การพัฒนาเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

Development of Beverage from Extracts of Butterfly Pea and Roselle

ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

DUANGRAT SAETANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559

การพัฒนาเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

Development of Beverage from Extracts of Butterfly Pea and Roselle

ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

DUANGRAT SAETANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง
ชื่อ นามสกุล	ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ธนภพ โสตรโยม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

..... กรรมการ

(ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

..... กรรมการ

(ดร.ธนภพ โสตรโยม)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่ 26 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง
ชื่อ นามสกุล ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า ศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จากการศึกษาเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดตามท้องตลาด มีสีเข้มโทนมืดไม่สว่าง ค่า pH อยู่ในช่วง 3.43-3.67 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 16.50-35.00°Brix ปริมาณสารแอนโทไซยานินค่อนข้างต่ำ โดยวิธีการและอุณหภูมิในการสกัดสารแอนโทไซยานินที่เหมาะสมจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงด้วยน้ำ คือ วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ โดยสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 1,366.98±1.66 และ 4,090.19±0.49 mg/l ตามลำดับ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิม 50 คน พบว่า อัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ผลการระดับ 50:50 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านกลิ่นรส รสชาติ ความรู้สึกที่อยู่ในปาก และความชอบโดยรวม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีค่า pH 3.30±0.01 และปริมาณสารแอนโทไซยานิน 2,655.52±1.31 mg/l เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4±2°C พบว่า ปริมาณสารแอนโทไซยานินมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ Coliform *E. coli Salmonella* spp. ยีสต์รา และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคให้การยอมรับ 100%

คำสำคัญ : สารแอนโทไซยานิน, สารสกัดอัญชัน, สารสกัดกระเจี๊ยบแดง

Thesis title Development of Beverage from Extracts of Butterfly Pea and Roselle

Author Duangrat Saetang

Degree Master of Home Economics

Major program Home Economics

Academic Year 2016

ABSTRACT

The objectives of this study were to (1) evaluate physical and chemical properties of the commercial beverages from fruit and vegetable extracts, (2) develop a beverage from butterfly pea and roselle extracts, (3) analyze the shelf-life of this product, and (4) determinate the consumer acceptance of the beverage from extracts of butterfly pea and roselle. The findings showed that the commercial beverages from fruit and vegetable extracts were clear and dark brown color, 3.43-3.67 (pH), 16.50-35.00°Brix (total soluble solids), and low anthocyanin content. The optimum extraction of butterfly pea and roselle was boiling at 70±2°C and evaporation at vacuum pressure (72 millibar). This process resulted in the final anthocyanin content, approximately 1,366.98 and 4,090.19 mg/l for butterfly pea and roselle extracts, respectively. Then, the butterfly pea and the roselle extracts were blended at various ratios. Based on sensory evaluators (n=50), the 50:50 blend was the most preferential with respect to overall acceptability ($p \leq 0.05$). The decrease in the anthocyanin content was observed during storage for 5 weeks. No Coliform bacteria, *E. coli*, *Salmonella* spp. and yeast and mould were found in all samples while the total plate counts were still accepted as considered for the standard, set by the Ministry of Public Health. An acceptance test showed that consumers (n=100) absolutely accepted this product.

Keywords: Anthocyanins, Butterfly Pea Extracts, Roselle Extrac

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทดลองขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ อาจารย์พี่เลี้ยงที่กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำในระหว่างการดำเนินงาน ตลอดจนให้คำปรึกษาตรวจสอบแก้ไขปัญหาต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสำเร็จลุล่วงไปดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น ที่สละเวลามาเป็นประธานกรรมการ และอาจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ จนผู้ศึกษาสามารถดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วง ผู้ทดลองมีความซาบซึ้งในความกรุณาของท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และอาจารย์สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ที่ช่วยแนะนำ พร้อมทั้งได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆแก่ผู้จัดทำ ซึ่งเป็นรากฐานอย่างดีในการค้นคว้า แก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ความห่วงใย ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จในครั้งนี้ หากงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ผู้ทดลองขออภัยมา ณ ที่นี้

ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
สารบัญแผนภาพ	(ฌ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ดอกอัญชัน	4
2.2 ดอกกระเจี๊ยบแดง	6
2.3 แอนโทไซยานิน	8
2.4 การสกัดสาร	19
2.5 การพาสเจอร์ไรส์	21
2.6 การกลั่นสุญญากาศ	24
2.7 การบรรจุเครื่องดื่ม	25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	33
3.1 วัตถุดิบ	33
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	33
3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ	34
3.4 วิธีดำเนินการทดลอง	35
3.5 สถานที่ดำเนินงาน	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปราย	44
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า	44
4.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	51
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	61
4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	67
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผล	75
5.2 ข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	77
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก สูตรมาตรฐาน กรรมวิธีการผลิต ฉลากผลิตภัณฑ์ และภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	83
ภาคผนวก ข แบบประเมินทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	87
ภาคผนวก ค ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้ทางการค้า	94
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	97
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	99
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	102
ภาคผนวก ช ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	111
ภาคผนวก ซ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	118
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณสารอาหารในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่สามารถบริโภคได้ 100g	8
2.2	ประเภทของแอนโทไซยานิน แบ่งตามหมู่ R3 และ R4	10
2.3	ความสัมพันธ์ของ pH กับสีของแอนโทไซยานิน	15
2.4	ช่วงการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินและสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์	17
4.1	ลักษณะของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์	45
4.2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์	46
4.3	ลักษณะของสารสกัดอัญชันจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี	49
4.4	ลักษณะของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี	50
4.5	ผลการวิเคราะห์วิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชัน จำนวน 4 วิธี	52
4.6	ผลการวิเคราะห์วิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง จำนวน 4 วิธี	53
4.7	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจำนวน 5 ระดับ	56
4.8	ผลการวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ	57
4.9	คะแนนความชอบของอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ	60
4.10	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่ได้ระหว่างการเก็บรักษา จำนวน 5 สัปดาห์	62
4.11	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	63
4.12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.13	ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค	68
4.14	ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการเครื่องดื่มสกัด	70
4.15	ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	72
ก.1	สูตรส่วนผสมเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	84
ค.1	ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้ทางการค้า	95
จ.1	ปริมาณ*โคลิฟอร์ม*และ*อีโคไล* (Coliform and *E. coli*) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี MPN	108

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ดอกอัญชัน	4
2.2	ดอกกระเจี๊ยบแดง	6
2.3	โครงสร้างของฟลาโวนอยด์	9
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์จากวิธี pH-Differential และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง	13
2.5	สีของสารแอนโทไซยานินกับการเปลี่ยนไปตามค่า pH	16
2.6	กราฟสเปกโตรแกรมแสดงการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานิน	17
ก.1	ฉลากผลิตภัณฑ์เครื่องสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	86
ก.2	ผลิตภัณฑ์เครื่องสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง	86

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ **หน้า**

3.1 การสกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศ ที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ 37

3.2 การสกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C 38

3.3 การสกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศ ที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์ 39

3.4 การสกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C 40

ก.1 วิธีการสกัดสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 84

ก.2 วิธีการผสมและการบรรจุเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง 85

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดอกอัญชันและดอกกระเจี๊ยบแดง นิยมนำไปต้มกับน้ำเป็นน้ำอัญชันให้สีน้ำเงินหรือม่วง และน้ำกระเจี๊ยบให้สีแดง สีที่ได้อุดมไปด้วยสารที่เรียกว่า แอนโทไซยานิน โดยเป็นรงควัตถุที่พบในพืชทั้งในดอกและในผล ให้สีแดง น้ำเงิน ม่วง ละลายน้ำได้ดี ซึ่งชนิดแอนโทไซยานินของกระเจี๊ยบแดงประกอบด้วย Cyanidin-3-xylosylglucoside (Du and Francis, 1973) และอัญชันประกอบด้วย ternatins หรือ Delphinidin (Terahara และคณะ, 1990)

