากมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เราจะเรียกส่วนนี้ว่ากลีบกระเจี๊ยบหรือกลีบรองดอก (Calyx) กระเจี๊ยบนั้นมีรสชาติเปรี้ยวเนื่องจากมีกรดอินทรีย์ ที่มีคุณสมบัติลดไขมันในเลือด ถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศซูดาน อินเดีย มาเลเซีย และประเทศไทยโดยในประเทศไทยมีแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี อุตรดิตถ์กาญจนบุรี และฉะเชิงเทรา (พเยาว์, 2537)

ชื่อสามัญ Jamaica sorrel, Roselle, Red sorrel, Rozelle
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* Linn.
ชื่อวงศ์ Malvaceae

ภาพที่ 2.1 แสดงกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง
ที่มา: สมุนไพรดอทคอม, 2558

2.2.2 พันธุ์กระเจี๊ยบแดง

2.2.2.1 พันธุ์ซูดาน เป็นกระเจี๊ยบพันธุ์แรกที่มีการปลูกในประเทศ โดยนำมาจากประเทศซูดาน ในปี พ.ศ. 2510 ดังที่กล่าวข้างต้น เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในต่างประเทศ รวมถึงในประเทศไทยเช่นกัน มีลักษณะลำต้นเป็นทรงพุ่มใหญ่ แตกกิ่งมาก แต่กิ่งมักไม่เป็นระเบียบ ดอกมีหลายสี เช่น สีเหลือง และสีแดง มีกลีบเลี้ยงห่อหุ้มขนาดใหญ่ และให้รสเปรี้ยวจัด

2.2.2.2 พันธุ์บราซิล เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2518 มีลักษณะลำต้นตรง แตกกิ่งมาก และเป็นระเบียบ แต่มีสี และรสเปรี้ยวที่น้อยกว่าพันธุ์ซูดาน แต่ให้จำนวนดอกดก และดอกใหญ่กว่า

2.2.2.3 พันธุ์เอส-2760 เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศซูดาน เหมือนกับพันธุ์ซูดาน แต่นำเข้ามาจากสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่พัฒนา และปลูกในประเทศสหรัฐอเมริกา ต้นอ่อนมีลักษณะสีเขียว เมื่อต้นเต็มวัยจะมีลำต้น และกิ่งเป็นสีแดง ลำต้นไม่มีหนามหรือขน มีลักษณะใบกลมใหญ่ ปลายใบแยกเป็นแฉก 3-5 แฉก ดอกมีสีเหลืองหรือชมพู กลีบเลี้ยงใหญ่ อวบหนา สีแดงสด มีลักษณะดอกโดยรวมคล้ายพันธุ์บราซิล และให้รสเปรี้ยวใกล้เคียงกัน แต่ดอกมีขนาดใหญ่กว่า

2.2.2.4 พันธุ์เอส 60 – M 35 มีลำต้นอ่อนมีสีเขียว ปลายยอกมีสีแดง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นทุกส่วนเปลี่ยนเป็นสีแดง ลำต้นไม่มีหนามหรือขน มีข้อกิ่งสั้น ใบมีแฉก ลักษณะใบหนา กลีบเลี้ยงสีแดงคล้ายพันธุ์เอส-2760 แต่เติบโต และให้ฝักยาวกว่า เปรี้ยวที่ใกล้เคียงกับพันธุ์บราซิล พันธุ์นี้มีอายุการออกดอก และเก็บเกี่ยวช้ากว่าทุกๆพันธุ์

2.2.3 สรรพคุณทางยา

กระเจี๊ยบแดงเป็นสมุนไพรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศ สามารถช่วยลดระดับไขมันชนิดไม่ดี (LDL) ให้ลดลง และมีปริมาณของไขมันชนิดดี (HDL) เพิ่มมากขึ้นช่วยละลายไขมันในเส้นเลือด ใช้เป็นยาบำรุงธาตุ บำรุงกำลัง ช่วยแก้อาการอ่อนเพลีย ช่วยลดความดันโลหิต มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา แก้ไอ ขับเสมหะป้องกันการเกิดนิ่ว มีความสามารถช่วยขับปัสสาวะ

ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด อีกทั้งยังช่วยในการย่อยอาหาร ดื่มแก้ร้อนใน แก้กระหายน้ำ และช่วยป้องกันการจับตัวของไขมันในเส้นเลือดได้ และลดความดันเลือด ลดไขมันในเลือด ป้องกันโรคนิ่ว แก้กระหาย บำรุงธาตุ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง และอาจช่วยชะลอการลุกลามของมะเร็งบางชนิด ช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง และมีสารแอนโทไซยานินที่เป็นสารให้สีธรรมชาติมีฤทธิ์ ในการต้านอนุมูลอิสระสามารถลดการอักเสบ โดยเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และกระดูกอ่อน จึงลดการทำลายจากอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งออกซิเดชั่นของไขมันเลส และยับยั้งการตายของมาโครฟาจ ช่วยกำจัดเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและวิตามินอี ถึง 2 เท่า ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2.2.4 คุณค่าทางโภชนาการ

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณสารอาหารในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงต่อสัดส่วนที่สามารถบริโภคได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
คาร์โบไฮเดรต	1.700	กรัม
ไขมัน	0.100	กรัม
โปรตีน	0.870	กรัม
วิตามินเอ	0.014	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.110	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.240	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.045	กรัม
วิตามินซี	0.440	กรัม
ธาตุแคลเซียม	0.090	กรัม
ธาตุเหล็ก	0.008	กรัม
ธาตุฟอสฟอรัส	0.040	กรัม

ที่มา: กองโภชนาการ, 2535

2.3 แอนโทไซยานิน

2.3.1 นิยาม

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ (pigment) ชนิดหนึ่งที่พบอยู่ในแวคิวโอลของพืช ซึ่งต่างจากคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ที่อยู่ภายในคลอโรพลาสต์ และโครโมพลาสต์ (สังคม, 2536) รงควัตถุแต่ละชนิดมีสีต่างกันตามโครงสร้างโมเลกุล ที่เปลี่ยนแปลงไปสีแอนโทไซยานินจะเข้มที่สุดในสภาพที่ยังแตกตัวเป็นอิออนที่ pH 1.0- 3.5 เหมาะสมกับการนำไปแต่งสีอาหารที่รสเปรี้ยวเป็นกรด ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดแอนโทไซยานิน ได้แก่ น้ำ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน

2.3.2 แหล่งที่พบแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินเป็นสารที่พบได้ในผักและผลไม้พบมากในองุ่นพันธุ์สีดาเมล็ดธัญพืช และดอกไม้บางชนิด เช่น องุ่น ดอกอัญชัน กะหล่ำม่วง ชมพู่มะเหมี่ยว กระเจี๊ยบแดง เป็นต้น (เกียรติศักดิ์, 2535) โดยสารนี้จะละลายอยู่ใน cell sap ของพืช และมักพบแอนโทไซยานินในปริมาณมากที่บริเวณใกล้ผิวนอกของผลไม้ โดยปริมาณของแอนโทไซยานินในผลไม้มีมากน้อยแตกต่างกันมักพบแอนโทไซยานิน ที่เนื้อเยื่อชั้นนอกมากกว่าเนื้อเยื่อชั้นใน ผลไม้บางชนิดจะพบแอนโทไซยานินได้ในส่วนของเนื้อ เช่น Morello (อัปสร, 2542)

2.3.3 ชนิดแอนโทไซยานิน

ปัจจุบันแอนโทไซยานินในธรรมชาติมีมากกว่า 15 ชนิด มีชื่อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่หมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl, -OH) และหมู่เมทอกซิล (mathoxyl, -OMe) ที่เข้ามา เกาะกับโครงสร้างของแอนโทไซยานิน แอนโทไซยานินที่พบมากในธรรมชาติมีอยู่ 6 ชนิดแบ่งตามหมู่ R3 และ R4 แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 Type of anthocyanin separates by R3 and R4 groups

Anthocyanidin	R3	R4	Visible color
pelargonidin	-H	-H	red
cyaniding	-OH	-H	magenta
peonidin	$-OCH_3$	-H	magenta
celphinidin	-OH	-OH	purple
petunidin	$-OCH_3$	-OH	purple
malvidin	$-OCH_3$	$-OCH_3$	purple

ที่มา: Timberlake และ Bridle, 1980

2.3.4 การสกัดแอนโทไซยานิน

การสกัดเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน การสกัดที่ดีจึงควรที่จะสกัดเอาปริมาณสารแอนโทไซยานินให้ได้สูงสุด มีการปนเปื้อนของสารอื่นน้อยที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินน้อยที่สุด การสกัดแอนโทไซยานินสามารถใช้ตัวทำละลาย เช่น น้ำ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน การใช้กรดร่วมกับตัวทำละลาย เช่น น้ำ เอทานอลหรือเมทานอล เพื่อใช้ในสกัดสารแอนโทไซยานินได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากแอนโทไซยานินมีความคงตัวสูงที่ pH ต่ำ (อรุษา, 2554)

2.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด เช่น วิธี pH-Differential โดยใช้เครื่องสเปคโตรมิเตอร์ และการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารแอนโทไซยานิน โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography)

2.3.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นหนึ่งๆ และวิธี pH-Differential ในวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง สารสกัดถูกนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่นสูงสุด เนื่องจากสารแอนโทไซยานินมีความยาวคลื่นสูงสุดที่ดูดกลืนแสง จะอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 490-550 นาโนเมตร ซึ่งจะห่างจากสารฟีนอลิกอื่นๆ ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ในช่วง 260-320 นาโนเมตร ทำให้สามารถวัดสารแอนโทไซยานินที่สามารถแยกจากสารฟีนอลิก วิธีนี้มีข้อจำกัดในการสกัด คือ สารพวกเมลานอยดินและสารอื่นๆที่ได้จากการสลายตัวของแอนโทไซยานิน สามารถดูดกลืนแสงในช่วงเดียวกับสารแอนโทไซยานิน จึงทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้น วิธี pH-Differential จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ข้อบกพร่องในจุดนี้ และปัจจุบันเป็นวิธีการวัดปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

วิธี pH-Differential เป็นวิธีที่พัฒนาจากการที่โครงสร้างของสารแอนโทไซยานินเปลี่ยนแปลงไปได้ตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH ทำให้การดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินเปลี่ยนไปโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) บัฟเฟอร์ 0.025 โมลาร์ ปรับค่า pH ด้วยกรดไอโดรคลอริกเข้มข้นจนได้ (pH 1.0) และสารละลายโซเดียมแอซีเตท (CH_3OONa) บัฟเฟอร์ 0.4 โมลาร์ ปรับค่า pH ด้วยกรดไอโดรคลอริกเข้มข้นจนได้ (pH 4.5) การวัดด้วยวิธีนี้จะต้องวัดค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ pH 1 และ 4.5 นำมาหักลบกันเพื่อกำจัดการดูดกลืนแสงจากสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่สารแอนโทไซยานิน โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร เพื่อหักลบค่าความขุ่นที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น เมื่อได้ค่าทั้งหมด นำไปหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ตามสมการที่ 1

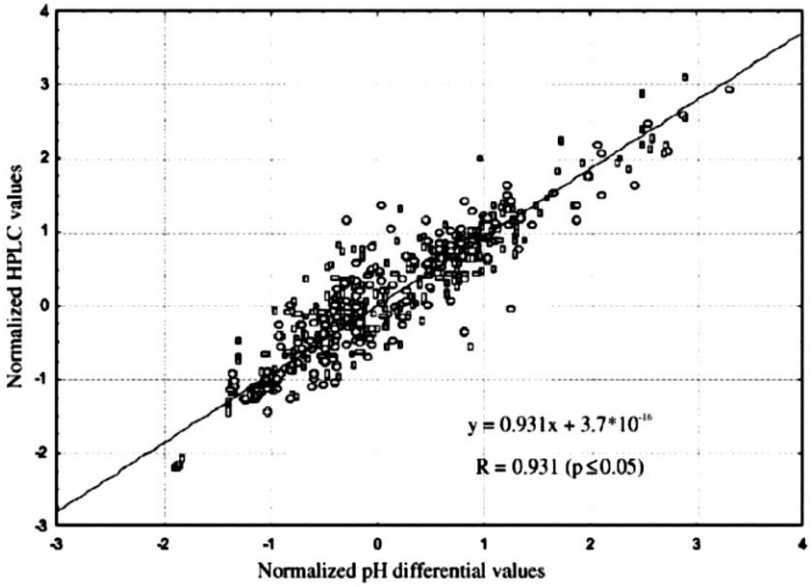
<u>สมการที่ 1</u>

$$\text{Monomeric anthocyanin (mg/liter)} = (A \times MW \times DF \times 1000)/(\epsilon \times 1)$$

$$\text{โดยที่} \quad A = (A_{520} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{520} - A_{100})_{pH\ 4.5}$$

การวิเคราะห์ควรใช้ตัวอย่างไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรทั้งหมด การวัดค่าดูดกลืนแสงควรวัดหลังเจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เป็นเวลา 15-60 นาที การทิ้งตัวอย่างไว้นานเกินไป จะทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มมากขึ้น ถ้าตัวอย่างเป็นสารแอนโทไซยานิน ที่มีหมู่เอซิล (Acyl) เป็นจำนวนมาก (Highly acylatedanthocyains) สามารถที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง pH ทำการเปรียบเทียบการวัดปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างวิธี pH-Differential และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) ในตัวอย่าง 7 ชนิด พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่วัดจากทั้ง 2 วิธีมี ความสัมพันธ์กัน

แสดงดังภาพที่ 2.2 ดังนั้น วิธี pH-Differential เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ได้เมื่อไม่มีเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์จากวิธี pH-Differential และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

2.3.5.2 การวิเคราะห์ชนิดของสารแอนโทไซยานิน นิยมใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (Highperformance liquid chromatography, HPLC) เชื่อมต่อกับเครื่องตรวจจับสัญญาณต่างๆ เช่น เครื่อง Diode array และเครื่อง MS โดยคอลัมน์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ คอลัมน์ C18 ตัวทำละลายที่ใช้พาตัวอย่างเข้าไปในคอลัมน์มีหลายชนิด เช่น สารผสมระหว่าง น้ำกับเมทานอล และสารผสมระหว่างน้ำกับสารอะซิโตไนตรัลซึ่งอาจมีการเติมกรดบางชนิดลงไป เพื่อทำให้มีความเป็นกรดสูง และยังป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารแอนโทไซยานิน วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ไม่มีนอนอะซิเลตเทตแอนโทไซยานินและตัวอย่างที่มีอะซิเลตเทตแอนโทไซยานิน สำหรับตัวอย่างที่ไม่ทราบชนิดของสารแอนโทไซยานินจะต้องมีการใช้เทคนิคการย่อยด้วยกรด และการย่อยด้วยด่าง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ว่าแอนโทไซยานินชนิดนั้นประกอบด้วยแอนโทไซยานิดิน น้ำตาล และกรดจะใช้เทคนิคการย่อยด้วยกรดและด่างเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ชนิดของแอนโทไซยานินในกลีบดอกของกล้วย พบว่ามีแอนโทไซยานิน 6 ชนิด ได้แก่ เพลาโกนิดิน ไซยานิดิน เดลฟินิดิน พีโอนิดิน เพทุนิดิน มอลวิดิน และบางตัวเป็นอะซิเลตเทตแอนโทไซยานินที่มีกรดซักซินิกเป็นส่วนประกอบ ปัจจุบันนี้มีการใช้เครื่องแมสสเปคโตรมิเตอร์เชื่อมต่อกับเครื่อง HPLC เพื่อวิเคราะห์ชนิดของแอนโทไซยานินโดยสามารถตรวจสอบจากมวลโมเลกุลโดยใช้เครื่อง HPLC นำมาเชื่อมต่อกับ Photo diode array กับแมสสเปคโตรมิเตอร์สอง เครื่องในการวิเคราะห์ชนิดสารแอนโทไซยานินใน Acerola และ Acai พบว่า การใช้แมสสเปคโตรมิเตอร์สองเครื่อง มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ชนิดของสารแอนโทไซยานินเป็นอย่างยิ่ง (อรุษา, 2554)

2.3.6 ปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพของแอนโทไซยานิน

สีของสารแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตาม pH ของสารละลายที่แอนโทไซยานินละลายอยู่ (ฉวีวรรณและบุศกรณ์, 2531) ในสภาวะที่เป็นกรดสารแอนโทไซยานินจะอยู่ในรูป flavylium salt เป็นส่วนมากทำให้สารมีสีม่วงแดง ส่วนในสภาวะที่เป็นด่างแอนโทไซยานินจะอยู่ในรูปอื่นที่ไม่ให้สีม่วงแดงความสัมพันธ์ของ pH กับสีของแอนโทไซยานิน แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 Relation between pH and color of anthocyanin

pH	color
1.0 - 4.0	red
4.0 – 6.0	bluish red
6.0 – 8.0	purple
8.0 – 12.0	dark blue
12.0 – 13.0	green
13.0 – 14.0	yellow

ที่มา: เรือนเงิน, 2544

2.3.6.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่า แอนโทไซยานิน จะมีเสถียรภาพดีเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีค่า pH ต่ำ และสีที่นิยมในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแอนโธไซยานินคือ สีแดงถึงสีม่วง ซึ่งเป็นสีของแอนโทไซยานินใน pH ที่เป็นกรด (นัยวิทย์, 2538) นอกจากการเปลี่ยนแปลงของระดับสีตามค่า pH แล้วค่าความเข้มของสี (color intensity) จะแปรผันตามค่า pH ด้วย กล่าวคือ มีความเข้มมากที่สุด ที่ pH 1.0 และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อค่า pH มีการเพิ่มสูงขึ้น

2.3.6.2 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แอนโทไซยานินสลายตัว โดยพบว่าแอนโทไซยานิน ที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาลความเสถียรของสารแอนโทไซยานิน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา เมื่อเก็บสารแอนโทไซยานินที่อุณหภูมิต่ำ จะมีค่าครึ่งชีวิตมากกว่าการเก็บสารแอนโทไซยานินไว้ที่อุณหภูมิสูง ในอุตสาหกรรมจึงควรเก็บสารแอนโทไซยานินนี้ไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส การศึกษาอุณหภูมิต่อการสลายตัวของแอนโทไซยานิน โดยสรุปว่าปฏิกิริยาสมดุลของโครงสร้างแอนโทไซยานินในรูปต่างๆขึ้นกับอุณหภูมิ

2.3.7 ประโยชน์ของแอนโทไซยานิน

2.3.7.1 ใช้ทำสีผสมอาหารในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติ

2.3.7.2 ช่วยลดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะ โดยไปขัดขวางไม่ให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะ เกาะผนังกระเพาะปัสสาวะได้

2.3.7.3 เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็ง ซึ่งเซลล์ร่างกายจะถูกคุกคามด้วยสารอนุมูลอิสระที่สามารถเปลี่ยน DNA ในร่างกายให้เป็นเซลล์มะเร็งได้ตลอดเวลา โดยแอนโทไซยานิน จะช่วยยับยั้งการสร้างเส้นเลือดฝอยไม่ให้ไปเลี้ยงเซลล์มะเร็งได้

2.3.7.4 สามารถที่จะช่วยเปลี่ยน LDL-cholesterol ที่เป็นโทษต่อร่างกายและเพิ่มปริมาณ HDL-cholesterol ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเป็นตัวกำจัดการเกิดออกซิเดชันของ LDL ซึ่งเป็นตัวสำคัญในขบวนการเกิดแผ่นไขมัน

2.3.7.5 ช่วยลดการรวมตัวเป็นก้อนของเกล็ดเลือด (platelet aggregation) ซึ่งทำให้เลือดมีความข้นน้อยลงป้องกันโรคหัวใจวาย ละอัมพฤกษ์ได้

2.3.7.6 เป็นสารต้านโรคภูมิแพ้ชนิดต่างๆ

2.3.7.7 ร่างกายสามารถใช้วิตามินซีได้มากขึ้นถ้ามีแอนโทไซยานินอยู่ด้วย

2.3.7.8 ช่วยให้เส้นเลือดฝอยแข็งแรงขึ้นและรักษาเส้นโลหิตฝอยที่ถูกทำลาย

2.3.7.9 เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นป้องกันโรคต้อหิน และต้อกระจก

2.3.7.10 ช่วยป้องกันการสูญเสียความทรงจำระยะสั้นในวัยชรา

2.3.7.11 ช่วยลดอาการอักเสบอันเนื่องจากเส้นเลือดขอด (เรือนเงิน, 2544)

คุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานินคือ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ โดยสารแอนโทไซยานินมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท่า ปริมาณของสารแอนโทไซยานินที่มนุษย์สามารถบริโภคได้เฉลี่ยสูงสุดคือ 200 มิลลิกรัมต่อวัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2.4 กรดซิตริก

2.4.1 นิยาม

กรดซิตริก มีชื่อทางเคมีว่า B-hydroxy-Tricarboxy Acid เป็นกรดอ่อนที่ใช้ประโยชน์เพื่อการถนอมอาหาร โดยมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มรสชาติให้กับอาหารให้มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค สามารถเติมลงไปในอาหารโดยไม่เกิดอันตราย และสามารถย่อยสลายได้ง่าย ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม พบตามธรรมชาติในอาหารหลายชนิดได้แก่ พืชตระกูลส้ม (citrus) เช่น ส้ม มะนาว และผลไม้หลายชนิด มะนาวมี กรดซิตริก เป็นส่วนประกอบ 7-9 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรดอินทรีย์ ใช้กันมากในอุตสาหกรรม มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่นๆ เพราะสามารถละลายน้ำได้ดี และเป็นกรดที่พบตามธรรมชาติ

2.4.2 ประโยชน์ของกรดซิตริก

กรดซิตริก มีคุณสมบัติ ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อเป็นสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารลดความฝาด ลดการตกผลึกของน้ำผลไม้ และสามารถควบคุมความเป็นกรดโดยปรับค่า pH ในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษไม่สามารถเติบโตได้ จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อการถนอมอาหารและเครื่องดื่ม กรดซิตริกยังมีคุณสมบัติแก้น้ำกระด้าง โดยกรดซิตริกจับโลหะหนักในน้ำ โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนกลายเป็นตะกอน Citric Complexปรุงแต่งกลิ่น รส ให้มี รสเปรี้ยว เป็นสารกันหืน และเป็นสารกันเสีย

2.4.3 ข้อจำกัดในการผลิตกรดซิตริกเชิงอุตสาหกรรม

การผลิตกรดซิตริกเชิงอุตสาหกรรม มีข้อจำกัดเนื่องจากตลาดที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีผู้ผลิตผูกขาดน้อยรายที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูง และยังมีการเก็บรักษาเทคโนโลยีของตนเองไว้เพื่อกันไม่ให้ ผู้ประกอบการใหม่เข้ามาร่วมตลาด แต่อย่างไรก็ตามประเทศที่กำลังพัฒนาที่มีแหล่งกากน้ำตาลราคาต่ำ การผลิตกรดซิตริก จะเป็นทางเลือกเพื่อสนับสนุนให้ตลาดและการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ขนม และยา ของประเทศมีการพัฒนาได้ซึ่งการผลิตกรดซิตริกด้วยกำลังการผลิตที่มากกว่าจุดคุ้มทุน จะก่อให้เกิดความประหยัดทางขนาด ซึ่งอาจทำได้ในเชิงอุตสาหกรรม

2.5 น้ำตาล

2.5.1 นิยาม

น้ำตาลในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 อธิบายว่า น้ำตาล หมายถึง สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์และแซ็กคาไรด์ ซึ่งมีรสหวาน ส่วนมากได้จากตาล มะพร้าว อ้อย จัดเป็นสารชีวโมเลกุลคาร์โบไฮเดรต ประเภทสารให้พลังงานที่มีรสหวานละลายได้ดีในน้ำ นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ ใช้ปรุงอาหาร ใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่ร่างกาย ชนิดของน้ำตาลที่นำมาใช้ประโยชน์มาก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส หรือ น้ำตาลทราย

2.5.2 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำตาล

2.5.2.1 การหมัก (fermentation) เป็นกระบวนการที่เกิดจากจุลินทรีย์ย่อยน้ำตาลภายใต้สภาพที่มีหรือไม่มีอากาศ เช่น ยีสต์ย่อยน้ำตาลแล้วได้เป็นแอลกอฮอล์ ใช้เวลาหมัก 2–4 สัปดาห์ ทำให้ได้เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ ได้แก่ เบียร์ ไวน์ กระแช่ เป็นต้น ส่วนแบคทีเรียกลุ่มแลกติกย่อยน้ำตาลแลกโทสในนมแล้วได้กรดแลกติก ทำให้ได้เป็นนมเปรี้ยวเนยแข็ง เป็นต้น

2.5.2.2 การย่อยสลาย (hydroysis) การย่อยสลายของน้ำตาลหลายชั้น ให้เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น การต้มเคี่ยวน้ำเชื่อมภายใต้สภาวะเป็นกรดหรือเอนไซม์ ทำให้ซูโครสถูกย่อยสลายเป็นกลูโคสและฟรุกโทส เรียกกระบวนการนี้ว่า “อินเวอร์ชัน (Inversion)” น้ำตาลที่ได้เรียกว่า “น้ำตาลอินเวอร์ท (Invert sugar)” ปฏิกิริยาการสลายตัวเร็วขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูง เบสช่วยในการสลายตัวของน้ำตาลชั้นเดียว บางครั้งทำให้เกิดผลเสียกับอาหาร เช่น ทำให้อาหารเปลี่ยน สี รส และกลิ่นของอาหารเสียไป

2.5.2.3 จุดหลอมตัว (melting point) ผลึกของน้ำตาลหลอมตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงซูโครสหลอมตัวที่อุณหภูมิ 160–180 องศาเซลเซียส มอลโทสมีจุดหลอมตัวต่ำกว่าซูโครส ส่วนกลูโคสหลอมตัวที่อุณหภูมิ 86 องศาเซลเซียส การหลอมตัวนี้ถ้าใช้อุณหภูมิสูงทำให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นน้ำตาลไหม้หรือคาราเมล (Caramel) เรียกกระบวนการนี้ว่าคาราเมไลเซชัน (Caramelization) ทำให้อาหารเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล น้ำตาลไหม้ใช้แต่งสีของอาหาร เช่น ซีอิ้วดำ ซีอิ้วหวาน และน้ำอัดลมสีดำ

2.5.3 ประโยชน์ของน้ำตาล

น้ำตาลทรายแดงมีคุณสมบัติร้อน รสหวาน มีสรรพคุณบำรุงพลัง แก้ปวด ทำให้เลือดไหลเวียนสะดวกสตรีในระหว่างมีประจำเดือนถูกความเย็น มีอาการปวดประจำเดือนปวดเอว หรือท้องน้อย หรือประจำเดือนเป็นลิ่มให้ดื่มน้ำผสมน้ำตาลทรายแดงอุ่นๆ สักแก้ว จะทำให้สบายขึ้น น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายกรวด มีสรรพคุณดับร้อน ถอนพิษ แก้อักเสบ มีอาการเจ็บคอ ปากเป็นแผล ไอมีเสมหะเหลือง นอกจากนี้ น้ำเชื่อม (จากน้ำตาลทรายขาว)ยังใช้รักษาบาดแผลเน่าเปื่อยได้ ทั้งนี้เพราะน้ำเชื่อมสามารถเปลี่ยนสภาพกรดและด่างบริเวณปากแผล ทำให้เซลล์ผิวหนังกระตุ้น การไหลเวียนของโลหิตจะดีขึ้น และยังเป็นอาหารที่ถูกนำไปหล่อเลี้ยงผิวหนังบริเวณนั้นด้วย ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้ บาดแผลก็จะหายเร็วขึ้น (วิทิต, 2529)

2.6 เกลือ

2.6.1 นิยาม

เกลือเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งมีชื่อทางเคมีว่า Sodium Chloride ลักษณะเป็นผลึกสีขาว รสเค็ม เกลือเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ มนุษย์ต้องบริโภคเกลือประมาณวันละ 5-10 กรัม เพื่อนำไปช่วยรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายให้เซลล์เนื้อเยื่อต่างทำงานอย่างปกติ นอกจากนี้เกลือยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้มากมาย เช่น ปรุงอาหาร ถนอมอาหาร ผสมกับน้ำแข็งเพื่อเพิ่มความเย็น เมื่อร่างกายมีเกลือมากเกินไป ไตจะขับเกลือทางปัสสาวะ เหงื่อ และหัวใจบีบตัวมาก ทำให้เส้นเลือดตีบเป็นโรคความดันโลหิตสูง ในขณะเดียวกันร่างกายจะดึงน้ำเข้าร่างกายมากกว่าปกติ เพื่อลดความเข้มข้นของเกลือซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการบวมน้ำ

2.6.2 ประเภทของเกลือ

การผลิตเกลือของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เกลือทะเลหรือเกลือสมุทรและเกลือหินหรือเกลือสินเธาว์ โดยแต่ละประเภทมีที่มาแตกต่างกัน ดังนี้

2.6.2.1 เกลือทะเลหรือเกลือสมุทร (Sea Salt) เป็นเกลือที่ผลิตขึ้นโดยการนำน้ำทะเลขึ้นมาตากแดดให้น้ำระเหยไปเหลือแต่ผลึก เกลือตกอยู่ (Solar Evaporation System) เมื่อเกลือเข้าสู่ร่างกายจะถูกส่งเข้ากระแสโลหิต เซลล์ และอวัยวะต่างๆของร่างกาย เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายให้คงที่และให้ร่างกายได้สร้างเกลือเกลือ ซึ่งเป็นตัวช่วยย่อยอาหาร (สมพร, 2551)

2.6.2.2 เกลือหินหรือเกลือสินเธาว์ (Rock Salt) เป็นเกลือที่ทำจากดินที่น้ำชะดินละลายแล้วแห้งปรากฏ เป็นคราบเกลือติดอยู่บนผิว ดิน เรียกว่า “ส่าดิน” เมื่อน้ำผิวดินหรือส่าดินมาละลายน้ำ แล้วต้มจะได้เกลือสินเธาว์ โดยเกลือสินเธาว์มีปริมารโซเดียมคลอไรด์สูง มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำ ไม่ชื่นง่ายและเปลี่ยนสภาพเร็ว (สมพร, 2551)

2.6.3 คุณประโยชน์ของเกลือ

2.6.3.1 การถนอมอาหาร มีการใช้เกลือสำหรับดอกผัก ผลไม้ ไข่ หรือแม้แต่เนื้อสัตว์ เพื่อยืดอายุในการรับประทานได้นานขึ้น ซึ่งเกลือจะเข้าไปช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะทำให้อาหารเน่าเสีย

2.6.3.2 อุตสาหกรรมห้องเย็น นำเกลือใช้รักษาอาหารสดมานานแล้ว เนื่องจากคุณสมบัติของเกลือ หากเติมเกลือแกงลงในน้ำแข็งในอัตราส่วน 1:3 จะมีผลให้จุดเยือกแข็งของน้ำลดลง -18 องศาเซลเซียส

2.6.3.3 อุตสาหกรรมเคมี เกลือถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเคมีภัณฑ์หลายชนิด เช่น ผลิตคลอรีน โซดาไฟ กรดเกลือ สบู่ ผงชูรส เป็นต้น

2.6.3.4 อุตสาหกรรมอาหารเพิ่มรสชาติและใช้เป็นสารกันเสีย เช่น อาหารกระป๋อง หมักดอง ผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น ปลาร้า ปลาเจ่า กะปิ น้ำปลา เป็นต้น

2.6.3.5 ยา ในตำราแพทย์แผนไทย เกลือ ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคมากมาย ทั้งในการฆ่าเชื้อ แก้ปวดฟัน ที่สำคัญในเกลือยังมีสารประกอบไอโอดีนที่ช่วยป้องกันโรคคอพอก

2.7 การพาสเจอร์ไรส์

2.7.1 นิยาม

การพาสเจอร์ไรส์ เป็นการตั้งชื่อเพื่อให้เกียรติแก่ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) ซึ่งเป็นคนแรกที่คิดค้นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในไวน์ระหว่างปี พ.ศ. 2407-2408 โดยการใช้ความร้อนประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งการค้นพบนี้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมาก ในการถนอมอาหาร (food preservation) และในปี พ.ศ.2434 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ ซอกเลต (Soxhlet) จึงได้นำวิธีการนี้มาใช้เพื่อการพาสเจอไรส์น้ำนม การพาสเจอร์ไรส์ เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือหลายเดือน เช่น ผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์กำหนดได้โดย pH ของอาหารมีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.5) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH < 4.5)

2.7.2 วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรส์

การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภคเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรส์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้เพื่อการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมระบบ (low temperature long time, LTLT) คือ ใช้อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่จะทำลาย ยีสต์ รา

แบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่ม ที่อาจจะมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอไรส์ คือ จุลินทรียที่สามารถทนต่อความร้อน และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) หรือหากต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (acidification) การใช้สารกันเสีย เป็นต้น

2.7.3 กรรมวิธีการพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอไรส์อาหารที่ใช้โดยทั่วไป จะใช้ความร้อนจึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (thermal processing) ซึ่งปกติจะใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่อาจจะใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอไรส์ได้ เช่น การฉายรังสี (irradiation) การใช้ความดันสูง (high pressure) การให้ความร้อนวิธี โอมห์มิก (Ohmic heating) เป็นต้น วิธีการพาสเจอร์ไรส์มี 2 วิธี คือ

2.7.3.1 วิธีใช้ความร้อนต่ำ - เวลานาน (LTLT : Low Temperature - Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8 - 65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้ว ต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส กรรมวิธีการนี้นอกจากจะทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค แล้วยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมันชนิดไลเปส (Lipase)

2.7.3.2 วิธีใช้ความร้อนสูง - เวลาสั้น (HTST : High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่าคือ อุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 15 วินาที อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วจะได้รับการบรรจุลงกล่อง หรือขวดโดยวิธีปราศจากเชื้อแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส

2.7.4 ประเภทของการพาสเจอร์ไรส์

2.7.4.1 การพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์และน้ำผลไม้ จะทำหลังจากการบรรจุลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์และน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้คือ 20 องศาเซลเซียส สำหรับการให้ความร้อน และ 10 องศาเซลเซียส สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอร์ไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะหรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำ และอากาศหรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์และป้องกันการเกิดสนิมภายนอก หรือที่ฝาและเพื่อเร่งให้ฉลากติดได้เร็วขึ้น ระบบพาสเจอร์ไรส์อื่นอาจจะประกอบด้วยอุโมงค์ที่แบ่งหน่วยให้ความร้อนเป็นหลายๆหน่วยมีการพ่นละอองน้ำซึ่งละเอียดมากเพื่อให้ความร้อนแก่อาหารในบรรจุภัณฑ์

2.7.4.2 การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์ของอาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มาก อาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิว หรือใช้หม้อเปิดในการต้ม การพาสเจอร์ไรส์

ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ และไวน์ นิยมที่จะใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างจำเป็นที่จะต้องมีขั้นตอน การกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศ และอากาศจะสามารถถูกกำจัดออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วจะถูกทำให้เย็นในส่วนของรีเจอเนอเรชัน ซึ่งในขณะเดียวกันก็จะเป็นส่วนของการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่อาหารที่ส่งเข้ามาด้วย และถูกทำให้เย็นต่อไปด้วยน้ำเย็น หรืออาจใช้น้ำเย็นจัดต่อไป ในส่วนของการทำให้เย็นการใช้ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่เช่นนี้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก โดยความร้อนกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำมาใช้ใหม่

2.8 การกลั่นสุญญากาศ

2.8.1 หลักการ

การกลั่นสุญญากาศ เป็นการใช้การระเหยสารตัวอย่างที่เป็นของเหลว โดยการกลั่นเพื่อแยกตัวทำละลายที่ผสมอยู่ออกจากสารที่สนใจ ทำให้สารที่สนใจเข้มข้นขึ้น โดยตัวทำละลายที่ละลายสารที่สนใจจะถูกทำให้กลายเป็นไอ ด้วยระบบสุญญากาศจาก Pump และให้ความร้อนแก่ตัวอย่าง เพื่อทำให้การกลายเป็นไอง่ายขึ้น จากนั้นไอสารละลายจะผ่าน condenser ที่มีระบบหล่อเย็น ทำให้ไอสารควบแน่นกลายเป็นของเหลว ไหลลงสู่ receiving flask โดยระบบประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

2.8.1.1 ส่วนการให้ความร้อนและกลั่นแยกสาร (Rotary Evaporator) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระเหยสารตัวอย่าง โดยกลั่นเพื่อแยกตัวทำละลายที่ผสมอยู่ สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนได้ และมีอ่างให้ความร้อนที่สามารถใช้กับของเหลวที่เป็นน้ำหรือน้ำมัน ในกรณีน้ำอุณหภูมิช่วงที่เหมาะสม อยู่ที่ตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส ถึง 85 องศาเซลเซียส และกรณีน้ำมันใช้อุณหภูมิได้ถึง 250 องศาเซลเซียส

2.8.1.2 ส่วนทำสุญญากาศภายในระบบ เป็นส่วนทำสุญญากาศภายในระบบส่วนใหญ่เป็นแบบ Pump สุญญากาศ สามารถควบคุมความดันได้ตั้งแต่ ความดันบรรยากาศถึง 0 มิลลิบาร์

2.8.1.3 ส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายในระบบ เป็นอ่างน้ำหมุนเวียนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ช่วงการปรับอุณหภูมิที่เหมาะจากประสบการณ์ที่มี ควรอยู่ในช่วงที่น้ำไม่เป็นน้ำน้ำแข็ง (มากกว่า 0 องศาเซลเซียส, หากใช้อุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็งของน้ำมากเกินสารควบแน่นออกมาดีขึ้น แต่ต้องปิดระบบ) ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

2.8.2 ประโยชน์

2.8.2.1 เพื่อกำจัดน้ำบางส่วนออกไป ทำให้ลดน้ำหนักและปริมาตรลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และการเก็บรักษา อีกทั้งยังสะดวกในการจัดการ โดยเมื่อต้องการใช้ก็สามารถเติมน้ำกลับลงไปให้ได้ตามความเข้มข้นที่ต้องการ

2.8.2.2 เพื่อใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลในด้านถนอมอาหารและเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

2.8.2.3 เพื่อเป็นการกำจัดน้ำออกบางส่วนสำหรับอาหารเหลว ที่ต้องการนำไปทำแห้ง เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการทำแห้ง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการทำให้เข้มข้นขึ้นต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการทำแห้ง

2.8.2.4 ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์ โดยใช้สำหรับทำให้ไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตรงตามที่ระบุไว้ ในกรณีที่ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่ากำหนด

2.8.2.5 เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการแปรรูปอาหาร เพื่อที่จะสามารถทำให้อาหารมีความซับซ้อนมากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

2.9 การบรรจุเครื่องดื่ม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่356) พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้คำจำกัดความว่า เครื่องดื่ม (beverage) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่งที่เป็นของเหลว มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ทำจากผลไม้หรือผักอาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยก็ได้ ช่วยลดความกระหายให้ความรู้สึกสดชื่น และขจัดความอ่อนเพลียชดเชยปริมาณน้ำที่ร่างกายสูญเสียไป ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆที่มีประโยชน์มีส่วนประกอบหลัก คือ น้ำ สารให้รสหวาน (sweetener) กรดอินทรีย์ (organic acid) สี (coloring agent) และสารให้กลิ่นรส (flavoring agent)

2.9.1 ระบบการบรรจุในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

2.9.1.1 ระบบการบรรจุเย็น (cold filling) การบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านการบรรจุเย็นนั้นต้องมีการเก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิประมาณ 0-5 องศาเซลเซียส ตลอดการกระจายสินค้าและการขนส่ง เพื่อที่สามารถเก็บรักษารสชาติของเครื่องดื่มไว้ได้ดี การบรรจุแบบนี้ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าการบรรจุแบบอื่น คือ มีอายุการเก็บรักษาเพียงแค่ 4-6 สัปดาห์ สำหรับเครื่องดื่มที่เหมาะสมการบรรจุเย็น คือ นม เครื่องดื่มที่เป็นน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นผลไม้สดๆ หรือเป็นการผสมจากน้ำผลไม้เข้มข้นพร้อมทั้งมีการเติมชิ้นเนื้อผลไม้และการแต่งกลิ่น ซึ่งการกระจายสินค้านั้นต้องรักษาไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็นตลอด เพื่อช่วยเก็บกลิ่นและวิตามินต่างๆไว้เป็นอย่างดี แต่ต้นทุนในด้านการจัดการเกี่ยวกับการกระจายสินค้าด้วยวิธีแช่เย็นมีต้นทุนค่อนข้างสูง จึงทำให้การบรรจุเย็นเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการรักษาคุณค่าทางอาหารและมีคุณภาพที่สูง เพื่อที่จะขายได้ราคา

ข้อดีของน้ำผลไม้ที่บรรจุเย็น คือ มีการพัฒนาระบบการผลิตและการบรรจุ ทำให้ช่วยลดต้นทุนในด้านการผลิต และเครื่องจักรแต่ยังคงช่วยรักษาคุณภาพของเครื่องดื่ม ทำให้ได้ราคาที่สูง ข้อเสียนั้น คือ การใช้ระบบการแช่เย็นในการกระจายสินค้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องมีระบบการจัดการที่ดี เพื่อจัดส่งผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว และต้องมีประสิทธิภาพในการจัดส่งที่ดีด้วย