ปัจจุบันนี้แอนโทไซยานินจัดเป็นรงควัตถุที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยเป็นอันมาก ซึ่งคุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานิน คือ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ โดยมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท่า ปริมาณสารแอนโทไซยานินที่มนุษย์เราสามารถบริโภคได้เฉลี่ยสูงสุด คือ 200 mgต่อวัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) จากการที่แอนโทไซยานินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้แอนโทไซยานินมีบทบาทต่อการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น ซึ่งการสกัดแอนโทไซยานินที่ดี ควรทำการสกัดเอาเฉพาะสารแอนโทไซยานิน และได้ปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด พร้อมทั้งมีการปนเปื้อนของสารอื่น และมีการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินน้อยที่สุดด้วย (อรุษา, 2554)

จากการศึกษาพบงานวิจัยที่ศึกษาสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง อาทิเช่น งานวิจัยของสลักจิตร (2550) ได้ศึกษาน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชัน พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินด้วยน้ำ คือ ต้มน้ำที่อุณหภูมิ 69.2°C เป็นเวลา 30 นาที ได้ปริมาณแอนโทไซยานิน 2.27 mgต่อg โดยผลิตภัณฑ์น้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากอัญชัน คือ น้ำลิ้นจี่ 96.98% สารสกัดจากอัญชัน 3.00% และกรดมาลิก 0.02% งานวิจัยของอรุษา และคณะ (2552) ได้ศึกษาผลกระทบของpHและอุณหภูมิต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงและอัญชัน พบว่า สารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิ 80 และ 90°C สีของสารสกัดอัญชันที่pH 2-6 และ 10 มีความคงตัวสูง ส่วนสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ pH 2 และ 10 อุณหภูมิสูงมีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน

จากคุณค่าทางโภชนาการของอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่อุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินที่มีประโยชน์ ดังนั้นผู้ทดลองจึงศึกษาการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง เพื่อนำสารสกัดมาใช้ในผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยเป็นเครื่องดื่มที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการของสารแอนโทไซยานินเป็นสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า

1.2.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

1.2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

1.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดเป้าหมาย ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี โดยนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลต้นแบบในการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

1.3.2 ศึกษาสารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบดอกอัญชันแห้งชนิดกลีบซ้อนสีน้ำเงิน และกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งพันธุ์ซูดาน

1.3.3 ศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ทำการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยการต้มโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัด และทำเข้มข้นวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศกับสภาวะตุ๋น ซึ่งควบคุมการทำให้เข้มข้นให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 21-22 °Brix

1.3.4 นำสารสกัดมาผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง แล้วบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วสีชาพร้อมฝาปิดสนิท ขนาด 50 ml ปริมาณ 45 ml และทำการเก็บรักษาเครื่องดื่มสารสกัดที่อุณหภูมิ 4±2°C

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบวิธีที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

1.4.2 สามารถผลิตเครื่องดื่มสารสกัดที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ดอกอัญชันและดอกกระเจี๊ยบแดง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดอกอัญชัน (Butterfly pea)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อัญชันเป็นพืชในตระกูล	Leguminosae และตระกูลย่อย Papilionoideae
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Clitoria ternatea* Linn.
ชื่อสามัญ	Butterfly Pea และBlue Pea
ชื่อไทยพื้นเมือง	อัญชัน (กลาง) แดงชัน และเอื้องชัน (เหนือ)

ภาพที่ 2.1 ดอกอัญชัน

ดอกอัญชันมีลักษณะทั่วไป คือ เป็นไม้เถาเลื้อย (grasper) ใช้ยอดพันแบบ twiner มีถิ่นเดิมอยู่ในปานามา อินเดีย และหมู่เกาะโมกุลละ เป็นพืชไม้เถาเลื้อยที่โตเร็ว ขึ้นง่าย ขึ้นได้ดีในดินร่วน (เกียรติศักดิ์, 2535) มีใบประกอบแบบขนนก ออกสลับใบย่อย 4-9 ใบ เป็นรูปไข่กว้าง 2-3 cm ปลาย

และโคนมน ดอกเป็นสีน้ำเงิน ฟ้า ม่วง หรือขาว มีทั้งชนิดที่เป็นชั้นเดียว และดอกซ้อน ออกดอกเดี่ยว ตามซอกใบคล้ายถั่วมีกลีบดอก 5 กลีบ กลีบบนที่ดูคล้ายกลีบล่างจะใหญ่ สองกลีบข้าง และสองกลีบล่างรวมตัวกันเป็นรูปท้องเรือ ผลเป็นฝักแบนมีเมล็ดจำนวนมาก ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด

2.1.2 ประโยชน์ของอัญชัน

อัญชันมีประโยชน์หลายอย่าง โดยให้ประโยชน์ทางยาซึ่งในผลมีเมล็ดเป็นยาระบาย แต่มีผลทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน จึงไม่นิยมใช้ส่วนรากของอัญชันมีรสขม นำมาปรุงเป็นยาบำรุงดวงตา ยาขับปัสสาวะ เป็นยาระบาย แก้ตาฟาง ตามืด ตามัว ตาแฉะ และทำให้ฟันทน (ศิริ, 2535) ส่วนของดอกอัญชันจะให้สีน้ำเงินธรรมชาติ ซึ่งเป็นสีน้ำเงินของสารแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นสารที่สลายตัวง่าย และปลอดภัย สารแอนโทไซยานินที่มีอยู่มากในดอกอัญชันนี้มีประโยชน์มากมายต่อสุขภาพ อาทิเช่น ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นเนื่องจากสารตัวนี้จะไปเพิ่มการไหลเวียนในหลอดเลือดเล็กๆ เช่น หลอดเลือดส่วนปลาย ทำให้กลไกที่ทำงานเกี่ยวกับการมองเห็นแข็งแรงขึ้น เพราะมีเลือดไหลเวียนมาเลี้ยงมากขึ้น ในขณะนี้ก็มีการศึกษาวิจัยทางคลินิกเกี่ยวกับความสามารถของสารแอนโทไซยานินในการเพิ่มประสิทธิภาพของตา เช่น ตาเสื่อมจากโรคเบาหวาน โรคต้อหิน และโรคต้อกระจก (ผู้จัดการออนไลน์, 2549)

นอกจากนั้นนิยมนำมาแต่งสีขนมไทย เพื่อให้มีสีสันน่ารับประทานขึ้น ได้แก่ ขนมชั้น ขนมเรไร ขนมน้ำดอกไม้ ซ่าหริ่ม ถั่วแปบ และขนมทรายโดยสีน้ำเงินจากกลีบดอกอัญชันเป็นสีที่ละลายน้ำแต่ไม่คงตัวในสารละลายที่เป็นกรด ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนจะให้สีม่วงแดง การทำให้สารละลายเป็นกรดอ่อนทำได้โดยการเติมน้ำมะนาวที่มีกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid)

สีน้ำเงินที่ได้จากดอกอัญชันนั้น จะจัดเป็นสารกลุ่มของแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ประกอบด้วยส่วนของอะกลัยโคน เรียกว่า เดลฟินิดิน และส่วนของน้ำตาลที่เป็น D-glucose ผลของการต่อของน้ำตาลที่ตำแหน่ง –OH ต่างๆ กันของเดลฟินิดินและผลจากการเติม side chain เช่น malonyl group และ 25p-coumaryl group ส่งผลให้สารแอนโทไซยานินในสีจากดอกอัญชันมีความหลากหลาย นักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้แยกสารเคมีออกจากดอกอัญชัน พบว่า สารเคมีที่พบในดอกอ่อนจะมีความหลากหลายมากกว่าดอกแก่ สารเคมีที่รายงานว่าพบในดอกอัญชัน ได้แก่ ternatins (A3, B2, B4, C1, C5, D2, D3) และpreternatins (A4, C4) ด้วยเหตุที่สารเคมีจากดอกอัญชันมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่หลายโมเลกุลทำให้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี และสีจากดอกอัญชันเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างอิออนของสารที่ปรากฏอยู่ในสารละลาย (จุไรทิพย์, 2549)

2.2 ดอกกระเจี๊ยบแดง

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ Jamaica sorrel, Roselle, Red sorrel, Rozelle

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* Linn.