2.9.2.2 ระบบการบรรจุร้อน (Hot filing) คือ การบรรจุโดยใช้ความร้อนในการบรรจุที่มีมานานแล้วใช้ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งการบรรจุร้อนเป็นการบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธี พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) มาแล้ว นิยมใช้บรรจุเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรด เช่น น้ำผลไม้หรือเป็นเครื่องดื่มประเภทชา และกาแฟอุณหภูมิที่ใช้ในขณะบรรจุอยู่ที่ประมาณ 82 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิน 90-92 องศาเซลเซียส หลังการบรรจุภาชนะบรรจุต้องถูกปิดสนิท

และวางเอียงประมาณ 15 วินาที เพื่อให้เครื่องดื่มสัมผัสกับภาชนะบรรจุด้านบน และช่วยลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นตัวลงภายในภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่เลือกใช้ในการบรรจุร้อนต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูปหรืออ่อนตัวในขณะบรรจุ จากนั้นนำภาชนะบรรจุที่บรรจุแล้วเคลื่อนผ่านอุโมงค์ที่หล่อด้วยละอองของน้ำเย็น และผ่านการเป่าด้วยลมเพื่อให้ภาชนะบรรจุแห้ง แล้วจึงสามารถทำการติดฉลากและเตรียมส่งต่อไป

ข้อดีของการบรรจุร้อน คือ เครื่องดื่มหลังการบรรจุสามารถเก็บได้ระยะเวลานานในสภาวะอุณหภูมิห้อง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารกันบูดหรือสารเคมีอื่น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา การบรรจุร้อนสามารถใช้ได้กับเครื่องดื่มหลากหลายประเภท ข้อเสียของการบรรจุร้อนเกิดจากกระบวนการผลิตต้องใช้พื้นที่มาก และเหมาะสมกับเครื่องดื่มที่ไม่เปลี่ยนสภาพหรือเสื่อมเสียภายหลังการบรรจุด้วยความร้อน

2.9.2.3 ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic) กระบวนการบรรจุแบบปลอดเชื้อเป็นกระบวนการบรรจุทั้งภาชนะบรรจุ และเครื่องดื่มผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีต่างๆ เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างการขึ้นรูปภาชนะบรรจุการผลิตเครื่องดื่ม และระหว่างการขนส่ง วิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ไอน้ำร้อนการใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 6-15 วินาที ซึ่งการเลือกวิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุภาชนะบรรจุเป็นหลัก ปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดที่สามารถนำมาบรรจุแบบปลอดเชื้อได้ และการบรรจุแบบนี้มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าการบรรจุแบบอื่น และสามารถวางขายได้โดยไม่ต้องแช่เย็นเครื่องดื่มที่ใช้การบรรจุแบบนี้ ได้แก่ นมและน้ำผลไม้เป็นต้น

ปัจจัยในการเลือกภาชนะบรรจุที่ใช้ในการบรรจุแบบปลอดเชื้อ คือ ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม และไม่เกิดการเสื่อมเสียหรือเปลี่ยนสภาพ ในขณะการบรรจุแบบปลอดเชื้อภาชนะบรรจุต้องมีการคงสภาพ และสามารถรักษาสภาวะปลอดเชื้อได้ทั้งนี้ภาชนะบรรจุต้องมีสมบัติป้องกันการซึมผ่าน (Barrier) ที่ดีของก๊าซออกซิเจน ความชื้น แสง และกลิ่นเพื่อช่วยรักษาคุณภาพของสินค้า

นอกจากนี้ยังมีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ (cold aseptic filling) เป็นการบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านความร้อนสูงอุณหภูมิประมาณ 137 องศาเซลเซียส ระยะเวลาสั้นประมาณ 4 วินาที เพื่อใช้ในฆ่าจุลินทรีย์ จากนั้นลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิก่อนบรรจุเครื่องดื่มใส่ในภาชนะบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว เมื่อบรรจุเสร็จทำการปิดฝา และลดอุณหภูมิลงเพื่อให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ (ปัญจ์ยศ, 2551)

2.9.3 หลักการบรรจุ

2.9.3.1 พิจารณาจากสภาพของภาชนะบรรจุในขณะที่ทำการบรรจุ

2.9.3.1.1 การบรรจุขณะที่ท่อบรรจุปิดฝาขวด เป็นการบรรจุแบบระดับคงที่ ซึ่งการบรรจุแบบนี้มีหลายรูปแบบ เริ่มตั้งแต่อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก อาจมีการใช้แรงโน้มถ่วงร่วมกับระบบความดัน หรือระบบสุญญากาศหรืออาจใช้ระบบความดันหรือระบบสุญญากาศเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ ถ้าเครื่องดื่มเป็นของเหลวที่ไหลง่ายนิยมการไหลแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง ส่วนระบบความดันหรือระบบสุญญากาศ มักใช้เครื่องดื่ม

ที่มีความข้นหนืด แต่ต้องมั่นใจว่าภาชนะบรรจุต้องทนแรงดัน ในขณะบรรจุได้จุดเด่นในการบรรจุแบบนี้มีระบบในการดูดของเหลวส่วนเกินกลับสู่ถัง (overflow system) ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับของการบรรจุของเหลว

2.9.3.1.2 การบรรจุที่ไม่จำเป็นต้องปิดฝาขวด แยกได้เป็น การบรรจุโดยใช้ปริมาตรเป็นเกณฑ์ บรรจุด้วยลูกสูบดันเข้าไป ใช้ถ้วยตวง ใช้น้ำหนัก และใช้เวลาเป็นเกณฑ์ มักใช้กับเครื่องดื่มที่มีราคาแพง หรือปริมาตรถูกกำหนดไว้แล้ว โดยเครื่องดื่มที่สามารถใช้การบรรจุแบบนี้ได้ต้องเป็นของเหลวที่ไหลง่าย โดยใช้กระบอกสูบในการวัดปริมาตร หรือใช้การจับเวลาในการไหลเพื่อกำหนดปริมาตร

2.9.3.2 พิจารณาจากการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุสามารถแยกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.9.3.2.1 การบรรจุโดยใช้มือ ซึ่งตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

2.9.3.2.2 การบรรจุแบบอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนเป็นเส้นตรง

2.9.3.2.3 การบรรจุแบบอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่แบบโรตารี่

2.9.4 ภาชนะบรรจุสำหรับบรรจุเครื่องดื่ม

2.9.4.1 พลาสติก

เครื่องดื่มที่มีภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกนั้น มีอายุในการเก็บรักษาสั้นกว่าเครื่องดื่มที่บรรจุในขวดแก้วหรือกระป๋อง เพราะพลาสติกใช้การบรรจุเย็น ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้อยกว่าการบรรจุแบบอื่น ถึงแม้ว่าอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้อยกว่าภาชนะบรรจุอื่น แต่ข้อดีของพลาสติกก็คือ สามารถขึ้นรูปได้หลากหลายรูปแบบไม่มีข้อจำกัดทางด้านปริมาณการบรรจุ สามารถเลือกความใส หรือความขุ่นได้ตามความต้องการ และราคาค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับแก้วหรือกระป๋อง อย่างไรก็ตามการเลือกวิธีการบรรจุสำหรับพลาสติก เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เพราะพลาสติกบางประเภทไม่มีความคงรูปหรือรับแรงกดในการดึงสุญญากาศได้ และพลาสติกอาจเกิดการเปลี่ยนรูปได้ในระหว่างการบรรจุ เพราะผิวของภาชนะบรรจุของขวดพลาสติกบางเกินไปภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 พลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติก คือ พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ได้แก่ โพลีเอทลีน (PE) โพลีพรอพีลีน (PP) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) โพลีสไตรีน (PS) โพลีเอทธีลีน เทเรพทาเลต (PET) โพลีอาไมด์ จะมีชื่อทางการค้าที่เรียกว่า ไนลอนซาราน (PVDC) เป็นโคโพลีเมอร์ของไวนิลคลอไรด์ และไวนิลีดีนคลอไรด์

ประเภทที่ 2 พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติงคือ พลาสติกที่ไม่สามารถหลอมขึ้นรูปใหม่ ได้แก่ เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์ และฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (ชีลพร, 2541)

2.9.4.1.1 สมบัติของพลาสติก

- โพลีเอทธีลีน (PE) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นดี แต่ต้านการซึมผ่านของออกซิเจนได้น้อย มีความแข็งแรงปานกลาง ใส สามารถปิดผนึกได้ดี ราคาถูก
- โพลีพรอพีลีน (PP) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านความชื้นได้ดีและแก๊สปานกลาง ทนการซึมผ่านน้ำมัน ทนความร้อนได้สูง มีความเลื่อมมัน

- โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นและแก๊สได้ปานกลาง ทนทานการซึมผ่านน้ำมันได้ดี เหนียวใส สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มหดฟิล์มห่อหุ้ม หรือเป็นภาชนะคงรูปได้ดี

- โพลีเอทธีลีน เทเรพทาเลต (PET) มีคุณสมบัติที่ทำปฏิกิริยากับอาหารและมีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น และทนอุณหภูมิได้ในช่วงกว้าง ป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊สได้ดีกว่าพลาสติกทั่วไป

- โพลีสไตรีน (PS) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊สได้น้อย ทนอุณหภูมิสูงไม่ได้

- โพลีอาไมด์ (PVDC) มีคุณสมบัติทนความร้อน แข็งแรงต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำได้น้อย

2.9.4.1.2 ฝาปิดที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

- ฝาปิดผนึกแน่นหนา ไม่ให้มีการซึมผ่านของน้ำ ไอน้ำ และแก๊ส
- ฝาปิดต้องปิดเข้ากันกับบรรจุภัณฑ์ ไม่ทำปฏิกิริยาๆผลิตภัณฑ์
- ฝาปิดจะต้องสะดวกต่อการใช้งานสามารถเปิดออกได้ง่าย
- ถ้าต้องการปิดฝาหลังใช้ ควรสามารถใช้มือกดเข้าไปแล้วสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์ได้
- ฝาปิดจากต้องป้องกันสินค้าจากความเสียหายจากปัจจัยภายนอกต่างๆ จะต้องปิดผนึกได้อย่างสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

2.9.4.2 ภาชนะที่ทำจากแก้ว

ภาชนะที่ทำจากแก้ว เป็นภาชนะบรรจุที่นิยมใช้อยู่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทั่วไป เพราะแก้วเป็นวัสดุที่มีความเฉื่อยในการทำปฏิกิริยา ทำให้แก้วเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการเก็บรักษาที่ยาวนาน เช่น เหล้าหรือเบียร์ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นต้น ส่วนระบบการบรรจุอาจจะเป็นการบรรจุเย็นหรือร้อนหรือแบบปลอดเชื้อ แล้วทำการปิดฝาและปิดฉลาก ในกรณีของการบรรจุร้อน จำต้องมีขั้นตอนการปล่อยในเย็นตัวก่อนการปิดฉลาก

2.9.4.2.1 สมบัติทางกายภาพและสารเคมีของขวดแก้ว

- ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร
- ป้องกันการรั่วซึมผ่านของไอน้ำ ก๊าซ กลิ่นได้ดี
- ความแข็งแรงพอควร
- ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร
- ป้องกันการรั่วซึมผ่านของไอน้ำ ก๊าซ กลิ่นได้ดี
- ความแข็งแรงพอควร

2.9.4.3 กระป๋อง

กระป๋องใช้บรรจุเครื่องดื่มแบบการบริโภคครั้งเดียว (Single Serving) ซึ่งเป็นกระป๋องที่มีฝาเปิดได้ง่าย (Easy Opening) โดยปิดฝาด้านบนจะปิดเรียบร้อยมาจากโรงงานผลิตกระป๋อง ทำให้เวลาบรรจุ ต้องบรรจุเครื่องดื่มทางด้านล่างของกระป๋อง จากนั้นทำการปิดฝาด้านล่างด้วยตะเข็บคู่ตรงบริเวณก้นกระป๋อง ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนรูปแบบของกระป๋องจากเดิม

ที่เป็นทรงกระบอกธรรมดาให้เป็นรูปทรงเหมือนขวดแก้ว บรรจุเครื่องดื่มต่างๆ เช่น เบียร์ ไวน์ หรือน้ำอัดลม แต่ยังนิยมใช้ในเทศกาลหรือโอกาสพิเศษของผลิตภัณฑ์มากกว่าการผลิตเพื่อจำหน่ายโดยทั่วไป

2.9.4.4 กล่องกระดาษแข็ง

กล่องกระดาษแข็งส่วนใหญ่อยู่ในรูปทรงของฝาแบบหน้าจั่วหรือแบบอิฐ เริ่มใช้ในการบรรจุนมเป็นเครื่องดื่มแรก ซึ่งโครงสร้างของภาชนะบรรจุกล่องที่ใช้ในการบรรจุเครื่องดื่มได้พัฒนาทำให้บรรจุเครื่องดื่มอื่นได้อีกมากมาย เช่น น้ำผลไม้ ชา หรือกาแฟ เป็นต้น โดยรูปแบบของกล่องมีด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบรูปทรง แบบอิฐ (brick carton) และรูปทรงแบบฝาหน้าจั่ว (Gable Top carton)

2.9.4.5 ถุงใส่ในกล่อง

ถุงใส่ในกล่อง มักใช้กับน้ำผลไม้ส่งออกที่มีปริมาณมาก ตอนเริ่มแรกในการพัฒนาถุงใส่ในกล่องนั้น เป็นการพัฒนาบรรจุอาหารและนม เพื่อจัดจำหน่ายแก่องค์กรที่มีการบริโภคนมปริมาณมาก เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น ต่อมาถุงใส่ในกล่องนี้ เริ่มแพร่หลายสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคมีส่วนประกอบหลักของถุงใส่ในกล่อง (ปุ่น, 2541)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรุษา (2554) ได้ศึกษาผลของกระบวนการระเหย และกรดแอสคอร์ต่อปริมาณแอนโทไซยานินของสารสกัดจากเปลือกมังคุด และศึกษาผลของ Maltodextrin ต่อปริมาณแอนโทไซยานินของผงสีจากเปลือกมังคุด ที่ผ่านการทำแห้งแบบสุญญากาศ และการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า กรดแอสคอร์บิกมีผลต่อปริมาณแอนโทไซนินของสารสกัดจากเปลือกมังคุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการระเหยในสภาวะสุญญากาศหรือการใส่กรดแอสคอร์บิกช่วยรักษาแอนโทไซยานินได้มากกว่าการระเหยในสภาวะความดันปกติ สารสกัดที่ได้จากการระเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดคือ 11.61 ± 0.60 mg/100ml เมื่อนำสารสกัดมาผสมกับ Maltodextrin จากนั้นเอาไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศและเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า Maltodextrin มีผลต่อการเก็บรักษาแอนโทไซยานินในระหว่างการอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผงสีจากสารสกัดที่ผสม Maltodextrin และผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ สามารถรักษาปริมาณแอนโทไซยานินได้ถึง 65-82 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำผงสีไปละลายน้ำและผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลามีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

บุศรารัตน์ (2545) ได้ทำการศึกษาแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงเพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบกระเจี๊ยบแดง การทำแห้งสารละลายสกัดแอนโทไซยานินแบบเยือกแข็ง และการทำเข้มข้นสารละลายสกัดแอนโทไซยานิน รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีแอนโทไซยานิน ทำแห้งแบบเยือกแข็งสีแอนโทไซยานินเข้มข้น และทำ Model system น้ำหวานโดยใช้สีจากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงเทียบกับสี SAN RED RC และสีคาร์โมอีซิน ในขั้นตอนแรกได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบกระเจี๊ยบแดง พบว่า ชนิดของตัวทำละลายและ pH ที่เหมาะสม คือ น้ำ : เอทานอล (1 : 1) ปรับ pH เป็น 2.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริค อัตราส่วนระหว่างปริมาณกลีบกระเจี๊ยบแดงต่อตัวทำละลายเป็น 1 : 4 ขั้นตอนต่อมาศึกษาการทำแห้งแบบเยือกแข็งสารละลายสกัดแอนโทไซยานิน จากการศึกษาพบว่าสีแอนโทไซยานินทาแห้งแบบเยือกแข็งที่ใส่ Trehalose และMaltodextrin ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ 3 เปอร์เซ็นต์ (w/w) เป็น Stabilizer มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณแอนโทไซยานินคงเหลือหลังการทำแห้ง และค่า Degradation Index (DI) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยเก็บรักษาสีแอนโทไซยานินทำแห้งแบบเยือกแข็ง เป็นเวลา 15 สัปดาห์ พบว่า ในทุกตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณแอนโทไซยานินคงเหลือลดลง และเมื่อพิจารณาค่าครึ่งชีวิตของแอนโทไซยานิน พบว่า สีแอนโทไซยานินทำแห้งแบบเยือกแข็งที่ใส่ Maltodextrin ความเข้มข้น3 เปอร์เซ็นต์ (w/v) มีค่าครึ่งชีวิตมากที่สุดคือ 578 วัน ขั้นที่สามศึกษาการทำเข้มข้นสารละลายสกัดแอนโทไซยานินโดยทำเข้มข้นแบบสุญญากาศ พบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือ ทำเข้มข้นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ญานี (2552) ได้ศึกษาความคงตัวของสารแอนโทไซยานิน จากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน ผลของอุณหภูมิใช้สกัดสีแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงต่อ น้ำ ที่มีค่าpH 2.5 (ปรับด้วยกรด HCl 1 เปอร์เซ็นต์) เป็น 1 : 4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับแปรค่าอุณหภูมิ 60 80 และ100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาสกัด 10 20 และ 30 นาที พบว่า อุณหภูมิและเวลาสกัดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ให้ค่าสีแดง (a*)13.65 สารละลายสีแอนโทไซยานินที่สกัดได้ มีค่า pH 2.29 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด 0.41 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนที่มีผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานิน ในผลิตภัณฑ์นำสภาวะที่เหมาะสมจากข้างต้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 1 2 และ 3 วัน เทียบกับอุณหภูมิห้อง พบว่า มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด เท่ากับ 0.90 0.91 และ 0.93 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนค่าสีแดงลดลง ขณะที่ a เท่ากันทั้ง 3 วัน การเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เกียรติศักดิ์ (2534) ได้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันและศึกษาเสถียรภาพของสารละลายสกัดสารแอนโทไซยานิน ซึ่งพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน เพื่อให้ได้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด คือ ใช้สารละลายกรดhydrochloric pH 4.5 เป็นตัวทำละลายในการสกัด โดยมีอัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายกับดอกอัญชันแห้ง 120 : 3 ใช้เวลาในการสกัด 73 นาที และการเขย่าในระหว่างการสกัดสามารถ

สกัดแอนโทไซยานินได้มากกว่า เมื่อไม่มีการเขย่าในระหว่างการสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การสกัดหนึ่งครั้งจะให้ปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บสารละลายสกัดแอนโทไซยานิน พบว่าการเก็บสารละลายสกัดที่อุณหภูมิห้องเย็น (4±1 องศาเซลเซียส) ให้ผลในการชะลอการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และสามารถให้ผลในการชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ polymeric colour (PC) ได้ดีกว่าการเก็บสารละลายสกัดที่อุณหภูมิห้อง (30±1) องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ค่าครึ่งชีวิตของสารละลายสกัดมีค่า 81 และ48 วัน ตามลำดับส่วนผลของการใช้วัตถุเจือปนอาหารในการรักษาเสถียรภาพของสารละลายสกัด พบว่า การใช้ glutathione ร่วมกับ tartaricacid สามารถชะลอการลดลงของปริมาณสารแอนโทไซยานิน และระดับที่เหมาะสม คือ 20 : 400 มิลลิกรัม ต่อสารละลายสกัด 100 มิลลิลิตร โดยพิจารณาจากผลในการชะลอการลดลงของปริมาณสารแอนโทไซยานิน และผลในการชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ polymeric colour นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมสารประกอบ phenolics (caffeicacid, rutin และ (+)- catechin) ในสารละลายสกัดจะสามารถชะลอการลดลงของปริมาณสารแอนโทไซยานินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้สารประกอบ phenolics จะให้ผลเร่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ polymeric colour ในสารละลายสกัด โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้ (+)- catechin เมื่อพิจารณาค่าครึ่งชีวิตของสารละลายสกัดที่มีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร พบว่า มีค่ามากกว่า 98 วัน