ชื่อวงศ์ Malvaceae

ภาพที่ 2.2 กลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดง

กระเจี๊ยบแดงเป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 1-2 m ลำต้นอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงม่วง ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับมีดอกใหญ่สีเหลืองอ่อน (บางพันธุ์เป็นสีชมพู) กลางดอกมีสีแดง มีผลทรงรีรูปไข่ป้อมสีแดงมีกลีบเลี้ยงรองรับ ผลลักษณะหนาแข็งและแตกหักง่ายเมื่อผลแก่แห้งจะผลแตกออก เป็น 5 แฉก ในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลลักษณะคล้ายรูปไตอยู่จำนวนมากประมาณ 30-35 เมล็ดต่อผล และผลกระเจี๊ยบแดงยังมีกลีบเลี้ยงหนาสีแดงเข้ม เนื่องจากมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เรียกส่วนนี้ว่ากลีบกระเจี๊ยบหรือกลีบรองดอก (Calyx) กระเจี๊ยบนั้นมีรสชาติเปรี้ยวเนื่องจากมีกรดอินทรีย์ ที่มีคุณสมบัติลดไขมันในเลือด ถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศซูดาน อินเดีย มาเลเซีย และประเทศไทย โดยในประเทศไทยมีแหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี อุตรดิตถ์ กาญจนบุรี และฉะเชิงเทรา (พเยาว์, 2537)

2.2.2 พันธุ์กระเจี๊ยบแดง

2.2.2.1 พันธุ์ซูดาน เป็นกระเจี๊ยบพันธุ์แรกที่มีการปลูกในประเทศ โดยนำมาจากประเทศซูดาน ในปี พ.ศ. 2510 ดังที่กล่าวข้างต้น เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในต่างประเทศ รวมถึงในประเทศไทยเช่นกัน มีลักษณะลำต้นเป็นทรงพุ่มใหญ่ แตกกิ่งมาก แต่กิ่งมักไม่เป็นระเบียบดอกมีหลายสี 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 เมื่อต้นโตเต็มวัยจะมีลำต้น และกิ่งเป็นสีแดง ลำต้นจะไม่มีหนามหรือขน มีลักษณะใบกลมใหญ่ ปลายใบแยกเป็นแฉก 3 - 5 แฉก ดอกมีสีเหลืองหรือมีสีชมพู กลีบเลี้ยงใหญ่อวบหนา สีแดงสด มีลักษณะดอกโดยรวมคล้ายพันธุ์บราซิล และให้รสเปรี้ยวใกล้เคียงกัน แต่ดอกมีขนาดใหญ่กว่า

2.2.2.4 พันธุ์เอส 60 – M 35 มีลำต้นอ่อนมีสีเขียว ปลายดอกมีสีแดง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นทุกส่วนเปลี่ยนเป็นสีแดง ลำต้นไม่มีหนามหรือขน มีข้อกิ่งสั้น ใบมีแฉก ลักษณะใบหนา กลีบเลี้ยงสีแดงคล้ายพันธุ์เอส-2760 แต่เติบโต และให้ฝักยาวกว่า มีรสเปรี้ยวที่ใกล้เคียงกับพันธุ์บราซิล 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 มีฤทธิ์ช่วยยับยั้ง

ออกซิเดชั่นของไขมัน และยับยั้งการตายของมาโครฟาจ ช่วยกำจัดเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและวิตามินอี ถึง 2 เท่า ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2.2.4 **คุณค่าทางโภชนาการ**

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่สามารถบริโภคได้ 100 g

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

ที่มา: กองโภชนาการ (2535)

2.3 **แอนโทไซยานิน**

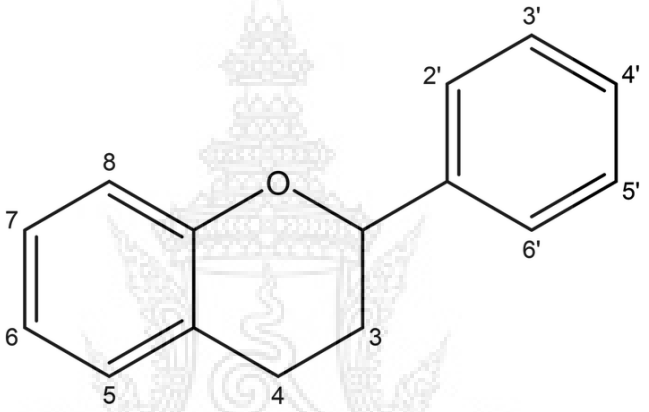
2.3.1 **นิยาม**

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ (pigment) ชนิดหนึ่งที่พบอยู่ในแวคิวโอลของพืช ซึ่งต่างจากคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ที่อยู่ภายในคลอโรพลาสต์ และโครโมพลาสต์ (สังคม, 2536) รงควัตถุแต่ละชนิดมีสีต่างกันตามโครงสร้างโมเลกุลที่เปลี่ยนแปลงไป สีแอนโทไซยานินจะเข้มที่สุด ในสภาพ

ที่ยังแตกตัวเป็นอิออนที่ pH 1.0-3.5 โดยเหมาะสมกับการนำไปแต่งสีอาหารที่มีรสเปรี้ยวเป็นกรด ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดแอนโทไซยานิน ได้แก่ น้ำ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน

2.3.2 โครงสร้างแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีสีม่วงแดงหรือสีน้ำเงิน ซึ่งจะจัดเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ในกลุ่มฟีโนลิก (phenolic) โดยสารฟลาโวนอยด์นี้ ทำการประกอบไปด้วยคาร์บอน 15 อะตอม มีหมู่เบนซีน 2 หมู่ มาเชื่อมต่อกันด้วยคาร์บอน 3 อะตอม ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของฟลาโวนอยด์

ที่มา: Ivey, K. L. และคณะ (2016)

แอนโทไซยานินเกิดจากการมีแอนโทไซยานิดินที่ไม่เสถียรในธรรมชาติ มีหมู่น้ำตาลมาจับในตำแหน่งที่ 3 หรือ 3, 5 ของแอนโทไซยานิดิน (รัตนา และระมน, 2532; สาธิต, 2531) ดังนั้นในทางเคมีแอนโทไซยานิน คือ ไกลโคไซด์ของ flavilium หรือ 2-phenylbenzopyrylium เมื่อเกิดไฮโดลิซิสจะได้แอนโทไซยานิดิน และน้ำตาลอย่างน้อย 1 โมเลกุล

น้ำตาลที่จับกับแอนโทไซยานินส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) เช่น glucose, galactose, rhamnose และ arabinose มักพบอยู่บริเวณคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของสารแอนโทไซยานินเสมอ บางครั้งจะพบที่ตำแหน่งที่ 5 ด้วย ส่วนตำแหน่งที่พบน้อย คือ 7, 3' และ 7' (ประสิทธิ์, 2539) นอกจากนี้ยังพบน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) และพบน้ำตาลโมเลกุลสาม (trisacharide) ในโมเลกุลของสารแอนโทไซยานินด้วย ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้จะช่วยให้ aglycone หรือแอนโทไซยานินมีเสถียรภาพดีขึ้น เนื่องจากแอนโทไซยานิดินไม่มีความคงทน อีกทั้งละลายน้ำไม่ได้ จึงมักพบแอนโทไซยานิดินจับตัวอยู่กับน้ำตาลจำนวนหนึ่งเสมอ (Anonymous, 2004)

สารแอนโทไซยานิน สามารถละลายน้ำได้ แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายชนิดไม่มีขั้ว (non-hydroxyl solvent) เช่น อีเทอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม และเบนซีน เป็นต้น (เรือนเงิน, 2554)

2.3.3 **แหล่งที่พบแอนโทไซยานิน**

พบได้ในผักและผลไม้พบมากในองุ่นพันธุ์สีดำ เมล็ดธัญพืช และดอกไม้บางชนิด เช่น องุ่น ดอกอัญชัน กะหล่ำม่วง ชมพู่มะเหมี่ยว กระเจี๊ยบแดง เป็นต้น (เกียรติศักดิ์, 2535) โดยสารนี้ละลายอยู่ใน cell sap ของพืช โดยปริมาณของแอนโทไซยานินในผลไม้มีมากน้อยแตกต่างกัน และมักพบสารแอนโทไซยานินที่เนื้อเยื่อชั้นนอกมากกว่าเนื้อเยื่อชั้นในหรือบริเวณใกล้ผิวนอก ส่วนผลไม้บางชนิดพบแอนโทไซยานินได้ในส่วนของเนื้อ เช่น Morello (อัปสร, 2542)

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วงน้ำเงิน พบมากในดอกอัญชัน กะหล่ำม่วง มะเขือม่วง องุ่น ลูกหว้า มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (จักรพงศ์, 2542)

2.3.4 **ชนิดแอนโทไซยานิน**

ปัจจุบันสารแอนโทไซยานินในธรรมชาติมีมากกว่า 15 ชนิด สารแอนโทโซยานินมีชื่อชนิดแอนโทไซยานินแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่หมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl, -OH) และหมู่เมทอกซิล (mathoxyl, -OMe) ที่เข้ามาเกาะกับโครงสร้างของแอนโทไซยานิน แอนโทไซยานินที่พบมากในธรรมชาติมีอยู่ 6 ชนิด แบ่งตามหมู่ R3 และ R4 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ประเภทของแอนโทไซยานิน แบ่งตามหมู่ R3 และ R4

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 and Bridle (1980)

2.3.5 การสกัดแอนโทไซยานิน

การสกัดเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน การสกัดที่ดีจึงควรสกัดเอาปริมาณสารแอนโทไซยานินให้ได้สูงสุด มีการปนเปื้อนของสารอื่นน้อยที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินน้อยที่สุด การสกัดแอนโทไซยานินสามารถใช้ตัวทำละลาย เช่น น้ำ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน พร้อมทั้งใช้กรดร่วมกับตัวทำละลาย เพื่อใช้ในสกัดสารแอนโทไซยานินได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากแอนโทไซยานินมีความคงตัวสูงที่ pH ต่ำ (อรุษา, 2554)

สารแอนโทไซยานินเป็นรงวัตถุจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารได้ การเลือกวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดมักพิจารณาเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และเทคนิคการผลิต ดังนั้นวัตถุดิบที่เลือกใช้ควรสามารถหาได้ง่ายในปริมาณมากและราคาไม่แพงนัก โดยสีที่สกัดได้ควรมีลักษณะและองค์ประกอบตรงตามข้อบังคับ ดังนั้นพวก by product จากอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกากองุ่นจากอุตสาหกรรมไวน์จึงถูกพิจารณา แอนโทไซยานินที่ผลิตจากกากองุ่นเรียกว่า enocyanin หรือ enocianina ซึ่งได้ผลิตในเชิงการค้าในประเทศอิตาลีเมื่อในราวปี ค.ศ. 1879 เพื่อจุดประสงค์ในการแต่งสีของไวน์แดง (เกียรติศักดิ์, 2535) นอกจากนี้ยังมีวัตถุดิบอื่นๆ ที่มีศักยภาพสามารถนำมาสกัดแอนโทไซยานินได้ เช่น miracle elderberry แครนเบอรี่ กลีบดอกกระเจี๊ยบ และกลีบดอกอัญชันวิธีการสกัดแอนโทไซยานินมีหลายวิธีซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของตัวอย่างที่ใช้ โดยมากจะใช้ตัวทำละลายในการสกัดและทำการสกัดในสภาวะที่เป็นกรด โดยประสิทธิภาพในการสกัดของแอนโทไซยานินจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลาย ชนิดของกรดที่ใช้ในการสกัด หรือค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังต่อไปนี้

2.3.6 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน สามารถทำการแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ตัวอย่างเช่น วิธี pH-Differential โดยจะทำการใช้เครื่องสเปคโตรมิเตอร์ และแบบที่ 2 การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารแอนโทไซยานิน โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography)

2.3.6.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นหนึ่งๆ และวิธี pH-Differential ในวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงสารสกัดถูกนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่นสูงสุด เนื่องจากสารแอนโทไซยานินมีความยาวคลื่นสูงสุดที่สามารถดูดกลืนแสง จะอยู่ในช่วง ความยาวคลื่นที่ 490 - 550 นาโนเมตร (nm) ซึ่งต่างจากสารฟีนอลิกอื่นๆ ที่ความสามารถในการดูดกลืนแสงได้อยู่ในช่วง 260 - 320 นาโนเมตร (nm) ทำให้สามารถวัดวิเคราะห์สารแอนโทไซยานินที่สามารถแยกจากสารฟีนอลิก วิธีนี้มีข้อจำกัดใน

การสกัด คือ สารพวกเมลานอยดินและสารอื่นๆที่ได้จากการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงในช่วงเดียวกับแอนโทไซยานิน จึงทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นวิธี pH-Differential จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ข้อบกพร่องในจุดนี้ และปัจจุบันเป็นวิธีการวัดปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

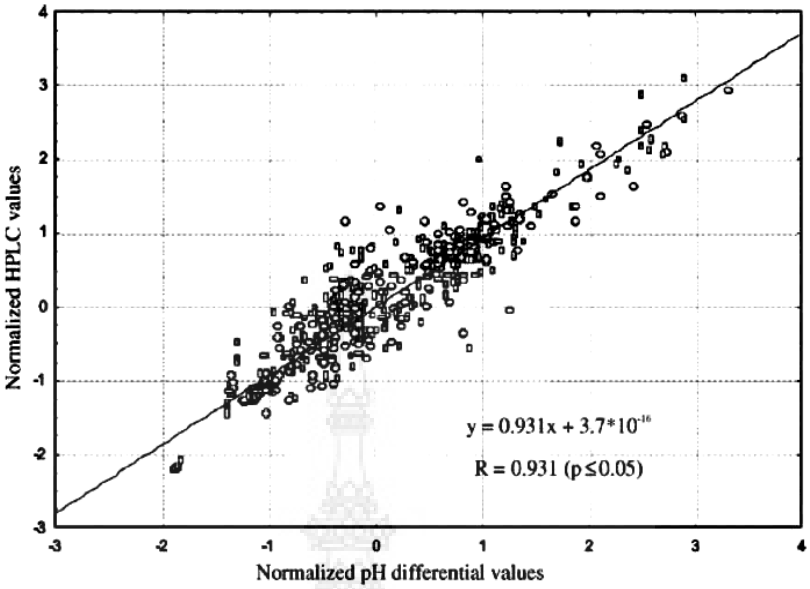
วิธี pH-Differential เป็นวิธีที่พัฒนาจากโครงสร้างของสารแอนโทไซยานินที่เปลี่ยนแปลงไปได้ตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ทำให้การดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินเปลี่ยนไปโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) บัฟเฟอร์ 0.025 โมลาร์ จะปรับค่า pH ด้วยกรดไอโดรคลอริกเข้มข้นจนได้ (pH 1.0) และสารละลายโซเดียมแอซีเตท (CH_3COONa) บัฟเฟอร์ 0.4 โมลาร์ ปรับค่า pH ด้วยกรดไอโดรคลอริกเข้มข้นจนได้ (pH 4.5) การวัดด้วยวิธีนี้ต้องวัดค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ pH 1 และ 4.5 นำมาหักลบกันเพื่อกำจัดการดูดกลืนแสงจากสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่สารแอนโทไซยานิน โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร (nm) 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%ของปริมาตรทั้งหมด ซึ่งการวัดค่าดูดกลืนแสงควรวัดหลังเจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ เป็นเวลา 15-60 นาที การทิ้งตัวอย่างไว้นานเกินไป ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มมากขึ้น ถ้าตัวอย่างเป็นสารแอนโทไซยานินที่มีหมู่เอซิล (Acyl) เป็นจำนวนมาก (Highly acylatedanthocyains) สามารถที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง pH ทำการเปรียบเทียบการวัดปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างวิธี pH-Differential และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) ตัวอย่าง 7 ชนิด พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดที่วัดจากทั้ง 2 วิธี มีความสัมพันธ์กันแสดงดังภาพที่ 2.4 ดังนั้นวิธี pH-Differential จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ได้เมื่อไม่มีเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์จากวิธี pH-Differential และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ที่มา : อรุษา (2554)