สุภาพ (2543) สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่างๆ ต่อคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต ผลการศึกษา พบว่า โยเกิร์ตที่เติมสารสกัด 0.2, 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 4.34, 8.90 และ 14.64 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 12.57, 24.24 และ 31.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ที่ละลายได้ในน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และจำนวนแบคทีเรียแลคติกหลังกระบวนการหมัก ($p>0.05$) การเติมสารสกัดในปริมาณสูงขึ้นถึง 0.6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลง ($p<0.05$) โดยปริมาณที่เหมาะสมสำหรับเติมในโยเกิร์ต คือ 0.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา (4 องศาเซลเซียส เวลา 21 วัน) ต่อคุณภาพโยเกิร์ตที่เติมสารสกัด พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 21 วัน ปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลง (จาก 8.94 เป็น 5.73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระลดลง (จาก 24.24 เปอร์เซ็นต์ เป็น 19.97 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ ค่า pH (4.61–4.21), ความสามารถในการอุ้มน้ำ (66.44–61.46เปอร์เซ็นต์) และจำนวนแบคทีเรียแลคติก (8.12–5.30 log cfu/g) มีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) เช่นเดียวกันกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตซึ่งมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระในโยเกิร์ตได้ อย่างไรก็ตามยังต้องมีการปรับปรุงความคงตัวต่อการเก็บรักษาของโยเกิร์ต เพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพคงที่ตลอดอายุการเก็บ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กระเจี๊ยบแดง (แบบแห้ง) พันธ์ซูดาน แหล่งที่ซื้อจากตลาดดาวคะนอง
3.1.2 กระเจี๊ยบแดง (แบบสด) พันธ์ซูดาน แหล่งที่ซื้อจากตลาดเทเวศน์
3.1.3 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)
3.1.4 กรดซิตริก (Food grade)
3.1.5 เกลือละเอียด (ตราปรุงทิพย์)
3.1.6 น้ำโซดา (ตราสิงห์)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 หม้อสแตนเลส
3.2.2 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) สเกล 0-100 องศาเซลเซียส
3.2.3 เครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่ง (ยี่ห้อOHAUS รุ่น V11P3)
3.2.4 เครื่องกลั่นสุญญากาศ (ยี่ห้อRotavaporรุ่น R-210)
3.2.5 เตาแก๊ส
3.2.6 ถ้วยตวง
3.2.7 ถ้วย
3.2.8 ผ้าขาวบาง
3.2.9 ตู้เย็น
3.2.10 ขวดพลาสติกแบบใส PET พร้อมฝาปิดขนาด 500 มิลลิลิตร

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001)

3.3.1.2 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Determination Balance รุ่น FD-620)

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพเคมี

3.3.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH meter ยี่ห้อSartorius รุ่น PB-10)

3.3.2.2 รีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer)

3.3.2.3 เครื่องวัดค่าสี (Spectrometer ยี่ห้อKONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001)

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณแก๊ส CO_2 ยี่ห้อ Zahm gas volume tester

3.3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

3.3.3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ SS. agar

3.3.3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth

3.3.3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Bile Broth

3.3.3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar

3.3.3.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green agar

3.3.3.8 อาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cysteine broth

3.3.3.9 อาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate broth

3.3.3.10 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (ยี่ห้อ sanyo รุ่น lado Autoclave)

3.3.3.11 ตู้บ่มเชื้อ (incubator ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD 115)

3.3.3.12 ตู้ปลอดเชื้อ (ยี่ห้อ Heal Force รุ่น A2)

3.3.3.13 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (ยี่ห้อ HERMONY รุ่น VTX-3000L)

3.3.3.14 ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตรและขนาด 1 มิลลิลิตร

3.3.3.15 หลอดดักแก๊ส

3.3.3.16 หลอดทดลอง

3.3.3.17 จานเพาะเชื้อ

3.3.3.18 แท่งแก้วรูปตัวแอล

3.3.3.19 Hot plate

3.3.3.20 แท่งแก้วคนสาร

3.3.3.21 บีกเกอร์

3.3.3.22 พาราฟิล์ม

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการประมวลผลข้อมูล

3.3.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมทางสถิติ

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด

<u>ส่วนของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

3.4.1.1 ศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

การศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงทั้งแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สเพื่อทำการหากรรมวิธีการสกัดและชนิดของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่ให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด ซึ่งนำการควบคุมปริมาณกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง (แบบแห้งและแบบสด) ต่อปริมาณสารสกัด คือ 25 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร โดยศึกษาค้นคว้ากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากแหล่งต่างๆ ซึ่งได้กรรมวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน จำนวน 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การสกัดแบบต้ม (ญานี, 2552) แสดงดังแผนภาพที่ 3.1

วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ (ยุพาพร, 2547) แสดงดังแผนภาพที่ 3.2

วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ (อรุษา, 2554) แสดงดังแผนภาพที่ 3.3

วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ (ดัดแปลงจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3) แสดงดังแผนภาพที่ 3.4

นำสารสกัดแอนโทไซยานินทั้ง 4 วิธี มาทำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยนำไป เพียร์สัน สแควร์ ทำการควบคุมระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำอยู่ที่ 50 $^{\circ}$Brix และวิธีคำนวณภาคผนวกที่ ค.1 จากนั้นนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการสกัดกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงทั้งแบบแห้งและแบบสดโดยใช้กรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินทั้ง 4 วิธี นำมาปรับค่า pH ด้วยกรดซิตริกควบคุมค่า pH อยู่ที่ 2.35-2.40 เพราะสีแอนโทไซยานินจะเข้มที่สุดในสภาพที่ยังแตกตัวเป็นอิออนที่ pH 1.0-3.5 (ฉวีวรรณ, 2551) จึงทำการควบคุมค่า pH ของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สให้อยู่ในระดับ pH ที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากระดับ pH ที่ต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินในหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สทั้ง 4 วิธี จากนั้นนำไปวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) และนำมาทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.4.1.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

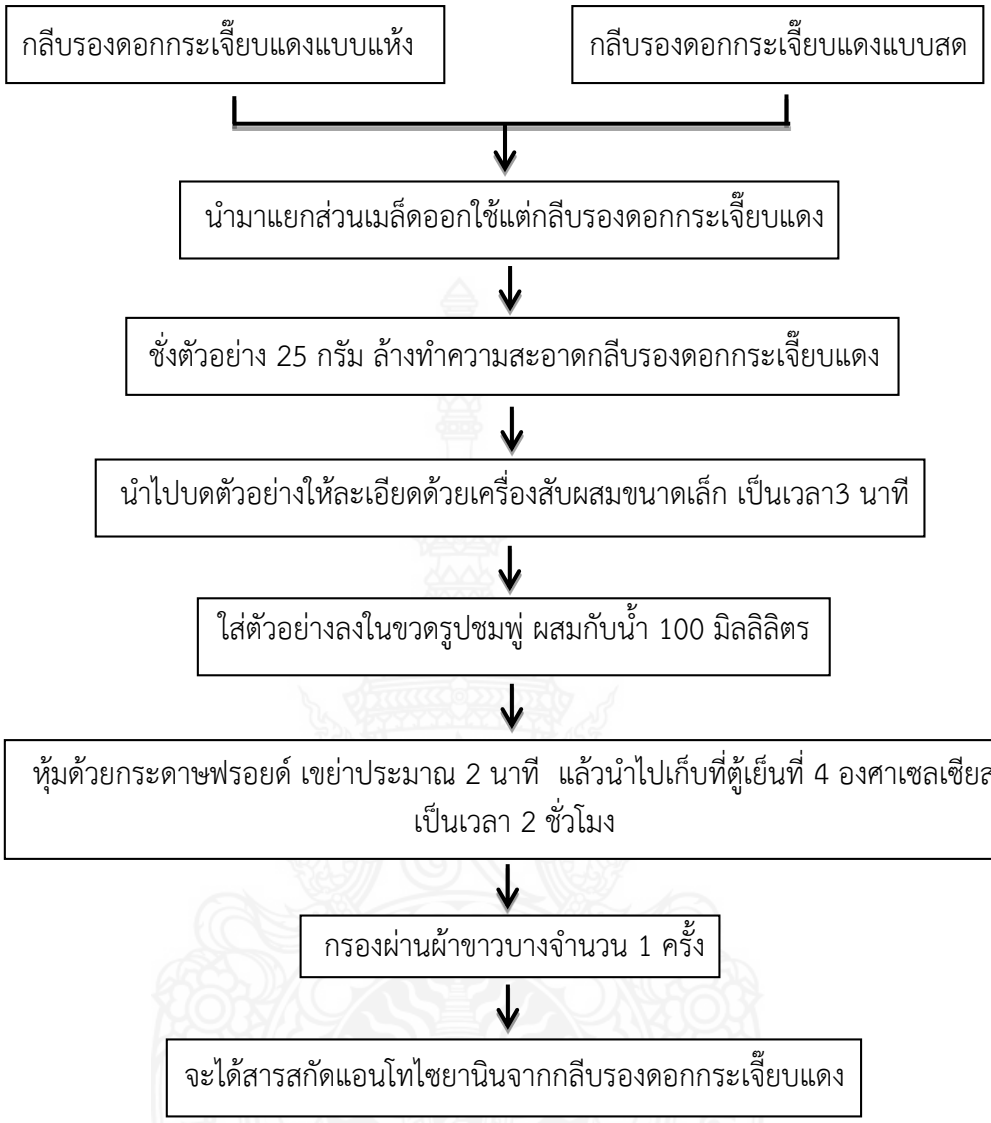
- ตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ได้ โดยศึกษาอธิบายลักษณะของสี กลิ่น และความเหลวข้นของผลิตภัณฑ์

- ตรวจวิเคราะห์ค่าสี จากเครื่องวัดสี Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d (อุปกรณ์วัดของเหลวขนาด 20 มิลลิเมตร) โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลองวัดทั้งหมด 4 วิธี แต่ละวิธีการสกัดวัดซ้ำ 5 ครั้ง ค่าที่มำการวัดได้แก่ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง – หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

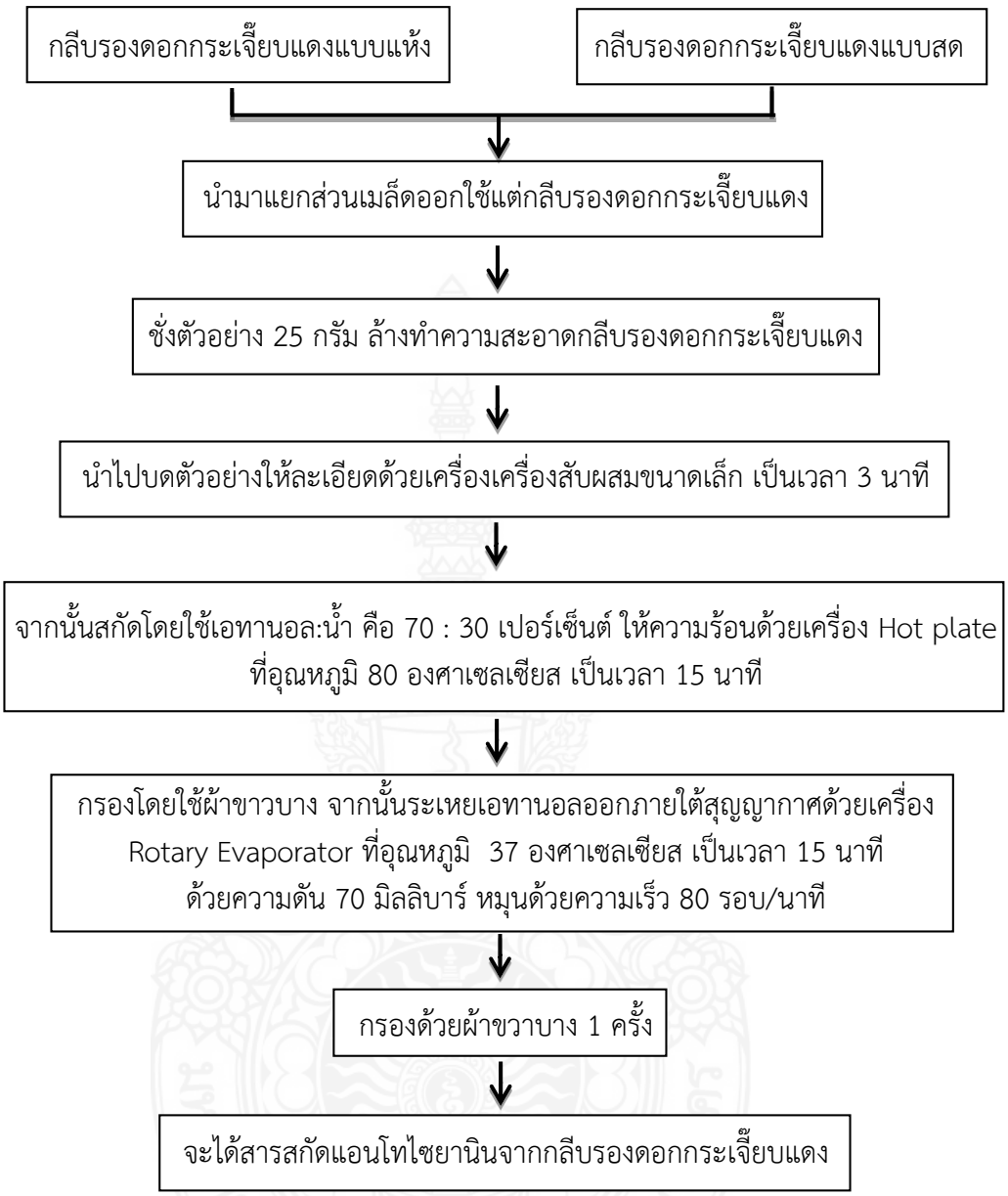
3.4.1.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ แสดงดังภาคผนวก ง.
- ตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง แสดงดังภาคผนวก ง.
- ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน แสดงดังภาคผนวก ง.

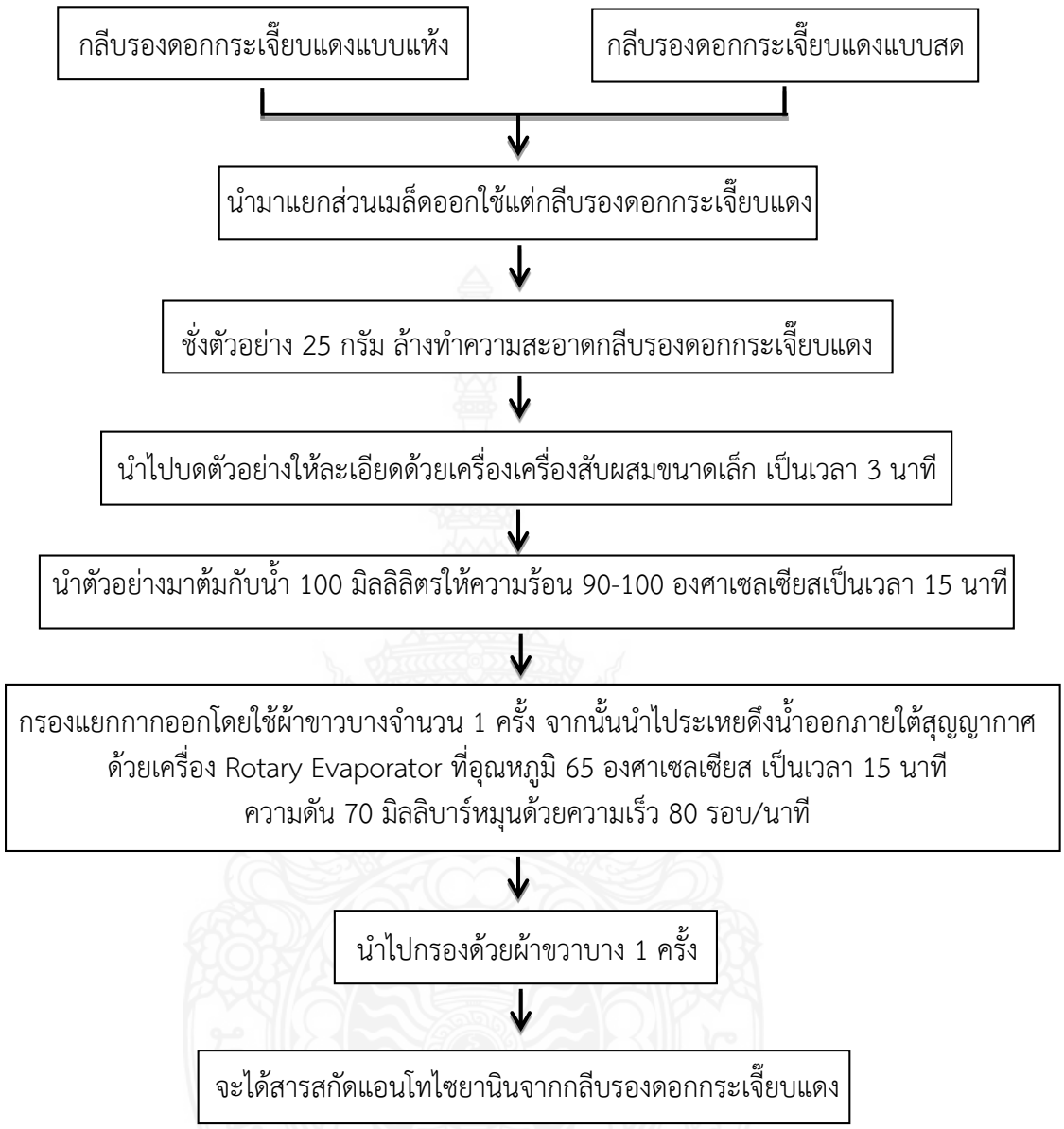
แผนภาพที่ 3.1 แสดงวิธีการสกัดแบบต้ม
ที่มา: ญานี, 2552



แผนภาพที่ 3.2 วิธีการสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ
ที่มา: ยุพาพร, 2547

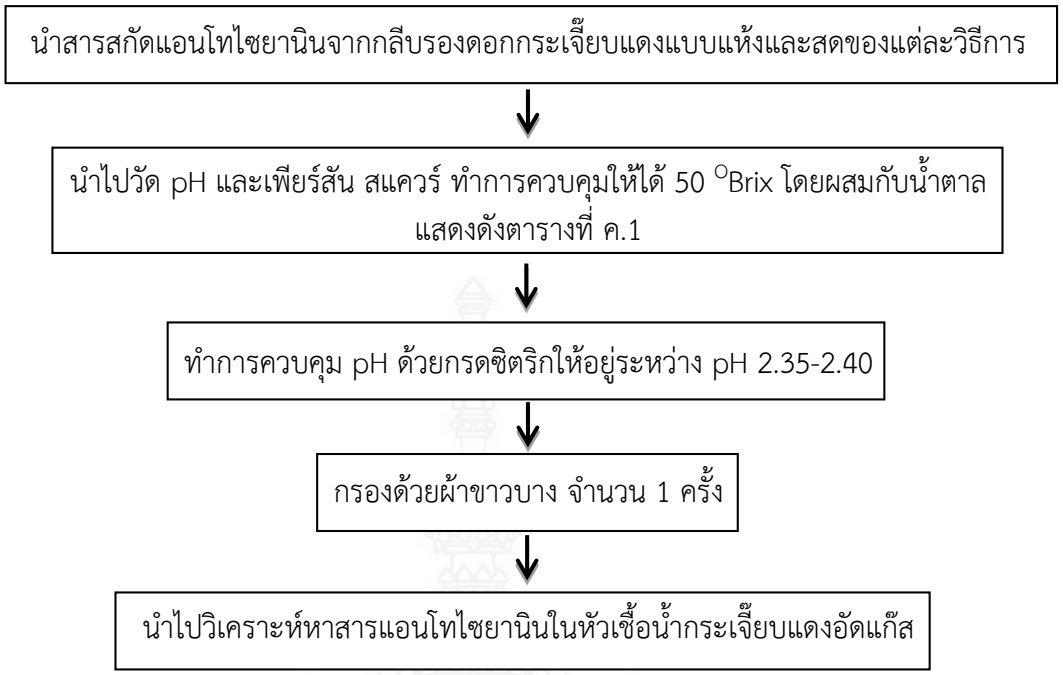


แผนภาพที่ 3.3 แสดงวิธีการสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ
ที่มา: อรุษา, 2554



แผนภาพที่ 3.4 แสดงวิธีการสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ

ที่มา: ดัดแปลงจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3



แผนภาพที่ 3.5 แสดงกรรมวิธีการทำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

3.4.1.2 ศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

นำกรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่ดีสุดจากข้อ 3.4.1.1 มาทำการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ซึ่งระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสารแอนโทไซยานินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการก่อโรคมะเร็ง (เรืองเงิน, 2544) นำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สไปวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) โดยทำการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศจำนวน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ นำเข้าเครื่องกลั่นสุญญากาศซึ่งใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความดัน 70 มิลลิบาร์ หมุนด้วยความเร็ว 80 รอบต่อนาที (ดวงกมล, 2551) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากการกลั่นสุญญากาศไปผลิตเป็นหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สโดยควบคุมระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำที่ 50 °Brix แสดงวิธีการคำนวณดังภาคผนวก ค.1 และควบคุมค่า pH อยู่ที่ 2.6-2.8 และนำไปเปรียบเทียบกับระยะเวลากลั่นสุญญากาศที่ 15 วินาที ซึ่งเป็นสูตรตั้งต้นเนื่องจากระยะเวลากลั่นสุญญากาศที่ 15 วินาทีเป็นวีธีสกัดที่ดีที่สุดจากข้อ 3.1.1.1 โดยการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สนี้ ยังไม่สามารถคัดเลือกระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมได้ เนื่องจากต้องทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำอัดแก๊สก่อน จึงสามารถทำการคัดเลือกระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมได้ ฉะนั้นจึงนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากระยะการกลั่นสุญญากาศทั้ง 3 ระดับ มาทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.4.1.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ตรวจวิเคราะห์ค่าสี จากเครื่องวัดสี Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d (อุปกรณ์วัดของเหลวขนาด 20 มิลลิเมตร) โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลองวัดทั้งหมด 4 วิธี แต่ละวิธีการสกัดวัดซ้ำ 5 ครั้ง ค่าที่ทำการวัดได้แก่ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง – หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.4.1.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพติทางเคมี (ตามข้อ 3.4.1.1.2)

จากนั้นนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศทั้ง 3 ระดับ มาทำการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และนำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สต่อไป

<u>ส่วนของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

3.4.1.3 ศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสม

นำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศทั้ง 3 ระดับ คือ 30, 45, และ 60 นาที จากข้อ 3.4.1.2 มาทำการผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยนำไป เพียร์สัน สแควร์ ควบคุมระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำที่ 10 °Brix จากการนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมาผสมกับน้ำโซดาในอัตราส่วนหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส : น้ำโซดา คือ 100 : 400 (มิลลิลิตร) แสดงวิธีการคำนวณ แสดงดังภาคผนวกที่ ค.2 แล้วทำการบรรจุใส่ขวด PET แบบ Dilution (หัวเชื้อ : น้ำโซดา) เพื่อทำการหาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จากนั้นนำน้ำกระเจี๊ยบแดง อัดแก๊สที่ได้นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีดังต่อไปนี้

3.4.1.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (ตามข้อ 3.3.1.1.1)

3.4.1.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ตามข้อ 3.3.1.1.2)

3.4.2 ศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการศึกษาข้อ 3.4.1.3 มาทำการศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สซึ่งระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) โดยศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ระดับคือ 8 ,10 และ 12 °Brix ตามลำดับและแสดงวิธีการคำนวณดังภาคผนวกที่ ค.2 โดยเป็นระดับความหวานมาตรฐานของน้ำอัดแก๊สพร้อมดื่มที่ควรมีระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำจำนวน 3 ระดับ คือ

ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ 8 °Brix มีอัตราส่วนหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส : น้ำโซดา คือ 80 : 420 (มิลลิลิตร)

ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 10 °Brix มีอัตราส่วนหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส : น้ำโซดา คือ 100 : 400 (มิลลิลิตร)

ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 °Brix มีอัตราส่วนหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส : น้ำโซดา คือ 120 : 380 (มิลลิลิตร) จากนั้นนำน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆดังต่อไปนี้

3.4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (ตามข้อ 3.3.1.2.1)

3.4.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.4.2.2.1 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ แสดงดังภาคผนวก ง.

3.4.2.2.2 ตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง แสดงดังภาคผนวก ง.

3.4.2.2.3 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน แสดงดังภาคผนวก ง.

3.4.2.2.4 ตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณแก๊ส CO_2 แสดงดังภาคผนวก ง.

3.3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความซ่า) และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) นำไปวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance -ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan’s New Multipe’s Range test (DMRT)

3.4.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการศึกษาข้อ 3.4.2 มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สในการบรรจุขวดพลาสติกใสแบบ PET(Polyethylene Terephthalate) พร้อมฝาปิดสนิท ขนาด 500 มิลลิลิตร และนำไปเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ

ในสภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตรวจทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

และในสภาวะที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตรวจทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์

โดยทั้ง 2 สภาวะ นำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ดังต่อไปนี้

3.4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.3.1.1 การวิเคราะห์ค่าสี โดยทำการจากเครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d (อุปกรณ์วัดของเหลวขนาด10 มิลลิเมตร) โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลองวัดทั้งหมด 4 สูตร แต่ละสูตรวัดซ้ำ 5 ครั้ง ค่าที่ทำการวัดได้แก่ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100โดย0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง – หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.4.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามข้อ 3.3.2.2)

3.4.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.4.3.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.4.3.3.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.4.3.3.3 โคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตรโดยวิธี MPN (Most Probable Number)

3.4.3.3.5 อี.โคไล ต้องไม่พบ

3.4.3.3.6 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.4.4 ศึกษาการยอมรับน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยนำมาทำการทดสอบจากผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยสุ่มอาจารย์ และนักศึกษามาทำการทดสอบในด้านความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส (จัดเสิร์ฟตัวอย่างโดยทำการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จากนั้นนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเสิร์ฟให้ผู้บริโภค ปริมาตร 25-30 มิลลิลิตร) ทดสอบในทางด้าน สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส (ความซ่า) และความชอบโดยรวม จากนั้นทำการเก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์

3.5 สถานที่ดำเนินงาน

3.5.1 สถานที่ทำการทดลอง

3.5.1.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 523, 621

3.5.1.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5.2 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด

<u>ส่วนของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

4.1.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

จากการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สทั้ง 4 วิธี คือ วิธีที่ 1 การสกัดแบบต้ม วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ ซึ่งแต่ละวิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ได้ จากนั้นนำสารสกัดแอนโทไซยานินทั้ง 4 วิธี มาทำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และนำมาทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 4 วิธี

คุณภาพทางกายภาพ	กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง	
	แบบแห้ง	แบบสด
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ **วิธีที่ 1** การสกัดแบบต้ม	 มีสีดำเข้มมากออกแดง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดง ปานกลาง มีความข้นเหลวปานกลาง	 มีสีแดงเข้มสดออกเหลือง สีแดงอ่อนกว่าแบบแห้งมาก มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงปานกลาง มีความข้นเหลวน้อย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คุณภาพทางกายภาพ	กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง	
	แบบแห้ง	**แบบสด**
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ	สีหัวเชื้อมีสีแดงอมม่วง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงน้อย มีความข้นเหลวน้อย	มีสีแดงสดค่อนข้างสว่าง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงน้อย มีความข้นเหลวน้อย
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ	มีสีดำมีดออกแดงเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงน้อย มีความข้นเหลวปานกลาง	มีสีแดงเข้มออกแดง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงน้อย มีความข้นเหลวปานกลาง
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ	มีสีดำเข้มออกแดง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงชัดเจน มีความข้นเหลวสูง	มีสีแดงเข้มออกเหลือง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงชัดเจน มีข้นเหลวปานกลาง

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลลักษณะของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 4 วิธี พบว่า สีของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งจะมีสีที่ได้เป็นสีดำเข้มมากออกแดงเล็กน้อย ส่วนแบบสดจะมีค่าสีที่ได้เป็นสีแดงเข้มออกเหลืองสว่างกว่าแบบแห้ง ส่วนทางด้านกลิ่น วิธีที่ 4 มีกลิ่นของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีที่ 1, วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ตามลำดับ เนื่องจากอุณหภูมิและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงส่งผลต่อกลิ่นของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่มีอยู่ในหัวเชื้อกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ส่วนทางด้านความเหลวข้น จะเห็นได้ว่า กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งจะมีความเหลวข้นมากกว่าแบบสดในทางด้านกรรมวิธีการสกัดกลีบรองดอกกกระเจี๊ยบแดง วิธีที่ 4 จะมีความข้นเหลวมากที่สุด เนื่องจากสามารถระเหยน้ำได้มากทำให้ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงกว่าการสกัดวิธีอื่น รองลงมา คือ วิธีที่ 1, วิธีที่ 3 และวิธีที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 4 วิธี

วิเคราะห์คุณภาพ	วิธีที่ 1		วิธีที่ 2		วิธีที่ 3		วิธีที่ 4	
	แบบแห้ง	แบบสด	แบบแห้ง	แบบสด	แบบแห้ง	แบบสด	แบบแห้ง	แบบสด
คุณภาพทางกายภาพ								
- ค่าสี								
L* (ความสว่าง)	1.27±0.02^{g}	36.32±0.00^{c}	15.21±0.04^{e}	53.04±0.01^{a}	0.58±0.01^{h}	38.32±0.05^{b}	3.56±0.03^{f}	36.18±0.03^{d}
a* (สีแดง)	8.50±0.03^{g}	66.44±0.08^{c}	45.54±0.05^{d}	39.58±0.02^{e}	3.98±0.02^{h}	67.81±0.04^{a}	22.75±0.02^{f}	66.67±0.02^{b}
b* (สีเหลือง)	2.09±0.02^{g}	60.93±0.03^{a}	25.85±0.05^{e}	29.14±0.02^{d}	0.97±0.01^{h}	54.16±0.04^{c}	7.80±0.03^{f}	60.81±0.07^{b}
คุณภาพทางเคมี								
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	2.39±0.00^{c}	2.35±0.01^{c}	2.40±0.00^{ab}	2.39±0.01^{bc}	2.40±0.00^{ab}	2.40±0.01^{a}	2.37±0.00^{d}	2.39±0.01^{c}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร)	135.38±0.07^{c}	46.24±0.08^{f}	98.68±1.13^{d}	11.78±0.08^{h}	159.41±0.15^{b}	29.97±0.07^{g}	201.46±0.15^{a}	50.63±0.08^{e}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1. กรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด
   - วิธีที่ 1 การสกัดแบบต้ม
   - วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ
   - วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ
   - วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ
2. ควบคุมค่า pH ของหัวเชื้อ อยู่ที่ 2.35-2.40
3. ควบคุมระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส อยู่ที่ 50 ^{o}Brix

จากตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของกรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด จำนวน 4 วิธี พบว่าคุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ทั้ง 4 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งมีค่าสีที่ได้เป็นสีค่อนข้างดำมืดออกแดง ส่วนกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบสด มีค่าสีที่ได้เป็นสีแดงเข้มออกเหลืองสว่างกว่าแบบแห้ง คุณภาพทางเคมีด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ทำการควบคุมหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ให้อยู่ในช่วง pH 2.35 - 2.40 เนื่องจากค่า pH มีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานิน โดยสารแอนโทไซยานินจะมีความคงตัวสูงที่ pH ต่ำ และสีของสารแอนโทไซยานินจะเข้มข้นมากที่สุดที่ pH 1 - 3.5 (อรุษา, 2554) ส่วนด้านปริมาณสารแอนโทไซยานิน จากการสกัดทั้ง 4 วิธี กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งจะมีสารแอนโทไซยานินมากกว่ากลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบสด โดยเฉพาะวิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินออกมาได้มากที่สุด รองลงมา คือ วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ, วิธีที่ 1 การสกัดแบบต้ม และวิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ โดยมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 201.46 ± 0.15, 159.41 ± 0.15, 135.38 ± 0.07 และ 98.68 ± 1.13 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) ตามลำดับ เนื่องจากวิธีที่ 1 การสกัดแบบต้ม จะสกัดแบบให้ความร้อนโดยตรงกับกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง ซึ่งสามารถสกัดสารแอนโทไซยานินออกมาได้แต่ยังไม่เพียงพอ วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่สกัดด้วยน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่แช่กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงกับน้ำ สามารถดึงสารแอนโทไซยานินออกมาได้น้อยที่สุดไม่เหมาะกับการนำพัฒนาเป็นน้ำอัดแก๊ส วิธีที่ 3 การสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ เป็นวิธีที่ระเหยน้ำออกจากสารสกัด โดยใช้ความร้อน และความดันเข้ามาช่วยภายใต้ระบบสุญญากาศ แต่ยังไม่สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินออกมาได้ไม่มาก พร้อมทั้งสารสกัดที่ได้มีสีน้ำตาลคล้ำออกแดงเล็กน้อย โดยเฉพาะแบบแห้งเนื่องจากใช้สารเอทานอลในการสกัดสารแอนโทไซยานิน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสกัด ส่วนวิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ ที่สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินออกมาได้มากที่สุด เนื่องจากได้ดัดแปลงมาจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 เมื่อนำมาผสมผสานระหว่างการสกัดแบบต้ม ซึ่งใช้อุณหภูมิ และระยะเวลาการสกัดที่เหมาะสม และนำไปสกัดแบบกลั่นสุญญากาศที่ช่วยระเหยน้ำออกจากสารสกัดที่ได้ ทำให้ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้น และมีสารแอนโทไซยานินสูง แสดงให้เห็นได้ว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานิน จึงเลือกวิธีการที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ โดยใช้กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแบบแห้ง ซึ่งมีลักษณะของสีค่อนค้างดำมืดมากออกแดง และมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 201.46 ± 0.15 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) มาทำการศึกษาเพื่อดูความเหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สต่อไป

4.1.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดง อัดแก๊ส

นำวิธีการสกัดที่ดีสุดจากข้อ 4.1.1 ศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยการกลั่นสุญญากาศเป็นการกำจัดน้ำบางส่วนออกไปจากสารสกัด ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่นสุญญากาศจึงมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินที่เพิ่มมากขึ้น ทำการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ จำนวน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ ซึ่งใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความดัน 70 มิลลิบาร์ หมุนด้วยความเร็ว 80 รอบต่อนาที จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากการกลั่นสุญญากาศไปผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส นำไปเปรียบเทียบกับระยะเวลากลั่นสุญญากาศที่ 15 วินาที ซึ่งเป็นสูตรตั้งต้น เนื่องจากระยะเวลากลั่นสุญญากาศที่ 15 วินาที เป็นวิธีสกัดที่ดีที่สุดจากข้อ 4.1.1 จึงได้นำมาเปรียบเทียบกับระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มขึ้น 3 ระดับ และนำมาวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ

วิเคราะห์คุณภาพ	ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ (นาที)			
	(สูตรตั้งต้น) 15	30	45	60
คุณภาพทางกายภาพ				
- ค่าสี				
L* (ความสว่าง)	3.56±0.03^{d}	3.35±0.04^{a}	3.21±0.03^{b}	3.17±0.02^{c}
a* (สีแดง)	22.75±0.02^{d}	23.89±0.03^{c}	24.33±0.09^{b}	26.93±0.05^{a}
b* (สีเหลือง)	7.80±0.03^{d}	6.11±0.02^{a}	5.55±0.06^{b}	4.57±0.04^{c}
คุณภาพทางเคมี				
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	2.37±0.00^{d}	2.62±0.01^{a}	2.60±0.01^{b}	2.58±0.00^{c}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร)	201.46±0.15^{d}	214.04±0.13^{c}	229.87±0.08^{b}	237.05±0.08^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
สูตรตั้งต้น หมายถึง ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศ 15 นาที เนื่องจากเป็นวิธีสกัดที่ดีที่ สุดจากข้อ 4.1.1 จึงได้นำมาเปรียบเทียบกับระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มขึ้น 3 ระดับ

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที พบว่า การนำสารสกัดแอนโทไซยานินาทำการกลั่นสุญญากาศเป็นการระเหยน้ำออกจากสารสกัด ส่งผลทำให้สารสกัดแอนโทไซยานินเข้มข้นมากขึ้น เมื่อยิ่งเพิ่มระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศให้มากขึ้น จึงส่งผลให้น้ำระเหยออกไปมากขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ค่าสีแดง (a*) เพิ่มมาก

ขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง เนื่องจากสารแอนโทไซยานินมีเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การใช้ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่มากขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง ทำให้ค่าความเปรี้ยวมากขึ้นตามระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มมากขึ้น เพราะสารสกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบน้ำแดง มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำ ทำการควบคุม pH อยู่ที่ pH 2.6-2.8 เนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่นานขึ้น จะทำให้น้ำระเหยออกจากสารสกัดได้มากกว่าสารสกัดที่ใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่น้อยกว่า ทำให้สารสกัดมีความเข้มข้นสูง ส่งผลทำให้ค่า pH ต่ำลงเรื่อยๆ ซึ่งมีความเป็นกรดมากขึ้น เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้กลั่นสุญญากาศทำให้อิออนจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งแตกตัวมากขึ้น ทำมีค่าเป็นกรดสูงขึ้น (อัปสร, 2542) ด้านปริมาณสารแอนโทไซยานิน พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณของสารแอนโทไซยานินเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้กลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที มีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากที่สุด รองลงมา คือ 45 และ 30 นาที ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 237.05 ± 0.08, 229.87 ± 0.08 และ 214.04 ± 0.13 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) ตามลำดับ จากการศึกษาทั้ง 3 ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศเพื่อให้ได้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส แต่ยังไม่สามารถเลือกได้ว่าระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศระดับไหนที่จะเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นน้ำอัดแก๊ส จึงยังไม่สามารถเลือกสูตรที่ดีที่สุด เพราะระยะการกลั่นสุญญากาศเวลาทั้ง 3 ระดับ นั้นส่งผลต่อ ปริมานสารแอนไซยานินและจะมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สอย่างไร จึงต้องนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สทั้ง 3 ระดับไปผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส เพื่อดูความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปศึกษาต่อไป

<u>ส่วนของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

4.1.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สโดยใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสม

นำหัวเชื้อกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากข้อ 4.1.2 ทั้ง 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที มาทำการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยนำหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมาผสมกับน้ำโซดา คือ 100 มิลลิลิตร : 400 มิลลิลิตร ทำการบรรจุแบบ Dilution (หัวเชื้อ : น้ำโซดา) จากนั้นนำน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้ นำมาวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สโดยใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ จำนวน 3 ระดับ

คุณภาพทางกายภาพ	**ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ (นาที)**		
	30	**45**	**60**
- **ลักษณะของผลิตภัณฑ์**			
	มีสีแดงเข้มอมเหลือง ไม่มีฟอง มีกลิ่นของกกระเจี๊ยบแดงปานกลาง มีความข้นเหลวเล็กน้อย	มีสีแดงเข้มอมเหลืองเล็กน้อย มีฟองเล็กน้อย มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงปานกลาง มีความข้นเหลวปานกลาง	มีสีแดงอมน้ำตาลเข้ม มีฟองสีน้ำตาลและตะกอนเยอะ มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงน้อย มีความข้นเหลวมาก

จากตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สโดยใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ จำนวน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที พบว่า ลักษณะปรากฏของน้ำกระเจี๊ยบอัดแก๊สระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 30 นาที จะมีลักษณะสีแดงเข้มอมเหลือง มีไม่มีฟอง มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงปานกลาง มีความข้นเหลวเล็กน้อย ลักษณะที่ปรากฏของน้ำกระเจี๊ยบอัดแก๊ส โดยระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 45 นาที มีสีแดงเข้มอมเหลืองเล็กน้อย มีฟองเล็กน้อย มีกลิ่นของกระเจี๊ยบแดงปานกลาง มีความข้นเหลวปานกลาง และลักษณะที่ปรากฏของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที มีสีแดงเข้มอมน้ำตาล เกิดตะกอนและฟองสีน้ำตาลขึ้นภายในขวด มีกลิ่นของกระเจี๊ยบน้อย มีความข้นเหลวมาก ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 45 นาที จึงเหมาะสมมากกว่าระดับระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ 30 และ 60 นาที ในทางด้านลักษณะของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ใช้ระยะในการกลั่นสุญญากาศเวลาจำนวน 3 ระดับ

วิเคราะห์คุณภาพ	ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ (นาที)		
	30	45	60
คุณภาพทางกายภาพ			
- ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	33.89±0.02^{c}	32.30±0.04^{b}	29.01±0.02^{a}
a* (สีแดง)	59.87±0.03^{c}	61.30±0.03^{b}	62.67±0.04^{a}
b* (สีเหลือง)	51.57±0.04^{a}	50.59±0.02^{b}	48.69±0.04^{c}
คุณภาพทางเคมี			
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.28±0.00^{a}	3.24±0.00^{b}	3.20±0.00^{c}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร)	44.05±0.08^{c}	49.70±0.07^{b}	51.94±0.08^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศ จำนวน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที พบว่า คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าความสว่าง (L*)และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าลดลงตามลำดับ ส่วนค่าสีแดง (a*) จะมีสีแดงเพิ่มมากขึ้น ตามลำดับเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่นสุญญากาศในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่แตกต่างกันเมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) แตกต่างกัน ส่วนคุณภาพทางเคมี ด้านค่า pH จะมีค่า pH ลดลงตามลำดับ จะมีค่า pH ลดลงตามระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ เพราะหัวเชื้อที่ใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่นานขึ้นทำให้เมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรดมากขึ้น เนื่องระยะเวลาที่ใช้กลั่นสุญญากาศที่นานขึ้นทำให้อิออนจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งแตกตัวได้มาก (อัปสร, 2542) ด้านปริมาณสารแอนโทไซยานินของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ผลิตจากหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที จะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมาคือ 45 และ 30 นาที ทำให้ได้ค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน 51.94 ± 0.08, 49.70 ± 0.07 และ 44.05 ± 0.08 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) ตามลำดับ แต่หัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที เมื่อทำการผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สเกิดฟองเป็นสีน้ำตาล และเกิดการตกตะกอนภายในขวด เกิดจากการสลายตัวของสารแอนโทไซยานิน ที่เกิดจากระยะเวลาที่ใช้กลั่นสุญญากาศในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่นานเกินไป จะส่งผลทำให้โมเลกุลของโปรตีนซึ่งอยู่ในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงจะเข้าไปจับกับสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อน แล้วเกิดการตกตะกอน (Jing and Giusti, 2007)