2.3.6.2 การวิเคราะห์ชนิดของสารแอนโทไซยานิน นิยมใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (Highperformance liquid chromatography, HPLC) เชื่อมต่อกับเครื่องตรวจจับสัญญาณต่างๆ เช่น เครื่อง Diode array และเครื่อง MS โดยคอลัมน์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ คอลัมน์ C18 ตัวทำละลายที่ใช้พาตัวอย่างเข้าไปในคอลัมน์มีหลายชนิด เช่น สารผสมระหว่างน้ำกับเมทานอล และสารผสมระหว่างน้ำกับสารอะซิโตไนตรัลซึ่งอาจมีการเติมกรดบางชนิดลงไป เพื่อทำให้มีความเป็นกรดสูง และยังป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารแอนโทไซยานิน วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ไม่มีนอนอะซิเลตเทตแอนโทไซยานิน และตัวอย่างที่มีอะซิเลตเทตแอนโทไซยานิน สำหรับตัวอย่างที่ไม่ทราบชนิดของแอนโทไซยานิน จะต้องมีการใช้เทคนิคการย่อยด้วยกรด และการย่อยด้วยด่าง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ว่า แอนโทไซยานินชนิดนั้นประกอบด้วยแอนโทไซยานิน น้ำตาล และกรดจะใช้เทคนิคการย่อยด้วยกรดและด่างเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ชนิดของแอนโทไซยานินในกลีบดอกของกล้วย พบว่า มีแอนโทไซยานิน จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ เพลาโกนิดิน ไซยานิดิน เดลฟินิดิน พีโอนิดิน เพทุนิดิน มอลวิดิน และบางตัวเป็นอะซิเลตเทตแอนโทไซยานินที่มีกรดซักซินิกเป็นส่วนประกอบ ปัจจุบันนี้มีการใช้เครื่องแมสสเปคโตรมิเตอร์เชื่อมต่อกับเครื่อง HPLC เพื่อวิเคราะห์ชนิดของแอนโทไซยานิน โดยสามารถตรวจสอบจากมวลโมเลกุลโดยใช้เครื่อง HPLC นำมาเชื่อมต่อกับ Photo diode array กับ แมสสเปคโตรมิเตอร์สอง

เครื่องในการวิเคราะห์ชนิดสารแอนโทไซยานินใน Acerola และ Acai พบว่า การใช้แมสสเปคโตรมิเตอร์สองเครื่อง มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ชนิดของสารแอนโทไซยานินเป็นอย่างยิ่ง (อรุษา, 2554)

2.3.7 **ความเสถียรภาพของแอนโทไซยานิน**

ความเสถียรของแอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีหมู่ methoxyls ในวง B-ring เพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อมีหมู่ hydroxyls เพิ่มขึ้น ตัวที่เสถียรที่สุดของแอนโทไซยานินดิน คือ malvidin จากนั้นจะเป็น peonidin, petunidin, cyaniding และdelfinidin (Longo and Vasapollo, 2006) และพบว่าแอนโทไซยานินจะเสถียรที่สุด ที่ pH เป็นกรด การเกิด glycosylation และacylation ของน้ำตาลจะไปเพิ่มความเสถียรของสารแอนโทไซยานิน โดย diglycosides มีความเสถียรของแอนโทไซนินมากกว่า monoglycosides (Harborne, 1998)

ในสารละลายแอนโทไซยานิน ซึ่งมักพบอยู่ในรูปพื้นฐาน 4 รูป คือ flavylium cation, quinonoidal anhydrobase, carinol psudobase และchalcone pseudobase ซึ่งสัดส่วนของการเกิดขึ้นอยู่กับค่า pH flavylium cation จะเกิดขึ้นเมื่อสารละลายอยู่ในสภาวะเป็นกรดแก่เมื่อ pH เพิ่มขึ้น flavylium cation ซึ่งมีสีแดงจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอนโทไซยานินแบบอื่นๆ ซึ่งอาจมีสีหรือไม่มีสีก็ได้ ขึ้นอยู่กับวง A - ring และ B - ring ว่าเกิดการคอนจูเกตหรือไม่ที่ pH < 2 แอนโทไซยานินจะอยู่ในรูปของ flavylium cation (AH+) ซึ่งมีสีแดง เมื่อมีค่าของ pH เพิ่มขึ้น flavylium cation จะหายไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิดการดึงโปรตอนออกจากหมู่-OH ที่ตำแหน่ง 5, 7 และ 4’ ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า quinonoidal base โครงสร้างนี้สามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด ที่ความยาวคลื่นสูงกว่าเมื่ออยู่ในรูปของแคตไอออน

2.3.8 **ปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพของแอนโทไซยานิน**

สีของสารแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตาม pH ของสารละลายที่แอนโทไซยานินละลายอยู่ (ฉวีวรรณ และบุศกรณ์, 2531) ในสภาวะที่เป็นกรดสารแอนโทไซยานินจะอยู่ในรูป flavylium salt เป็นส่วนมากทำให้สารมีสีม่วงแดง ส่วนในสภาวะที่เป็นด่างแอนโทไซยานินจะอยู่ในรูปอื่นที่ไม่ให้สีม่วงแดงความสัมพันธ์ของ pH กับสีของแอนโทไซยานิน แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของ pH กับสีของแอนโทไซยานิน

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 (2554)

2.3.8.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่า แอนโทไซยานิน มีเสถียรภาพดีเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีค่า pH ต่ำ (นัยวิท, 2538) โดยสีของแอนโทไซยานินเปลี่ยนไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง เป็นสารที่ให้สีตั้งแต่สีน้ำเงินเข้มหรืออาจไม่มีสีเลยเมื่ออยู่สภาวะด่าง (pH>7) เปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง (pH=7) และเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้มได้ในสภาวะเป็นกรด (pH<7) (นิศารัตน์, 2556) นอกจากการเปลี่ยนแปลงของระดับสีตามค่า pH แล้วค่าความเข้มของสี (color intensity) แปรผันตามค่า pH คือ มีความเข้มมากที่สุด ที่ pH 1.0 และลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อค่า pH เพิ่มสูงขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีผลทำให้โครงสร้างและสีของแอนโทไซยานินเปลี่ยนแปลงดังนี้

pH $\leq$ 1.0	red	flavylium salts
pH = 4.0-5.0	non-color	pseudobases
pH = 5.0-7.0	purple	quinoidal anhydrobases
pH = 7.0-8.0	dark	blue ionizedal anhydrobases
pH = $\geq$ 12.0	brown	chalcones

ภาพที่ 2.5 สีของสารแอนโทไซยานินกับการเปลี่ยนไปตามค่า pH
ที่มา: Fred (2015)

2.3.8.2 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้แอนโทไซยานินสลายตัว โดยพบว่า แอนโทไซยานินที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาลความเสถียรของสารแอนโทไซยานิน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาสารแอนโทไซยานินที่อุณหภูมิต่ำ จะมีค่าครึ่งชีวิตมากกว่าการเก็บสารแอนโทไซยานินไว้ที่อุณหภูมิสูง ในอุตสาหกรรมจึงควรเก็บสารแอนโทไซยานินนี้ไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 8°C การศึกษาอุณหภูมิต่อการสลายตัวของแอนโทไซยานิน โดยสรุปว่าปฏิกิริยาสมดุลของโครงสร้างแอนโทไซยานินในรูปต่างๆขึ้นกับอุณหภูมิ

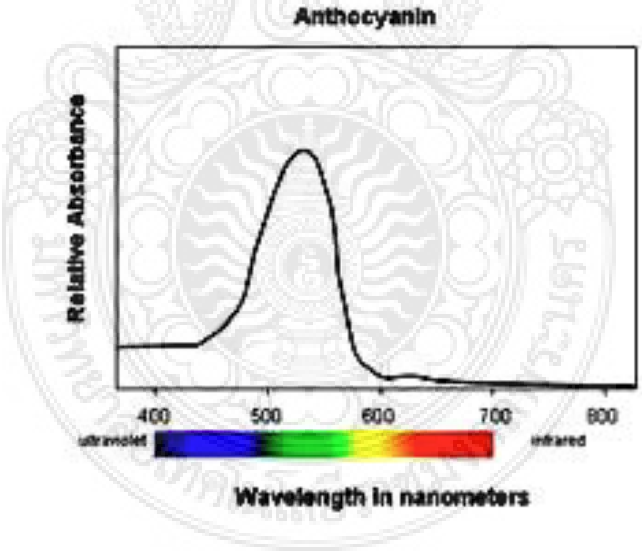
2.3.8.3 สมบัติการดูดกลืนแสงของแอนโธไซยานิน สารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์จะให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ ความยาวคลื่น 2 ช่วง คือ 240-285 นาโนเมตร (nm) (band II) และช่วง 300-550 นาโนเมตร (nm) (band I) ดังตารางที่ 2.4 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติ และ oxygenation pattern ของโครงสร้างของสารประกอบฟลาโวนอยด์

ค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร (nm) โดยจะมีความสัมพันธ์กับสีแดงที่เกิดจากเม็ดสีของแอนโทไซยานิน (Sim and Moris, 1984) และยังเป็นเครื่องที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณของสารแอนโทไซยานิน (Watada and Abbott, 1975) ดังภาพที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 ช่วงการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินและสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์

band II (nm)	band I (nm)	type of flavonoid
250-280	310-350	Flavones
250-280	330-360	flavonol (3-OH substituted)
250-280	350-385	flavonols (3- OH free)
245-275	310-330	Isoflavones
	320 peak	isoflavones (5- deh ydroxy-6,7-dioxygenated)
275-295	300-330	flavanonea & dihydroflavanols
230-270	340-390	Chalcones
230-270	380-430	Aurones
270-280	465-560	anthocyanidin & anthocyanins

ที่มา: Markham (1982)



ภาพที่ 2.6 กราฟสเปกโตรแกรมแสดงการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานิน

ที่มา: Watada and Abbott (1975)

2.3.8.4 ออกซิเจน เป็นสาเหตุที่ทำให้แอนโทไซยานินถูกทำลายได้เร็วขึ้น โดยจะเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) (นัยวิท, 2538; Jackman and Smith, 1996; Von Elbe and Schwartz, 1996)

Von Elbe and Schwartz (1996) ได้ศึกษาน้ำองุ่นบรรจุขณะร้อนในขวดแก้ว ซึ่งการบรรจุขณะร้อนในขวดแก้วเป็นการทำให้ช่องว่างเหนือน้ำองุ่นที่บรรจุในขวดแก้ว (Headspace) เกิดสภาวะสุญญากาศ จากการศึกษาพบว่า สีของน้ำองุ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงสีจากสีม่วงเป็นสีน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงช้าลง ออกซิเจนจะทำให้สีแอนโทไซยานินเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้จึงต้องผลิตภายใต้สภาวะสุญญากาศ

Wrolstad and Skrede (2002) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีสารแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบควรเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สารแอนโทไซยานินถูกทำลายเนื่องจากออกซิเจนในระหว่างการเก็บรักษา และระว่างการรอจำหน่าย

2.3.8.5 แสงสว่าง เป็นตัวเร่งให้แอนโทไซยานินถูกทำลายเร็วขึ้น (Jackman and Smith, 1996; Von Elbe and Schwartz, 1996)

Sankat และคณะ (2000) ได้ศึกษาผลของแสงสว่างที่มีผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานินที่ผิวของผลทับทิม โดยแบ่งผลทับทิมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เก็บรักษาผลทับทิมที่อุณหภูมิ 5°C ในที่มืด ส่วนกลุ่มที่ 2 เก็บรักษาผลทับทิมที่อุณหภูมิ 5°C ในที่มีแสงฟลูออเรสเซนต์ ที่ความสว่าง 153.7ลักซ์ โดยทั้งสองกลุ่มทำการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน เมื่อครบ 30 วันแล้วจึงนำผลทับทิมมาแยกเอาเฉพาะผิวของผลทับทิมจำนวน 0.1 g มาสกัดด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0% ในเมทานอล จำนวน 50 ml ผสมกับน้ำแล้วนำมาใส่ในเครื่องปั่น จะทำการปั่นเป็นเวลา 30 วินาที หลังจากนั้นนำมากรองเอาเฉพาะส่วนใสของสารสกัดผิวผลทับทิมมา 10 ml มาวัดค่าการดูดกลืนของแอนโทไซยานิน โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร (nm) และได้ทำการสกัดของผิวผลทับทิมสดหลังการเก็บเกี่ยวทันทีมาวัดค่าการดูดกลืนแสงได้เท่ากับ 0.642 ในสภาวะการเก็บรักษาผลทับทิมที่มีแสงฟลูออเรสเซนต์วัดค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินลดลงเหลือเท่ากับ 0.019 ส่วนสภาวะการเก็บรักษาผลทับทิมในที่มืดค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินลดลงเช่นกัน แต่มีอัตราการสลายตัวต่ำกว่าสภาวะที่มีแสง วัดการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินได้เท่ากับ 0.166 ดังนั้นการเก็บรักษาผลทับทิมที่อุณหภูมิ 5°C ในที่มืด เมื่อวัดการดูดกลืนแสง จะมีค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ในที่มีแสงฟลูออเรสเซนต์

2.3.9 ประโยชน์ของแอนโทไซยานิน

2.3.9.1 ใช้ทำสีผสมอาหารในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติ

2.3.9.2 ช่วยลดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะ โดยไปขัดขวางไม่ให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการอักเสบในทางเดินปัสสาวะ เกาะผนังกระเพาะปัสสาวะได้

2.3.9.3 เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็ง ซึ่งเซลล์ร่างกายจะถูกคุกคามด้วยสารอนุมูลอิสระที่สามารถเปลี่ยน DNA ในร่างกายให้เป็นเซลล์มะเร็งได้ตลอดเวลา โดยแอนโทไซยานิน จะช่วยยับยั้งการสร้างเส้นเลือดฝอยไม่ให้ไปเลี้ยงเซลล์มะเร็งได้

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

2.3.9.5 ช่วยลดการรวมตัวเป็นก้อนของเกล็ดเลือด (platelet aggregation) ซึ่งทำให้เลือดมีความข้นน้อยลงป้องกันโรคหัวใจวาย และอัมพฤกษ์ได้

2.3.9.6 เป็นสารต้านโรคภูมิแพ้ชนิดต่างๆ

2.3.9.7 ร่างกายสามารถใช้วิตามินซีได้มากขึ้นถ้ามีแอนโทไซยานินอยู่ด้วย

2.3.9.8 ช่วยให้เส้นเลือดฝอยแข็งแรงขึ้นและรักษาเส้นโลหิตฝอยที่ถูกทำลาย

2.3.9.9 เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นป้องกันโรคต้อหิน และต้อกระจก

2.3.9.10 ช่วยป้องกันการสูญเสียความทรงจำระยะสั้นในวัยชรา

2.3.9.11 ช่วยลดอาการอักเสบอันเนื่องจากเส้นเลือดขอด (เรือนเงิน, 2554)

คุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานิน คือ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ โดยสารแอนโทไซยานินมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท่า ปริมาณของสารแอนโทไซยานินที่มนุษย์บริโภคได้จะเฉลี่ยสูงสุด คือ 200 mgต่อวัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)

2.4 การสกัดสาร (extraction)

การสกัดสาร (extraction) เป็นกระบวนการแยกสารออกจากของผสม โดยใช้ตัวทำละลายสกัด (extraction solvent) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ

ชนิดที่ 1 สารอินทรีย์ สามารถใช้สำหรับการสกัดสารไม่มีขั้ว (nonpolar) หรือสารที่มีขั้วปานกลาง (moderately polar) ออกจากสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous solution)

ชนิดที่ 2 น้ำ หรือสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous solution) ใช้สำหรับสกัดสารที่มีขั้วออกจากสารละลายอินทรีย์

ตัวทำละลายที่มักนิยมใช้สกัดสารโพลีฟีนอล ได้แก่ acetone, acetonitrile, methanol และ ethanol ในสภาวะกรดเล็กน้อย และethyl acetate ธรรมชาติของตัวทำละลายที่ใช้สกัดต้องดูความเหมาะสมกับตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ ตัวทำละลายที่ไม่เหมาะสม คือ ethyl acetate และ acetone เช่นในการสกัดสารที่มีซัลเฟตเป็นองค์ประกอบ (จงกลนี และนุจารี, 2537)

2.4.1 รูปแบบการสกัด แบ่งออกเป็น 2 วิธี

2.4.1.1 solid – liquid extraction เป็นการสกัดโดยการใช้ตัวทำละลายสกัดสารออกจากของผสมที่เป็นของแข็ง โดยกระบวนการนี้จะใช้มากในการสกัดสารอินทรีย์จากพืช ซึ่งการสกัดแบบนี้แบ่งออกเป็น 5 วิธี ดังนี้