เป็นสาเหตุทำให้เมื่อทำการผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จึงเกิดฟองขึ้นมีลักษะเป็นฟองสีน้ำตาล และสลายตัวอยาก ฉะนั้นจึงได้เลือกระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 45 นาที ในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ซึ่งมี ความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส นอกจากจะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ใกล้เคียงกับระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที อีกทั้งยังมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าไม่มีฟอง และการตกตะกอนภายในขวด จึงได้นำน้ำกระเจี๊ยบแดงที่ผลิตจากหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 45 นาที ไปศึกษาต่อไป

4.2 ผลการศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการศึกษาข้อ 4.1.3 มาทำการศึกษาระดับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12 ^{o}Brix ตามลำดับ แล้วนำน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและของผลิตภัณฑ์ แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ

วิเคราะห์คุณภาพ	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (^{o}Brix)		
	8	10	12
คุณภาพทางกายภาพ			
- ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	33.15±0.02^{a}	32.30±0.03^{b}	29.90±0.01^{c}
a* (สีแดง)	59.15±0.01^{c}	61.30±0.01^{b}	63.04±0.02^{a}
b* (สีเหลือง)	55.87±0.03^{a}	53.59±0.04^{b}	49.62±0.04^{c}
คุณภาพทางเคมี			
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.28±0.00^{a}	3.24±0.00^{b}	3.21±0.00^{c}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร)	45.96±0.00^{c}	49.70±0.07^{b}	52.70±0.08^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ของระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ จำนวน 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12 ^{o}Brix ตามลำดับ มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) น้อยที่สุด แต่ค่าสีแดง (a*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 ^{o}Brix มีค่าสีแดง (a*) มากที่สุด แต่มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) น้อยที่สุด รองลงมา คือ 10 และ 8 ^{o}Brix ตามลำดับ เนื่องจากการเพรีย์สัน สแควร์ แสดงดังภาคผนวก ค.2 ในการทำน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สทำให้ ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 ^{o}Brix มีปริมาณหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มากกว่าระดับ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ใน 10 และ 8 °Brix ส่งผลทำให้มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) น้อยกว่า แต่จะมีค่าสีแดง (a*) มากที่สุด ส่วนคุณภาพทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 12 °Brix มีความเป็นกรดมากกว่าระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่ 10 และ 8 °Brix ตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมากกว่าระดับอื่น และยังส่งผลทำให้มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทำให้มีปริมาณมากขึ้นตามระดับ เมื่อมีระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มโดยระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 °Brix จะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 8 °Brix ตามลำดับ เนื่องจากหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สนั้นถูกเจือจางด้วยน้ำโซดาในปริมาณที่มากกว่า ส่งผลทำให้สารแอนไซยานินมีปริมาณน้อยกว่าระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 °Brix

ตารางที่ 4.7 แสดงคะแนนความชอบของระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ

วิเคราะห์คุณภาพ	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (°Brix)		
	8	10	12
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	7.00±1.74^{b}	7.57±0.94^{a}	7.79±0.76^{a}
สี	6.93±0.83^{c}	7.00±1.74^{b}	8.07±0.58^{a}
กลิ่นรส	6.20±1.37^{c}	6.67±1.40^{b}	7.17±1.29^{a}
รสชาติ	6.37±1.47^{b}	7.27±1.08^{a}	7.43±1.37^{a}
ความหวาน	6.10±1.03^{c}	7.10±0.96^{b}	7.97±1.07^{a}
เนื้อสัมผัส (ความซ่า)	6.07±1.26^{c}	7.17±0.83^{b}	7.90±1.55^{a}
ความชอบโดยรวม	6.30±0.99^{c}	7.20±0.81^{b}	8.10±0.80^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12 °Brix พบว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส ความหวาน เนื้อสัมผัส (ความซ่า) และความชอบโดยรวม ที่ระดับความหวาน 8, 10 และ 12 °Brix มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส (ความซ่า) และความชอบโดยรวม ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 12 °Brix มากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความใกล้เคียงกับระดับความหวานของน้ำอัดแก๊สทั่วไปส่งผลทำให้ผู้ทดสอบชิมชอบระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 °Brix โดยมีคะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด อีกทั้งยังมีสารแอนโทไซยานินสูงมากกว่าระดับความหวานอื่นๆ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็ง เนื่องจากการเพรีย์สัน สแควร์ แสดงดังภาคผนวก ค.2 ในการทำน้ำกระเจี๊ยบ

แดงอัดแก๊ส ทำให้ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ 12 °Brix มีปริมาณหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส มากกว่าระดับความหวาน 10 และ 8 °Brix ตามลำดับ จึงส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส ความหวาน เนื้อสัมผัส (ความซ่า) กับผู้ทดสอบชิมทำให้ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลาย 10 °Brix และ 8 °Brix ได้รับความชอบรองลงมาตามลำดับ ฉะนั้นจึงทำการเลือกระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่ 12 °Brix เป็นระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สต่อไป

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส และนำไปเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ ในสภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส ทำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และในสภาวะที่ 2 อุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยทั้ง 2 สภาวะทำการตรวจวิเคราะห์ทุกๆ 7 วัน แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.8 และ 4.9

4.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

อุณหภูมิเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คุณภาพทางกายภาพ			คุณภาพทางเคมี			
		L* (ความสว่าง)	a* (สีแดง)	b* (สีเหลือง)	pH	^{O}Brix	CO_2	ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร)
สภาวะที่ 1	0	47.03±0.02^{l}	64.88±0.02^{a}	32.36±0.01^{a}	3.21	12	3.6	52.70±0.08^{a}
	1	47.48±0.03^{j}	63.90±0.03^{b}	32.18±0.03^{b}	3.21	12	-	51.85±0.00^{b}
	2	47.89±0.01^{i}	63.56±0.00^{c}	31.60±0.02^{c}	3.20	12	3.4	50.15±0.08^{c}
	3	48.35±0.02^{g}	63.02±0.01^{d}	31.08±0.02^{d}	3.19	12	-	48.86±0.08^{d}
5±2 องศาเซลเซียส	4	-	-	-	3.18	12	3.3	47.16±0.13^{e}
	5	49.00±0.03^{d}	62.12±0.03^{e}	30.08±0.02^{e}	3.18	12	-	45.01±0.13^{f}
	6	49.36±0.04^{c}	61.65±0.02^{f}	30.78±0.03^{f}	3.15	12	3.2	44.11±0.08^{g}
	7	49.77±0.01^{b}	60.48±0.01^{g}	29.65±0.01^{g}	3.14	11.8	-	42.20±0.08^{h}
	8	49.95±0.01^{a}	60.26±0.02^{h}	29.80±0.03^{h}	3.13	11.8	3.1	40.73±0.12^{i}
สภาวะที่ 2	0	47.04±0.01^{e}	64.80±0.01^{a}	32.35±0.02^{a}	3.21	12	3.6	52.70±0.08^{a}
	1	48.22±0.03^{d}	63.54±0.03^{b}	31.25±0.02^{b}	3.20	12	-	49.08±0.08^{b}
	2	49.50±0.02^{c}	62.33±0.02^{c}	29.90±0.01^{c}	3.18	12	3.2	46.80±0.08^{c}
30±2 องศาเซลเซียส	3	49.80±0.02^{b}	60.15±0.03^{d}	29.72±0.03^{d}	3.15	11.8	-	43.25±0.00^{d}
	4	-	-	-	3.14	11.8	2.7	40.46±0.12^{e}
	5	51.33±0.01^{a}	58.06±0.04^{e}	28.50±0.02^{e}	3.14	11.8	-	38.14±0.13^{f}

หมายเหตุ : CO_2 คือ การเช็คปริมาณแก๊สในผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยเช็คทุกๆ 2 อาทิตย์ทำการเช็คปริมาณแก๊ส CO_2 1 ครั้ง

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ในการเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีผลของการเปลี่ยนแปลงของ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) โดยสภาวะที่2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส จะมีค่าความสว่างมากขึ้น แต่มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลงมากกว่าสภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส อีกทั้งยังเห็นได้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ได้ค่าความสว่างมากขึ้น แต่ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) จะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เก็บนานขึ้น ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ปริมาณสารแอนโทไซยานิน, ค่า °Brix, ค่า pH และปริมาณแก๊ส CO_2 จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำ 5±2 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความคงตัวของปริมาณสารแอนโทไซยานิน ได้ดีกว่าสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง 30±2 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าสภาวะที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เกิดการย่อยสลายของสารแอนโทไซยานินมากกว่าสภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารแอนโทไซยานินจะเกิดได้มากที่สุด เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงและมีแสง จากสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงจะก่อให้เกิด Chalcone ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้สารแอนโทไซยานินลดต่ำลง (ยุพาพร, 2547) ทำให้มีผลต่อความเสถียรภาพของสารแอนโทไซยานินในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตาม pH ของสารละลายที่สารแอนโทไซยานินละลายอยู่ (ฉวีวรรณและบุศกรณ์, 2531) ทำให้เห็นได้ว่าอุณหภูมิที่สูงจะมีความคงตัวของสารแอนโทไซยานินลดลงมากกว่าอุณหภูมิที่ต่ำ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษายังส่งผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส แสดงให้เห็นได้ว่า ค่า °Brix, ค่า pH, ปริมาณแก๊ส CO_2 และปริมาณสารแอนโทไซยานินจะลดลงเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มากระตุ้น ได้แก่ อุณหภูมิ แสง และระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง และมีแสงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีได้เร็วมากยิ่งขึ้น ฉะนั้นควรทำการเก็บรักษาน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่สภาพวะอุณหภูมิต่ำ 5±2 องศาเซลเซียส จะมีความเสถียรภาพมากกว่าหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีได้ช้ากว่าในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงที่ 30±2 องศาเซลเซียส

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

อุณหภูมิเก็บรักษา	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)**	**จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)**	**ยีสต์และรา (CFU/ml)**	***E.Coli* (MPN/ml)**	***Coliform* (MPN/ml)**	***Salmonella spp.*(in 25 ml)**
สภาวะที่ 1	0	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	1	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	2	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	3	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	4	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
5±2 องศาเซลเซียส	5	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	6	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	7	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	8	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
สภาวะที่ 2	0	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	1	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	2	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
30±2 องศาเซลเซียส	3	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	4	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ
	5	ไม่พบ	ไม่พบ	<3	<3	ไม่พบ

หมายเหตุ : เกิดตะกอนขึ้นภายในขวด ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางกายภาพของสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา สภาวะ ที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในระยะการเก็บรักษาน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ในการเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ 5±2 และ 30±2 องศาเซลเซียส โดยผลการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งสองอุณหภูมิ ไม่พบ จุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, *E.Coli, Coliform* และ *Salmonella* ในเครื่องดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สในการเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และสภาวะที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า เชื้อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เชื้ออีโคไล ต้องไม่พบ ส่วนเชื้อโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร ซาลโมเนลลาต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ในการเก็บรักษา 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ส่วนสภาวะที่ 2 อุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชุน (เรื่อง น้ำกระเจี๊ยบแดง) แต่สัปดาห์ที่ 5 เกิดตกการตะกอนขึ้นภายในขวดน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส มีลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาลอยู่ก้นของขวดน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส อาจเกิดจากการสลายตัวของสารแอนโทไซยานินที่เกิดจากการเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลทำให้โมเลกุลของโปรตีนจะไปจับกับสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Jing and Giusti, 2007) ส่งผลทำให้เกิดการตกตะกอนภายในขวดที่ทำให้เสื่อมเสียทางกายภาพ ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจึงได้หยุดการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพเคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สของการเก็บรักษาในสภาวะที่ 2 อุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถมีอายุการเก็บรักษาที่ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต้องผู้บริโภค

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งในส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้บริโภคที่ได้ทำการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 4.10

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
1. เพศ	
1.1 ชาย	38
1.2 หญิง	62
2. อายุ	
2.1 15 - 24 ปี	5
2.2 25 - 34 ปี	93
2.3 35 - 44 ปี	2
3. สถานภาพ	
3.1 โสด	99
3.2 แต่งงาน	1
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
4.1 ปริญญาตรี	96
4.2 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	4
5. อาชีพ	
5.1 นักเรียน/นักศึกษา	97
5.2 รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	3
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
6.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	40
6.2 5,001 - 7,500 บาท	33
6.3 7,501 - 10,000 บาท	15
6.4 10,001 -15,000 บาท	8
6.5 15,001 - 20,000 บาท	2
6.6 มากกว่า 20,001 บาท	2

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ ซึ่งข้อมูลในตารางมีการแบ่งช่วงอายุรายปี โดยใช้กลุ่ม 10 ปีตามความเหมาะสม

จากตารางที่ 4.10 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 62 คน มีอายุระหว่าง 15 – 24 ปี 93 เปอร์เซ็นต์ มีสถานภาพโสด 99 เปอร์เซ็นต์ มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี 96 เปอร์เซ็นต์ มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา 97 เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท 40 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคน้ำอัดแก๊ส

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการน้ำอัดแก๊ส

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
7. ปกติท่านนิยมบริโภคน้ำอัดแก๊สหรือไม่	
7.1 ใช่	82
7.2 ไม่ใช่	18
8. ท่านบริโภคน้ำอัดแก๊สกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์	
8.1 น้อยกว่า 2 ครั้ง	20
8.2 2 - 3 ครั้ง	42
8.3 4 - 5 ครั้ง	28
8.4 มากกว่า 5 ครั้ง	11
9. ปกติท่านซื้อน้ำอัดแก๊สจากที่ไหนมากที่สุด	
9.1 ร้านสะดวกซื้อ เช่น Seven Eleven, มินิมาร์ท	60
9.2 ศูนย์การค้า เช่น Big C, Macro	6
9.3 ร้านค้าปลีก	34
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อน้ำอัดแก๊สมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
10.1 สดชื่นและดับกระหาย	37
10.2 มีราคาถูก	4
10.3 ทานคู่กับอาหารได้หลากหลายเมนู	24
10.4 การโฆษณา	4
10.5 ความสะดวกในการหาซื้อ	13
10.6 รสชาติอร่อย	14
10.7 โปรโมชั่น	4
11. โอกาสใดบ้างที่ท่านจะรับประทานน้ำอัดแก๊ส	
11.1 เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน	50
11.2 รับประทานคู่กับอาหาร เช่น ส้มตำ	14
11.3 รับประทานหลังจากเหนื่อยล้า	35
11.4 อื่นๆ (อากาศร้อน)	1

จากตารางที่ 4.11 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคน้ำอัดแก๊ส จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคนิยมบริโภคน้ำอัดแก๊ส 85 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคบริโภคน้ำอัดแก๊ส 2-3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ 42 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคซื้อน้ำอัดแก๊สจากร้านสะดวกซื้อ เช่น Seven Eleven, มินิมาร์ท 60 เปอร์เซ็นต์ เหตุผลที่ผู้บริโภคเลือกซื้อน้ำอัดแก๊สมาบริโภคเพราะสดชื่นและดับกระหาย 97 เปอร์เซ็นต์ เหตุผลรองลงมาที่ผู้บริโภคเลือกซื้อน้ำอัดแก๊ส คือทานคู่กับอาหารได้หลากหลายเมนู 24 เปอร์เซ็นต์ และจากการสำรวจ พบว่า ผู้บริโภคจะรับประทานน้ำอัดแก๊สเมื่อรู้สึกอยากรับประทาน 50 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจาก กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
12. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์	
12.1 ชอบมากที่สุด	24
12.2 ชอบมาก	47
12.3 ชอบปานกลาง	21
12.4 ชอบน้อยที่สุด	3
12.5 เฉยๆ	5
12.6 ไม่ชอบเล็กน้อย	0
12.7 ไม่ชอบปานกลาง	0
12.8 ไม่ชอบมาก	0
12.9 ไม่ชอบมากที่สุด	0
13. สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากการสกัดกลีบรองกระเจี๊ยบแดง ท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละด้านอย่างไรบ้าง ใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์	
13.1 สี	
- มากที่สุด	48
- มาก	45
- ปานกลาง	7
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
13.2 กลิ่น (กระเจี๊ยบแดง)	
- มากที่สุด	5
- มาก	35
- ปานกลาง	48
- น้อย	11
- น้อยที่สุด	0
13.3 กลิ่นรส (กระเจี๊ยบแดง)	
- มากที่สุด	22
- มาก	49
- ปานกลาง	25
- น้อย	3
- น้อยที่สุด	0
13.4 รสชาติ (กระเจี๊ยบแดง)	
- มากที่สุด	31
- มาก	53
- ปานกลาง	26
- น้อย	2
- น้อยที่สุด	0
13.5 ความหวาน	
- มากที่สุด	16
- มาก	51
- ปานกลาง	33
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
13.6 เนื้อสัมผัส (ความซ่า)	
- มากที่สุด	55
- มาก	39
- ปานกลาง	8
- น้อย	3
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
13.7 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	32
- มาก	54
- ปานกลาง	14
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
14. ผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
14.1 ยอมรับ	100
14.2 ไม่ยอมรับ	0
15. หากมีผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
15.1 ซื้อ	78
15.2 ไม่ซื้อ	0
15.3 ไม่แน่ใจ	22

จากตารางที่ 4.12 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ด จากผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงต่อใจต่อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงโดยความรู้สึกที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ มีความชอบมาก 47 เปอร์เซ็นต์ ความรู้สึกรองลงมา คือ มีความชอบมากที่สุด 24 เปอร์เซ็นต์ มีความชอบปานกลาง 21 เปอร์เซ็นต์ มีความชอบน้อยที่สุด 3 เปอร์เซ็นต์ มีความชอบเฉยๆ 5 ส่วนความพึงพอใจ ที่ผู้บริโภคมีต่อลักษณะปรากฏด้านต่างๆ ด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส มีความพึงพอใจมากที่สุด 48 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมาก 45 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมาก 35 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจน้อยที่สุด 11 เปอร์เซ็นต์ และมีความพึงพอใจมาก 5 เปอร์เซ็นต์ ด้านกลิ่น มีความพึงพอใจมาก 49 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจปานกลาง 25 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมากที่สุด 22 เปอร์เซ็นต์ และมีความพึงพอใจน้อย 3 เปอร์เซ็นต์ ด้านรสชาติ มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมากที่สุด 31 เปอร์เซ็นต์ และมีความพึงพอใจปานกลาง 26 เปอร์เซ็นต์ ด้านความหวาน มีความพึงพอใจมาก 51 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจปานกลาง 16 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมากที่สุดคิด 16 เปอร์เซ็นต์ ด้านเนื้อสัมผัส มีความพึงพอใจมากที่สุด 50 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมาก 39 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจปานกลาง 8 เปอร์เซ็นต์ และมีความพึงพอใจน้อย 3 เปอร์เซ็นต์ ด้านความชอบโดยรวม มีความพึงพอใจมาก 54 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจมากที่สุด 32 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจปานกลาง 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับ 100 เปอร์เซ็นต์ และจากการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีการนำผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดง มาจำหน่ายท่านสนใจจะซื้อหรือไม่ พบว่า ผู้บริโภคเลือกที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 78 เปอร์เซ็นต์ และไม่แน่ใจ 22 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสด

<u>ส่วนของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

5.1.1.1 จากการศึกษากรรมวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งและแบบสดซึ่งในแต่ละกรรมวิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนกลั่นสุญญากาศ และชนิดของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 201.46 ± 0.15 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) อีกทั้งวิธีที่ 4 เป็นวิธีที่สามารถรักษาสี กลิ่นของกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงได้อย่างชัดเจนมากที่สุด

5.1.1.2 จากการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 237.05 ± 0.08 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) รองลงมา คือ 45 นาที มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน คือ 229.87 ± 0.08 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) และ 30 นาที มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน คือ 214.04 ± 0.13 (มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) จากการศึกษาระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศทั้ง 3 ระดับ ยังไม่สามารถเลือกได้ว่าระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศระดับไหนที่จะเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นน้ำอัดแก๊ส เนื่องจากระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศจะมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จึงทำให้ไม่สามารถเลือกสูตรที่ดีที่สุด

<u>ส่วนของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส</u>

5.1.1.3 จากการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ได้จากการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยใช้ระยะเวลาในการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสม พบว่า หัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ใช้ระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศ 45 นาที เป็นระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส เนื่องจากสามารถสกัดสารแอนโทไซยานินที่สกัดได้ใกล้เคียงกับระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที แต่ไม่เกิดฟองสีน้ำตาล และยังไม่เกิดการตกตะกอนภายในขวด จากโมเลกุลของโปรตีนที่เข้าไปจับตัวกับสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อน แล้วเกิดการตกตะกอน (Jing and Giusti, 2007) อีกทั้งยังมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าระยะเวลาการกลั่นสุญญากาศที่ 60 นาที

5.1.2 จากการศึกษาระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบของระดับความหวานที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมดที่ 12 ^{o}Brix มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และรสชาติ เนื้อสัมผัส (ความซ่า) ความหวาน และความชอบโดยรวม เนื่องจากน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สมีความใกล้เคียงกับระดับความหวานของน้ำอัดแก๊สทั่วไป อีกทั้งยังมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด

5.1.3 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี พบว่า สภาวะที่ 1 อุณหภูมิต่ำ 5±2 องศาเซลเซียส มีความเสถียรภาพมากว่าหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีได้ช้ากว่าสภาวะที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สภาวะที่ 1 อุณหภูมิต่ำ 5±2 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาไว้ได้มากกว่า 8 สัปดาห์ และสภาวะที่ 2 อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เนื่องจากสัปดาห์ที่ 5 เกิดการตกตะกอนภายในขวด จึงสามารถเก็บน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สไว้ได้ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค มีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชุน (เรื่อง น้ำกระเจี๊ยบแดง)

5.1.4 จากการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงต่อใจต่อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง คือ มีชอบมาก 47 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคให้การยอมรับ 100 เปอร์เซ็นต์ และเลือกที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 78 เปอร์เซ็นต์ และไม่แน่ใจ 22 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานกว่า 2 เดือน ที่สภาวะที่ 1 อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส มีความเป็นกรดสูงสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 2 เดือน จึงควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกาย เคมี และจุลินทรีย์ เพิ่มเติมมากกว่า 2 เดือน

5.2.2 ควรศึกษาสารทดแทนความหวาน ที่ใช้ทดแทนปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส เพื่อลดการใช้น้ำตาลซึ่งอาจที่ให้พลังงานสูง

5.2.3 ควรศึกษาภาชนะบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส ที่สามารถปกป้องแสงที่เข้ามาส่งผลต่อการย่อยสลายของสารแอนโทไซยานิน

เอกสางอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. **แอนโทไซยานิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pukekoeshop.com/th/view/.html, 5 มกราคม 2559.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://teerachonlucky.word.com, 5 มกราคม 2559.

เกศนภา ถาวร. 2549. "**การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบการศึกษาประสิทธิภาพทางคลินิกของกระเจี๊ยบแดง**." ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์. 2535. "**การสกัดแอนโธไซยานินส์จากดอกอัญชัน**." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

เคมีภัณฑ์. ม.ป.ป. **ซิตริก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.chemipan.com/home/index.php/html, 8 มกราคม 2559.

ฉวีวรรณ จันทรขรินทร. 2531. "**การศึกษาเสถียรภาพของรงควัตถุแอนโท ไซยานินในน้ำกระเจี๊ยบแดง**." โครงการวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ชีลพร อินทร์อุดม. 2541. **การบรรจุภัณฑ์.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

ญาณี จินดามัง. 2555. **"ความคงตัวของสารแอนโทไซยานิน จากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน**." วารสารสุทธิปริทัศน์**.** 129-146.

ธัญชนก อุดมทรัพย์. 2554. **"การพัฒนาน้ำมังคุดอัดแก๊ส."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธารธรรมแก้ว เชื้อเมือง. 2537. **สมุนไพรสำคัญที่ควรรู้.** กำแก้ว, ม.ป.ท.

ปุ่นและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **ภาชนะบรรจุอาหาร**. โรงพิมพ์หยี่เฮง, กรุงเทพฯ.

ปัญจ์ยศ มงคลชาติ. 2551. **เทคโนโลยีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ (กระจายเสียง)**.กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กระจายเสียงจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. **สมุนไพรก้าวใหม่**. กรุงเทพฯ : เมดิคัล มีเดีย.

พัชราภรณ์ รัตนธรรม. 2556. **"สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องสีงอก."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล. 2551. **น้ำตาล**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaigoodview.com/node/18637, 26 มกราคม 2559.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. ม.ป.ป. **น้ำอัดลม.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetwork solution.com/ carbonated-softdrink, 5 มกราคม 2559.

บุศรารัตน์ สายเชื้อ**.** 2545**. "แอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง Hibiscus sabdariffa L. เพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ**.**

วันดี กฤษณพันธ์. 2541. **สมุนไพรในครัว**. กรุงเทพฯ : เมดิคัล มีเดีย.

วิทิต วัณนาวิบูล. 2559. **อาหารสมุนไพร**. นิตยสารหมอชาวบ้าน, 1 เมษายน 2529.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เรือนเงิน สินธุ. 2554 **".การสกัดและคุณภาพการวิเคราะห์ของแอนโทไซยานินในลูกหว้า."** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ วิทยาเชตกำแพงแสน.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป. **น้ำตาล.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id, 28 มกราคม 2559.

สมพร ภูติยานันต์. 2551. **สมุนไพรใกล้ตัว.** เชียงใหม่ : เอราวัณการพิมพ์.

สมุนไพรดอทคอม. ม.ป.ป. **สมุนไพรไทยกระเจี๊ยบแดง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www. ข้อมูลสมุนไพร.com, 20 มกราคม 2559.

สุนทรี สิงหบุตร. 2536. **สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด.** กรุงเทพฯ : เอส พริ้นติ้งเฮาร์.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. *2551.* **กระเจี๊ยบแดง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://7676w.blogspot.com/ 2014/anthocyanin-chtml, 6 มกราคม 2559.

สุภาพ นนทะสันต์. 2543. "**การประยุกต์ใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต**." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุวิชา ดีหะสิงห์. 2550. **"การสกัดและการทำให้สารแอนโธไซยานินในลูกหว้าบริสุทธิ์**." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ. 2545. **"น้ำผลไม้อัดก๊าซ."** วารสารวิชาการพระนครเหนือ. 12(2): 50-56.

อรุษรา เชาวนลิขิต. 2554. **การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน.** วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 กรกฎาคม-ธันวาคม 2554.

Barker, G.S., B. Jefferson and S.J. Judd. 2002b. The control of bubble size in carbonated beverages. **Jounal of Chemical Engineering Science**. 57: 565-573.

Grabber,M. and S. Kelleher. 1998 Side effects of acetazolamide: The champagne blues. **American Journal of Medicine**, 84: 978-987.

Steen, D.P. 2006. Carbon dixide, carbonation and the princples of filling technology. Chap.5.In P. Steen and P.R. Ashurst, eds. **Carbonated soft Drinks**. Blackwell puyblishing Ltd., United Kingdom.

Timberlake, C.F. and P. Bridle. 1980**. Anthocyanin**. In J. Walford (eds.). Developments in foodcolors. London : Applied Science Publish. 1, p. 115-149.

Togzhan Boranbayeva. and Emel Yılmaz. 2014. **Effect of Storage on Anthocyanin Degradation in Black MulberryJuice and Concentrates.** Business Media, New York.

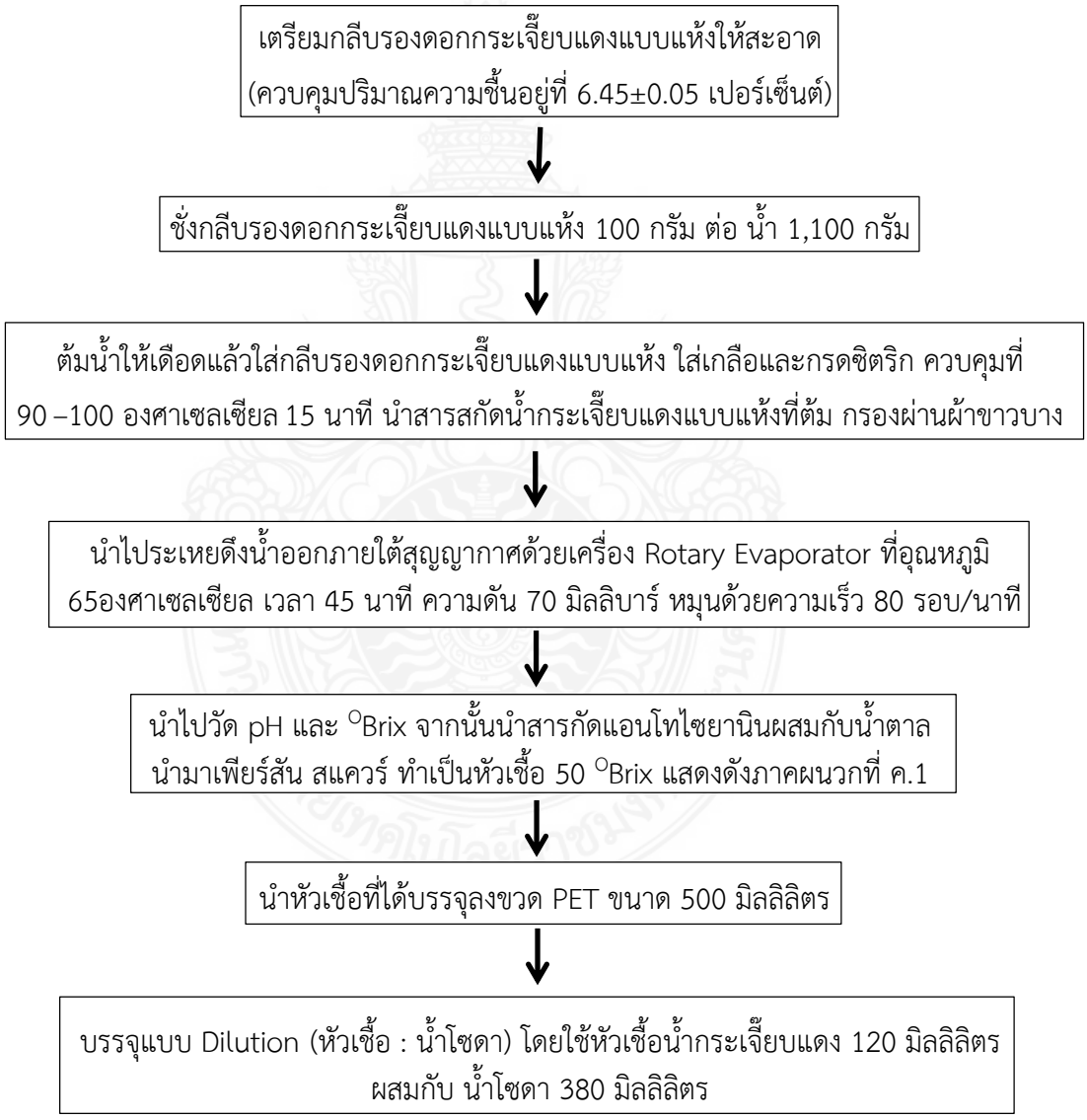
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรมาตรฐาน กรรมวิธีการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส
การออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ และภาพผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

สูตรมาตรฐานน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ส่วนผสม	12 ^{O}Brix	
	กรัม	เปอร์เซ็นต์
สารสกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบ	64.52	12.90
น้ำตาล	55.48	11.08
กรดซิตริก	0.33	0.07
เกลือ	0.17	0.03
น้ำโซดา	380	75.92



แผนภาพที่ ก.1 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

เตรียมกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง ให้สะอาด

ชั่งกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง 100 กรัม ต่อ น้ำ 1,100 กรัม ต้มน้ำให้เดือด แล้วใส่ กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง

ต้มน้ำให้เดือด แล้วใส่กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง และใส่กรดซิตริกกับเกลือ

ต้มกลีบรองกระเจี๊ยบแดง เป็นเวลา 15 นาที ควบคุมที่ 90 – 100 องศาเซลเซียล

นำสารสกัดน้ำกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งที่ต้ม กรองผ่านผ้าขาวบาง

นำไประเหยดึงน้ำออกภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียล เวลา 45 นาที ความดัน 70 มิลลิบาร์

จากนั้นนำสารสกัดแอนโทไซยานินผสมกับน้ำตาล นำมาคำนวณ เพียร์สัน สแควร์ ทำเป็นหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

บรรจุแบบ Dilution (หัวเชื้อ:น้ำโซดา) แล้วปิดฝาให้สนิท

แผนภาพที่ ก.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ภาพที่ ก.1 แสดงฉลากผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ภาพที่ ก.2 แสดงผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
และแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่ .....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

วันที่ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

คะแนนความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบน้อยที่สุด
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส.....	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ความหวาน			
เนื้อสัมผัส (ความซ่า)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

แบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคเกี่ยวกับการใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาโครงงานพิเศษ เพื่อนำมาพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

2. แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติการบริโภค

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับด้านการยอมรับของผู้บริโภค

3. แบบสอบถามฉบับนี้ใช้สำหรับการหาข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานโครงงานพิเศษครั้งนี้

คำอธิบาย : น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส เป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดมาจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง โดยมีสารแอนโทไซยานินในปริมาณที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน ทำการผลิตผสมกับน้ำตาล เกลือ และกรดซิตริกทำเป็นหัวเชื้อน้ำอัดแก๊ส โดยไม่มีส่วนผสมของสารสังเคราะห์ทำเป็นหัวเชื้อ แล้วผ่านกระบวนการทำเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้

นายธันวา สมปานวัง

นายเจษฎา เส็งสมุทร

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชุดที่.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาเติมเครื่องหมาย √ ในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 15 ปี ( ) 15 - 24 ปี

( ) 25 – 34 ปี ( ) 35 - 44 ปี

( ) 45 - 54 ปี ( ) มากกว่า 55 ปี

3. สถานะภาพ

( ) โสด ( ) สมรส

( ) หย่าร้าง , หม้าย , แยกกันอยู่

4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา / เทียบเท่า

( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาโทหรือสูงกว่า

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

5. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัท ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว

( ) แม่บ้าน/พ่อบ้าน ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 - 7,500 บาท

( ) 7,501 - 10,000 บาท ( ) 10,001 -15,000 บาท

( ) 15,001 – 20,000 บาท ( ) มากกว่า 20,001 บาท

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคน้ำอัดแก๊ส

7. ปกติท่านนิยมบริโภคน้ำอัดแก๊สหรือไม่

( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

8. ท่านบริโภคน้ำอัดแก๊สกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์

( ) น้อยกว่า 2 ครั้ง ( ) 2 - 3 ครั้ง

( ) 4 - 5 ครั้ง ( ) มากกว่า 5 ครั้ง

9. ปกติท่านซื้อน้ำอัดแก๊สจากที่ไหนมากที่สุด

( ) ร้านสะดวกซื้อ เช่น Seven Eleven, มินิมาร์ท ( ) ศูนย์การค้า เช่น Big C, Macro

( ) ซูปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Top, Foodland ( ) ร้านค้าปลีก

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อน้ำอัดแก๊สมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) สดชื่นและดับกระหาย ( ) มีราคาถูก

( ) ทานคู่กับอาหารได้หลากหลายเมนู ( ) การโฆษณา

( ) ความสะดวกในการหาซื้อ ( ) รสชาติอร่อย

( ) โปรโมชั่น ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

11. โอกาสใดบ้างที่ท่านจะรับประทานน้ำอัดแก๊ส

( ) เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน ( ) รับประทานเป็นอาหารว่าง

( ) รับประทานคู่กับอาหาร เช่น ส้มตำ ( ) รับประทานหลังจากเหนื่อยล้า

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

12. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง แล้วใส่เครื่องหมาย √ ลงใน ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ ☐

☐ ชอบมากที่สุด ☐ ชอบน้อยที่สุด ☐ ไม่ชอบปานกลาง
☐ ชอบมาก ☐ เฉยๆ ☐ ไม่ชอบมาก
☐ ชอบปานกลาง ☐ ไม่ชอบเล็กน้อย ☐ ไม่ชอบมากที่สุด

13. สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจากการสกัดกลีบรองกระเจี๊ยบแดง ท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละด้านอย่างไรบ้างใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. สี					
2. กลิ่น (กระเจี๊ยบแดง)					
3. กลิ่นรส (กระเจี๊ยบแดง)					
4. รสชาติ (กระเจี๊ยบแดง)					
5. ความหวาน					
6. เนื้อสัมผัส (ความซ่า)					
7. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

14. ผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

15. หากมีผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

( ) ไม่แน่ใจ

ภาคผนวก ค
วิธีการคำนวณ เพียร์สัน สแควร์

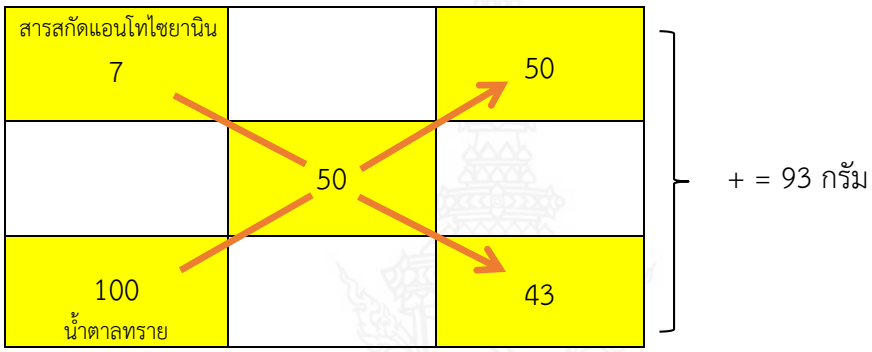
ภาคผนวก ค.1

วิธีการคำนวณ เพียร์สัน สแควร์ ของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ 50 ^{O}Brix จากสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอดระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง

วิธีการคำนวณเพียร์สัน สแควร์ ของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่ 50 ^{O}Brix จากสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง

สารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้ง มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 7 ^{O}Brix และน้ำตาลทราย มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำเท่ากับ 100 ^{O}Brix นำมาทำการเตรียมหัวเชื้อนำกระเจี๊ยบอัดแก๊ส ที่ 50 ^{O}Brix โดยนำมาคำนวณเพียร์สัน สแควร์ ดังต่อไปนี้

การเตรียมหัวเชื้อ 50 ^{O}Brix ปริมาตร 100 กรัม เพื่อนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส



ถ้าต้องการหัวเชื้อ 100 กรัม จะใช้สารสกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง $\frac{50 \times 100}{93}$ = 53.76 กรัม

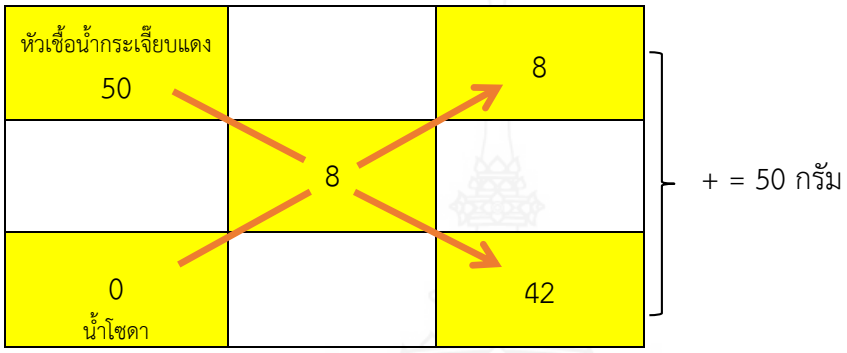
ถ้าต้องการหัวเชื้อ 100 กรัม จะใช้น้ำตาล $\frac{43 \times 100}{93}$ = 46.24 กรัม

ภาคผนวก ค.2
วิธีการคำนวณ เพียร์สัน สแควร์ ของหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ

วิธีการคำนวณเพียร์สัน สแควร์ ของน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส จำนวน 3 ระดับ

การศึกษาระดับความหวานของผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สจำนวน 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12 °Brix โดยนำเอาหัวเชื้อน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่มีระดับความหวาน 50 °Brix และโซดาที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 0 °Brix มาทำการผสมเป็นน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สทั้ง 3 ระดับ ซึ่งทำการคำนวณ เพียร์สัน สแควร์ ดังต่อไปนี้