1) วิธีที่ 1 การสกัดแบบซอกเลต (soxhlet extraction) วิธีนี้เป็นวิธีสกัดของแข็งด้วยของเหลวแบบต่อเนื่อง โดยอาศัยการหมุนเวียนของตัวทำละลายที่ระเหยและควบแน่น ซึ่งอุณหภูมิในการสกัดต้องสูงพอที่จะระเหยตัวทำละลายได้

2) วิธีที่ 2 การสกัดแบบแช่ (soaking extraction) วิธีนี้เป็นการสกัดโยการแช่สารตัวอย่างรวมกับตัวทำละลายในภาชนะปิด ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้สารสกัดต่างๆ ที่ต้องการถูกสกัดออกมา เขย่าเป็นครั้งคราว เมื่อครบกำหนดกรองแยกกากออกจากสารละลายที่สกัด

3) วิธีที่ 3 การสกัดแบบ percolation (percolation extraction) เป็นการสกัดโดยการแช่สารตัวอย่างในตัวทำละลายที่ใช้สกัดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายในภาชนะที่สกัด หลังจากนั้นให้ตัวทำละลายเคลื่อนผ่านสารตัวอย่างตามแรงโน้มถ่วงของโลกด้วยอัตราการไหลที่สม่ำเสมอ จนสารละลายที่สกัดได้มีสีซีดจางจึงหยุดการสกัด

4) วิธีที่ 4 การสกัดแบบกวนรวมกับตัวทำละลาย (solvent extraction) ซึ่งการสกัดโดยวิธีนี้ทำได้โดยการนำสารตัวอย่างที่แห้งและบดละเอียดใส่รวมกับตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด จากนั้นกวนด้วยความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที แล้วแยกเอาส่วนที่เป็นของเหลวออก ส่วนของกากนำไปสกัดให้ครบ 3 ครั้ง

5) วิธีที่ 5 การสกัดโดยการเขย่า (shake extraction) จะเป็นการนำสารตัวอย่างใส่รวมกับตัวทำละลายในภาชนะปิด จากนั้นเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง เมื่อครบกำหนด จึงกรองแยกกากออกจากสารละลายที่สกัดได้ (Gailliot, 1998)

2.4.1.2 liquid-liquid extraction เป็นการสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย สกัดสารออกจากของผสมที่เป็นของเหลว โดยกระบวนการแยกของสาร เกิดจากตัวถูกละลายหรือสารที่ต้องการสกัดมีความสามารถในการกระจายตัวใน 2 เฟสได้ต่างกัน เช่น สารตัวอย่างที่ประกอบด้วย สาร X และสาร Y ละลายอยู่ในสารละลาย a เมื่อนำสารละลาย a ผสมกับสารละลาย b พบว่า สาร X และสาร Y จะ

เกิดการกระจายตัวอย่างรวดเร็วในสารละลาย a และสารละลาย b จนเกิดสมดุลขึ้น จะได้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโมเลกุลสารตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละเฟสคือ a และ b เป็นไปตามกฎการแจกแจง ดังนี้

$$K_x = \frac{C_a}{C_b}$$

เมื่อ K_x คือ ค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจง (distribution coefficient)

C_a คือ ความเข้มข้นของสาร X ที่อยู่ในเฟส a

C_b คือ ความเข้มข้นของสาร X ที่อยู่ในเฟส b

กระบวนการแยกสารจะเกิดขึ้นเมื่อสารที่ต้องการแยกมีค่า K ต่างจากสาร อื่นๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ถ้า $K_X > K_Y$ แสดงว่า อัตราส่วนของสาร X จะอยู่ที่เฟส a มากกว่าสาร Y ทำให้สามารถแยกสาร X ออกจากสาร Y ได้ แต่ถ้าค่า K_X และ K_Y มีค่าใกล้เคียงกัน การแยกสารจะไม่ได้ผล เนื่องจากมีสาร Y เจือปนอยู่มาก

2.4.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดวิธีนี้ เป็นวิธีการแยกสารโดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลาย หรือวิธีการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการออกจากของผสมนั้น (ศิริพร, 2545) หลักการเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการแยก

2.4.2.1 ตัวทำละลายสามารถละลายสารที่ต้องการสกัดได้

2.4.2.2 ตัวทำละลายจะต้องไม่ละลายสารอื่นๆ ที่เราไม่ต้องการสกัด

2.4.2.3 ตัวทำละลายจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่เราต้องการสกัด

2.4.2.4 ตัวทำละลายสามารถแยกออกจากสารที่เราต้องการสกัดได้ง่าย

2.4.2.5 ตัวทำละลายไม่เป็นพิษ และมีราคาถูก

2.5 การพาสเจอร์ไรส์

2.5.1 นิยาม

การพาสเจอร์ไรส์ เป็นการตั้งชื่อเพื่อให้เกียรติแก่ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) ซึ่งเป็นคนแรกที่คิดค้นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในไวน์ระหว่างปี พ.ศ. 2407-2408 โดยการใช้ความร้อนประมาณ 50-60°C ซึ่งการค้นพบนี้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการถนอมอาหาร (food preservation) และในราวปีพ.ศ.2434 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ ซอกเลต

(Soxhlet) จึงได้นำวิธีการนี้มาใช้เพื่อการพาสเจอไรส์น้ำนม การพาสเจอร์ไรส์ เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C เพื่อใช้ยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายเดือน เช่น ผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์กำหนดได้โดย pH ของอาหารมีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.5) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH < 4.5)

2.5.2 วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรส์

การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภค เวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรส์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมระบบ (low temperature long time, LTLT) คือ การพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 62.8°C เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่ทำลาย ยีสต์ รา แบคทีเรียแกรมลบและแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่ม ที่อาจมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอไรส์ คือ จุลินทรียที่สามารถทนต่อความร้อน และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) ถ้าต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (acidification) การใช้สารกันเสีย เป็นต้น

2.5.3 กรรมวิธีการพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอไรส์อาหารที่ใช้โดยทั่วไป จะใช้ความร้อนในการพาสเจอร์ไรส์จึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (thermal processing) ซึ่งปกติจะทำการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C แต่อาจจะใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอไรส์ได้ เช่น การฉายรังสี (irradiation) การใช้ความดันสูง (high pressure) การให้ความร้อนของวิธีโอมห์มิก (Ohmic heating) เป็นต้น โดยวิธีการพาสเจอร์ไรส์มี 2 วิธี คือ

2.5.3.1 วิธีใช้ความร้อนต่ำ – เวลานาน (LTLT: Low Temperature - Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8 - 65.6°C เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้ว ต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็น ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2°C กรรมวิธีการนี้นอกจากทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคแล้ว ยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมันชนิดไลเปส (Lipase)

2.5.3.2 วิธีใช้ความร้อนสูง – เวลาสั้น (HTST: High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่าคือ อุณหภูมิ 71.1°C เป็นเวลา 15 วินาที อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วจะได้รับการบรรจุลงกล่อง หรือขวดโดยวิธีปราศจากเชื้อแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 7.2°C

2.5.4 ประเภทของการพาสเจอร์ไรส์

2.5.4.1 การพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์ และน้ำผลไม้ ทำหลังจากการบรรจุลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์และน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้คือ 20°C สำหรับการให้ความร้อน และที่ 10°C สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอร์ไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะหรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศหรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40°C เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์และป้องกันการเกิดสนิมภายนอก หรือที่ฝาและเพื่อเร่งให้ฉลากติดได้เร็วขึ้น ระบบพาสเจอร์ไรส์อื่นอาจจะประกอบด้วยอุโมงค์ที่แบ่งหน่วยให้ความร้อนเป็นหลายๆหน่วยมีการพ่นละอองน้ำซึ่งละเอียดมากเพื่อให้ความร้อนแก่อาหารในบรรจุภัณฑ์