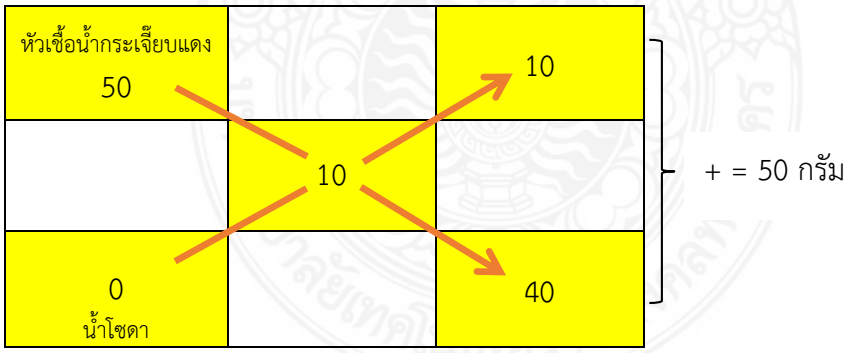
<u>สูตรที่ 1</u> ระดับความหวานที่ 8 °Brix



ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้หัวเชื้อ $\frac{8 \times 500}{50}$ = 80 มิลลิลิตร

ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้โซดา $\frac{42 \times 500}{50}$ = 420 มิลลิลิตร

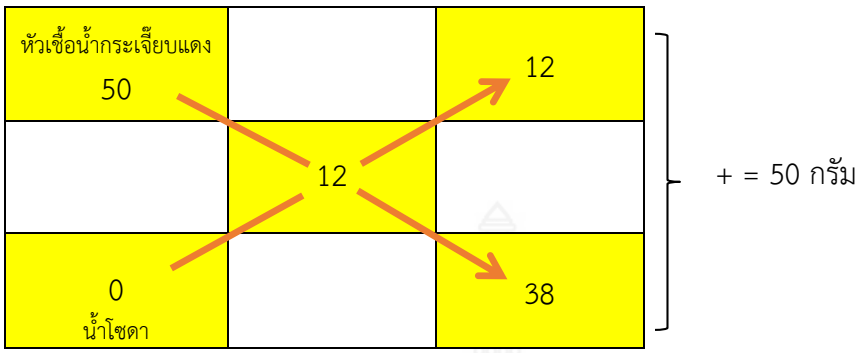
<u>สูตรที่ 2</u> ระดับความหวานที่ 10 °Brix



ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้หัวเชื้อ $\frac{10 \times 500}{50}$ = 100 มิลลิลิตร

ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้โซดา $\frac{40 \times 500}{50}$ = 400 มิลลิลิตร

สูตรที่ 3 ระดับความหวานที่ 12 °Brix



ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้หัวเชื้อ $\frac{12 \times 500}{50}$ = 120 มิลลิลิตร

ต้องการผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส 500 มิลลิลิตร จะใช้โซดา $\frac{38 \times 500}{50}$ = 380 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส มาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 7.00 และ 10.0 ตามลำดับ ทำการตรวจวัด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids: °Brix) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC, 2005

การเตรียมสารเคมี

สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ (KCl) ความเข้มข้น 0.025 โมล่าร์ (pH 1.0) เตรียมได้โดยผสมโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.86 กรัม และน้ำกลั่น 980 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ จากนั้นนำมาปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกให้ได้ pH เท่ากับ 1.0 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ด้วยน้ำกลั่น

สารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ (CH_3OONa) ความเข้มข้น 0.4 โมล่าร์ (pH 4.5) เตรียมได้โดยผสมโซเดียมอะซีเตต 54.43 กรัม และน้ำกลั่นประมาณ 960 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ จากนั้นนำมาปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกให้ได้ pH เท่ากับ 4.5 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ด้วยน้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

1. นำตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน cuvette และนำตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาทำการเจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน cuvette ในอัตราส่วนที่เท่ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที

2. นำตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่เจือจางสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ และน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สที่เจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ตามลำดับ

3. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร จากนำค่าที่ได้จากสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ และสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ มาคำนวณหาค่าปริมาณของสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามสมการต่อไปนี้

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH=1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH=4.5}$$

$$\text{Total anthocyanin conrent} = \left(\frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times L}\right)$$

เมื่อ MW คือ น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside เท่ากับ 449.2 g/mol

DF คือ dilution factor

ε คือ molar extinction coefficient เท่ากับ 26,900 L/Mol/cm^{-1}

L คือ ความกว้างของ cuvette (1 cm)

10^3 คือ factor for conversion from g to mg

การวิเคราะห์ปริมาณแก๊ส CO_2

การวิเคราะห์ปริมาณแก๊ส CO_2 วัดได้จากการใช้เครื่อง Zahm gas volume tester โดยใช้การเขย่าให้เกิดความดันภายในเครื่อง ทำมุมเฉียง 45 องศา ขณะทำการเขย่า ใช้เวลา 30 วินาที และจากนั้นอ่านค่า Pressure pounds per square inch กับค่า Temperature Degrees Fahrenhet นำไปเปรียบเทียบกับตาราง เพื่อหาปริมาณแก๊ส gas

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC, 2000

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวอย่างอาหารที่ต้องการศึกษา น้ำหนัก 25 กรัม
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
6. ตู้บ่มเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptone Glucose yeast Extract Agar (TYG)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ปริมาณ 23.5 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. เจือจาง โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร ก็จะได้ความเจือจางเริ่มต้น $1:10^1$ เช่นเดียวกัน จากนั้นทำการเจือจางในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อต่อไปเรื่อยๆ

2. ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดสารละลายเชื้อที่มีความเจือจางที่เหมาะสม เลือกความเจือจาง $1:10^1$, $1:10^2$, $1:10^3$ และ $1:10^4$ ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ใส่ ลงในจานเพาะเชื้อ โดยในแต่ละระดับความเจือจางจะทำ 2 ซ้ำ

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ยังเหลวอยู่ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที

4. หมุนจานเชื้อเบาๆ สลับไปมาตามเข็มนาฬิกาผสมสารละลายตัวอย่างและอาหาร เลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวจากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48±3 ชั่วโมง

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี ถ้าทำ 2 ซ้ำ รวมโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อจุลิทรีย์เข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 2 จะเท่ากับจำนวนเฉลี่ยของโคโลนีที่นับได้ต่อ 1 ความเจือจางต่อจาน หาค่าจำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานการตรวจนับในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร (CFU/ ml)

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (*Yeast* and *Mold*)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อาหารตัวอย่าง
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)12
3. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
6. ตู้บ่มเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar
2. แล็กโตฟีนอล
3. สารละลายทาร์ทาริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นหรือบัฟเฟอร์ 99 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำ 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางในน้ำกลั่นหรือบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร ทำต่อไปจนได้ความเข้มข้น 10^{-5}

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพราะเชื้อ ทุกความเจือจาง ทำ 3 ซ้ำ

3. เติมกรดทาทาริก 1 มิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ยังคงเหลวอยู่ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในจานเพราะเชื้อทุกจานทันที เอียงจานไปมาให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่างอาหารเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที ปล่อยไว้ให้อาหารแข็งตัว

5. บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 2-5 วัน

6. นับจำนวณโคโลนีของราและยีสต์ที่เกิดขึ้นในจานเพราะเชื้อ แล้วคำนวณเป็นจำนวนในอาหาร 1 มิลลิลิตร

7. เขี่ยเชื้อรา และยีสต์ใส่ในแล็กโตสฟีนอลบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำมาศึกษาลักษณะรูปร่าง โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X

การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มและอีโคไล (*Coliform* and *E.coli*) วิธี MPN

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวอย่างอาหารที่ต้องการศึกษา น้ำหนัก 25 กรัม
2. หลอดอาหาร (Test tube) พร้อมหลอดดักก๊าซ (Durham tube)
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
5. ตู้บ่มเชื้อ
6. หม้อนึ่งความดัน
7. ลูปเขี่ยเชื้อ

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brillant green lactose bile broth 2 เปอร์เซ็นต์
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Briliant Green Bile (BGB)

วิธีการตรวจวิเคราะห์ โดยวิธี MPN

<u>การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม (Presumptive coliforms)</u>

1. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ ลงในหลอดทดลองที่มีอาหาร Lauryl sulphate broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลอดละ 1 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

2. นำหลอดทดลองไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หากหลอดทดลองใดมีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดทดลอง แสดงว่าให้ผลเป็นบวกซึ่งคาดว่าจะมีเชื้อโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่างนั้น ถ้าไม่พบแก๊สในหลอดทดลองใดเลยแสดงว่าให้ผลลบ และไม่มีเชื้อโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่าง ถ้าไม่เกิดให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง

3. การรายงานจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในตัวอย่างที่เกิดแก๊สขึ้น โดยเปิดตารางแมคคาดีแล้วรายงานเป็นจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

การยืนยันโคลิฟอร์ม

1. ใช้ห่วง (loop) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวกจากการทดสอบแบคทีเรียที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Briliant Green Bile (BGB) Broth บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. ถ้ามีแก๊สแสดงว่าให้ผลเป็นบวก

3. บันทึกจำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่เกิดแก๊ส ในแต่ละระดับความเจือจางที่มีเชื้อโคลิฟอร์มที่ได้รับการยืนยัน

การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็นอีโคไล (*E.coli*)

1. ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (needle) เขี่ยเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์มลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brillant green lactose bile broth

2. บ่มที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. หากหลอดที่เกิดก๊าซ ไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง

4. หลอดทดลองที่มีแก๊สเกิดขึ้นหรือให้ผลบวก แสดงว่ามีแบคทีเรียที่คาดว่าจะเป็นอีโคไล นำค่าที่ได้เปิดในตาราง MPN แสดงดังตาราง จ.1 และทำการวิเคราะห์เพื่อยืนยันอีโคไล

การวิเคราะห์เพื่อยืนยันอีโคไล

1. เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวกจากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นอีโคไล ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

2. นำจานเพาะเชื้อไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

3. ตรวจหาโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของอีโคไล โดยโคโลนีของอีโคไล จะมีสีน้ำเงินอมดำและมีสีเลื่อมดำอมเขียวสะท้องแสง

4. ถ่ายเชื้ออีโคไล ลงในอาหาร NB และบ่มอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5. ทดสอบสารอินโดล โดยหลอดทดลองทีมีอินโดลเกิดขึ้น แสดงว่าเป็นเชื้ออีโคไล จากนั้นบันทึกจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก

6. คำนวณและรายงานค่า MPN ของโคลิฟอร์มและอีโคไลในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

ตารางที่ จ.1 Three tube most probable number (MPN) table/100 ml

Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN
0-0-0	<3	1-1-2	15	2-2-3	42
0-0-1	3	1-1-3	19	2-3-0	29
0-0-2	6	1-2-0	11	2-3-1	36
0-0-3	9	1-2-1	15	2-3-2	44
0-1-0	3	1-2-2	20	2-3-3	53
0-1-1	6.1	1-2-3	24	3-0-0	23
0-1-2	9.2	1-3-0	16	3-0-1	39
0-1-3	12	1-3-1	20	3-0-2	64
0-2-0	6.2	1-3-2	24	3-0-3	95
0-2-1	9.2	1-3-3	29	3-1-0	43
0-2-2	12	2-0-0	9	3-1-1	75
0-2-3	16	2-0-1	14	3-1-2	120
0-3-0	9.4	2-0-2	20	3-1-3	160
0-3-1	13	2-0-3	26	3-2-0	93
0-3-2	16	2-1-0	15	3-2-1	150
0-3-3	19	2-1-1	20	3-2-2	210
1-0-0	3.6	2-1-2	27	3-2-3	290
1-0-1	7.2	2-1-3	34	3-3-0	240
1-0-2	11	2-2-0	21	3-3-1	460
1-0-3	15	2-2-1	28	3-3-2	1,100
1-1-0	7.3	2-2-2	35	3-3-3	>2,400

การวิเคราะห์ปริมาณซาลโมเนลลา (*Salmonella* sp.) วิธี MPN

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อาหารตัวอย่าง
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
5. ตู้บ่มเชื้อ
6. หม้อนึ่งความดัน
7. ลูปเขี่ยเชื้อ
8. pH meter
9. Hot plate
10. เครื่องแก้ว
11. เครื่องชั่ง

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cysteine broth
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate broth
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ salmonella-Shigella (SS) agar
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Triple sugar iron (TSI) agar
5. อาหารเลี้ยงเชื้อ Urea agar
6. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lysine decarboxylase broth
7. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar slant
8. อาหารเลี้ยงเชื้อ O-nitrophenyl-beta-galactosidase (ONPG) broth
9. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green agar

วิธีการตรวจวิเคราะห์

วิธีการตรวจวิเคราะห์หา *Salmonella* sp.

1. นำตัวอย่างใส่บีกเกอร์ในปริมาตร 10 กรัม ถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหาร Selenite cysteine broth และ Tetrathionate broth
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-72 ชั่วโมง
3. บักทึกลักษณะของอาหารที่มีและไม่มีจุลินทรีย์เจริญว่าต่างกันอย่างไร

การแยกเชื้อ *Salmonella* sp.

1. ใช้ลูปแตะเชื้อจากจานเพาะเชื้อที่บ่มไว้ 24-72 ชั่วโมง มาทำการ Streak ในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร SS-agar และ Brilliant green agar

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีบนอาหาร SS-agar เกิดสีดำ หรือบางสายพันธุ์อาจมีสีชมพูอ่อนกลางโคโลนี ส่วนลักษณะของโคโลนีบนอาหาร Brilliant green agar ชมพู แดง ไม่มีสี บางครั้งอาจมีลักษณะเงาโลหะ (metallc sheen)

3. ทำการเขี่ยเชื้อจากจานเพาะเชื้อ Selenite cysteine broth และ Tetrathionate brothลงในจานเพาะเชื้อ NA-slant

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

<u>การทดสอบทางชีวเคมี</u>

1. เขี่ยเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA-slant โดยใช้เข็มเชื้อ steak และ stab ลง ในอาหาร TSI-agar

2. เขี่ยเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA-slant โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะบนอาหารUrea agar1 จุด

3. เขี่ยเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA-slant โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อใส่ในอาหาร Lysine decarboxylase broth และ O-nitrophenyl-beta-galactosidase (ONPG) broth

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 370 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. บันทึกผลการทดลองเทียบกับผลของเชื้อ Salmonella ap. ที่ได้

ภาคผนวก ฉ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6(3)(4)(6) (7) และ(10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ. 2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544

(3) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 290) พ.ศ. 2548 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

(4) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ลงวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2554

ข้อ 2 ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย

(2) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(3) เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมผลไม้หรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(4) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดเข้มข้นซึ่งต้องเจือจางก่อนบริโภค

(5) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดแห้ง

ข้อ 4 เครื่องดื่มตามข้อ 2 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบหน้า 94
เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

(3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร

(6) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นๆ ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ ดังนี้

(8.1) น้อยกว่า 1 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (1)

(8.2) น้อยกว่า 2 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) และข้อ 3 (3) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.3) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) และข้อ 3 (3) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.4) น้อยกว่า 10 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.5) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.6) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (5) การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าว ให้ใช้วิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online. U. S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบัน (updated version) หรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า (or equivalent method)

(9) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(9.1) สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.3) ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.4) สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.5) เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.6) ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.7) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานของอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้ทำการแก้ไขเพิ่มเติม ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบ และแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตรวมกันได้ไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช้เมทิลแอลกอฮอล์

เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางหรือเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ต้องละลายก่อนบริโภค ตามที่กำหนดไว้ในฉลาก เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ตาม (4) และมีสารปนเปื้อนได้ตามที่กำหนดไว้ใน (9)

ข้อ 5 เครื่องดื่มตามข้อ 3นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้ด้วย

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ชนิดเข้มข้นหรือชนิดแห้ง เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(3) เครื่องดื่มชนิดแห้งมีความชื้นไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ถ้าเป็นเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ผลิตจากพืชหรือผัก ให้มีความชื้นได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(4.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(4.2) กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) ชนิดเข้มข้น เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4)

เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) ชนิดแห้ง เมื่อละลายแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4)

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (4.1) หรือ (4.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(5) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ ต้องมีปริมาณกาเฟอีนไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร

ข้อ 6 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อใช้ในการจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณีดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มิใช่ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด หรือ

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และอาหารชนิดที่ปรับกรด สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดตามข้อ 7 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้งและเครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งชนิดเหลวและชนิดแห้งให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

(1.1) “น้ำ ..... 100 เปอร์เซ็นต์” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ล้วน

(1.2) “น้ำ ..... 100 เปอร์เซ็นต์ จากน้ำ ..... เข้มข้น” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่ทำจากการนำผลไม้ชนิดเข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพหรือมาตรฐาน
เหมือนกับเครื่องดื่มตาม (๑.๑)

(1.3) “น้ำ .....เปอร์เซ็นต์” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ตั้งแต่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักขึ้นไป แต่ไม่ใช่เครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.4) “น้ำรส .....เปอร์เซ็นต์” (ความที่เว้นไว้เพื่อให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ไม่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ในการเป็นส่วนผสมให้ใช้ชื่อ ดังนี้

“น้ำหวานกลิ่น.....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์)

(3) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องมีข้อความ “เข้มข้น” ต่อท้ายชื่อดังกล่าว และให้แสดงข้อความ “เมื่อเจือจางแล้วมีน้ำ .....เปอร์เซ็นต์” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มด้วย

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ “เมื่อละลายแล้วมีน้ำ .....เปอร์เซ็นต์” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล จะต้องแสดงข้อความว่า “ใช้ ..... เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้)

ด้วยขนาดตัวอักษรไม่เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลาก ข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด (ถ้ามี)

ข้อ 9 การแสดงฉลากของเครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตาธรรมชาติ นอกจากต้องปฏิบัติตามข้อ 8 แล้ว ให้แสดงข้อความว่า “มีกาเฟอีน” ด้วยตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจน อยู่ในบริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า

ข้อ 10 ประกาศนี้ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ. 2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 290) พ.ศ. 2548 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ลงในวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 12 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2556
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ซ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มผช.135/2554

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำกระเจี๊ยบ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำกระเจี๊ยบพร้อมดื่ม ที่มีน้ำสกัดจากกลีบเลี้ยงและริ้วประดับของดอกกระเจี๊ยบแดงเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์เก็บรักษา ขนส่ง และวางจัดจำหน่ายโดยการแช่เย็น เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำกระเจี๊ยบ หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำกลีบเลี้ยงและริ้วประดับของดอกต้นกระเจี๊ยบแดงที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* L. ที่สดหรือแห้งและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด นำไปต้มกับน้ำปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลหรือน้ำผึ้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน กรอง นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

2.2 วิธีการพาสเจอร์ไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวใส ไม่มีตะกอน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่นกลิ่นรสเปรี้ยวบูดเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

มผช.535/2554

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.5 วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.6 จุลินทรีย์

3.6.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.6.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.6.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.6.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.6.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.6.6 ลิสเทอเรีย มอนอไซโทจีเนส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.6.7 โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.6.8 เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.6.9 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

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

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำกระเจี๊ยบ สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข และให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำกระเจี๊ยบในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิทและสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ปริมาตรสุทธิของน้ำกระเจี๊ยบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

มผช.535/2554

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำกระเจี๊ยบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำดอกกระเจี๊ยบพร้อมดื่ม

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(3) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร

(4) วัน เดือน ปีที่ทำและวัน เดือน ปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า“ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(5) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น

(6) เลขสารบบอาหาร

(7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำกระเจี๊ยบที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างจะต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 ข้อ 5 และข้อ 6 ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำกระเจี๊ยบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างจะต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 จึงจะถือเรียกว่าน้ำกระเจี๊ยบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าน้ำกระเจี๊ยบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

มผช.535/2554

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำกระเจี๊ยบรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำกระเจี๊ยบ 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างน้ำกระเจี๊ยบลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้สี พอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	3 2 1
กลิ่นรส	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้ กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	3 2 1

มผช.535/2554

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในพื้นที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม ต้องมีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์ที่รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณที่ทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อโรค

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย และจะต้องมีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.5 สารเคมีที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำงาน เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก ฌ
แผ่นพับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ภาพที่ ฌ.1 แสดงแผ่นพับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นาย เจษฎา เส็งสมุทร
วัน เดือน ปีที่เกิด 30 กรกฎาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 224 ถ.สวนส้ม ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านอ้อมโรงหีบ	2548
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านอ้อมโรงหีบ	2551
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย	2554

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นาย ธันวา สมปานวัง

วัน เดือน ปีที่เกิด 12 ธันวาคม 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 2/12 ตรอกอุทัย แขวงบางค้อ เขตจอมทอง จังหวัดกรุงเทพฯ 10150

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบางสะแกใน	2548
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดอินทาราม	2551
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดอินทาราม	2554