2.5.4.2 การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอร์ไรส์ของอาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มาก อาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิว หรือใช้หม้อเปิดในการต้ม การพาสเจอร์ไรส์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ และไวน์ นิยมที่จะใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างจำเป็นที่จะต้องมีขั้นตอน การกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ในระหว่างการเก็บรักษา อาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศ และอากาศจะสามารถถูกกำจัดออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้ว จะถูกทำให้เย็นในส่วนของรีเจอเนอเรชัน ซึ่งในขณะเดียวกันจะเป็นส่วนของการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่อาหารที่ส่งเข้ามาด้วย

และถูกทำให้เย็นต่อไปด้วยน้ำเย็น หรืออาจใช้น้ำเย็นจัดต่อไป ในส่วนของการทำให้เย็นการใช้ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่เช่นนี้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก โดยความร้อนกว่า 95% จะถูกนำมาใช้ใหม่

2.6 การกลั่นสุญญากาศ

2.6.1 หลักการ

การกลั่นสุญญากาศ เป็นการใช้การระเหยสารตัวอย่างที่เป็นของเหลว โดยการกลั่น เพื่อแยกตัวทำละลายที่ผสมอยู่ออกจากสารที่สนใจ ทำให้สารที่สนใจเข้มข้นขึ้น โดยตัวทำละลายที่ละลายสารที่สนใจจะถูกทำให้กลายเป็นไอ ด้วยระบบสุญญากาศจาก Pump และให้ความร้อนแก่ตัวอย่างเพื่อทำให้การกลายเป็นไองง่ายขึ้น จากนั้นไอสารละลายจะผ่าน condenser ที่มีระบบหล่อเย็น ทำให้ไอสารควบแน่นกลายเป็นของเหลว แล้วทำการไหลลงสู่ receiving flask โดยระบบประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

2.6.1.1 ส่วนการให้ความร้อนและกลั่นแยกสาร (Rotary Evaporator) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระเหยสารตัวอย่าง โดยกลั่นเพื่อแยกตัวทำละลายที่ผสมอยู่ สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนได้ และมีอ่างให้ความร้อนที่สามารถใช้กับของเหลวที่เป็นน้ำหรือน้ำมัน ในกรณีน้ำอุณหภูมิช่วงที่เหมาะสม อยู่ที่ตั้งแต่ 20-85°C และกรณีน้ำมันใช้อุณหภูมิได้ถึง 250°C

2.6.1.2 ส่วนทำสุญญากาศภายในระบบ เป็นส่วนทำสุญญากาศภายในระบบส่วนใหญ่เป็นแบบ Pump สุญญากาศ สามารถควบคุมความดันได้ตั้งแต่ ความดันบรรยากาศถึง 0 มิลลิบาร์

2.6.1.3 ส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายในระบบ เป็นอ่างน้ำหมุนเวียนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ช่วงการปรับอุณหภูมิที่เหมาะจากประสบการณ์ที่มี ควรอยู่ในช่วงที่น้ำไม่เป็นน้ำแข็ง (มากกว่า 0°C, หากใช้อุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็งของน้ำมากเกิน จะส่งผลต่อสารควบแน่นออกมาดีขึ้น แต่ต้องปิดระบบ) ไม่เกิน 10°C

2.6.2 ประโยชน์

2.6.2.1 เพื่อทำการกำจัดน้ำบางส่วนออกไป ทำให้ลดน้ำหนักและปริมาตรลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และการเก็บรักษา อีกทั้งยังสะดวกในการจัดการโดยเมื่อต้องการใช้ก็สามารถเติมน้ำกลับลงไปให้ได้ตามความเข้มข้นที่ต้องการ

2.6.2.2 เพื่อใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลในด้านถนอมอาหารและเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

2.6.2.3 เพื่อเป็นการกำจัดน้ำออกบางส่วนสำหรับอาหารเหลว ที่ต้องการนำไปทำแห้ง เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการทำแห้ง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการทำให้เข้มข้นขึ้นต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการทำแห้ง

2.6.2.4 ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์ โดยใช้สำหรับทำให้ไวน์มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตรงตามที่ระบุไว้ ในกรณีที่ไวน์ที่ได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่ากำหนด

2.6.2.5 เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการแปรรูปอาหาร เพื่อที่จะสามารถทำให้อาหาร มีความซับซ้อนมากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

2.7 การบรรจุเครื่องดื่ม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้คำจำกัดความว่า เครื่องดื่ม (beverage) จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่งที่เป็นของเหลว มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ทำจากผลไม้หรือผัก อาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยก็ได้ ช่วยลดความกระหายให้ความรู้สึกสดชื่น และขจัดความอ่อนเพลียชดเชยปริมาณน้ำที่ร่างกายสูญเสียไป ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆที่มีประโยชน์มีส่วนประกอบหลัก คือ น้ำ สารให้รสหวาน (sweetener) กรดอินทรีย์ (organic acid) สี (coloring agent) และสารให้กลิ่นรส (flavoring agent)

2.7.1 ระบบการบรรจุในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

2.7.1.1 ระบบการบรรจุเย็น (cold filling) การบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านการบรรจุเย็นนั้นต้องมีการเก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิประมาณ 0-5°C ตลอดการกระจายสินค้า และการขนส่ง เพื่อที่สามารถเก็บรักษารสชาติของเครื่องดื่มไว้ได้ดี การบรรจุแบบนี้ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าการบรรจุแบบวิธีอื่น คือ มีอายุการเก็บรักษาเพียงแค่ 4-6 สัปดาห์ สำหรับเครื่องดื่มที่เหมาะสมกับการบรรจุเย็น คือ นม เครื่องดื่มที่เป็นน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นผลไม้สดๆ หรือเป็นการผสมจากน้ำผลไม้เข้มข้นพร้อมทั้งมีการเติมชิ้นเนื้อผลไม้ และการแต่งกลิ่น ซึ่งการกระจายสินค้านั้นต้องรักษาไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็นตลอด เพื่อช่วยเก็บกลิ่น และวิตามินต่างๆ ไว้เป็นอย่างดี แต่ต้นทุนในด้านการจัดการเกี่ยวกับการกระจายสินค้าด้วยวิธีแช่เย็นมีต้นทุนค่อนข้างสูง จึงทำให้การบรรจุเย็นเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการรักษาคุณค่าทางอาหารและมีคุณภาพที่สูงเพื่อที่จะขายได้ราคา

ข้อดีของน้ำผลไม้ที่บรรจุเย็น คือ มีการพัฒนาระบบการผลิตและการบรรจุ ทำให้ช่วยลดต้นทุนในด้านการผลิต และเครื่องจักรแต่ยังคงช่วยรักษาคุณภาพของเครื่องดื่ม ทำให้ได้ราคาที่สูงข้อเสียนั้น คือ การใช้ระบบการแช่เย็นในการกระจายสินค้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องมีระบบการจัดการที่ดี เพื่อจัดส่งผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว และต้องมีประสิทธิภาพในการจัดส่งที่ดีด้วย

2.7.1.2 ระบบการบรรจุร้อน (Hot filing) คือ การบรรจุโดยใช้ความร้อนในการบรรจุที่มีมานานแล้วใช้ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งการบรรจุร้อนเป็นการบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธี พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) มาแล้ว นิยมใช้บรรจุเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรด เช่น น้ำผลไม้หรือเป็นเครื่องดื่มประเภทชา และกาแฟ อุณหภูมิที่ใช้ในขณะบรรจุอยู่ที่ประมาณ 82°C และอุณหภูมิไม่ควรเกิน 90-92°C หลังจากการบรรจุภาชนะบรรจุต้องถูกปิดสนิท และวางเอียงประมาณ 15 วินาที เพื่อให้เครื่องดื่มสัมผัสกับภาชนะบรรจุด้านบน และช่วยลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นตัวลงภายในภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่เลือกใช้ในการบรรจุร้อนต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูปหรืออ่อนตัวในขณะบรรจุ จากนั้นนำภาชนะบรรจุที่บรรจุแล้วเคลื่อนผ่านอุโมงค์ที่หล่อด้วยละอองของน้ำเย็น จากนั้นผ่านการเป่าด้วยลมเพื่อให้ภาชนะบรรจุแห้ง แล้วจึงสามารถทำการติดฉลาก และเตรียมส่งต่อไป

ข้อดีของการบรรจุร้อน คือ เครื่องดื่มหลังการบรรจุสามารถเก็บได้ระยะเวลานานในสภาวะอุณหภูมิห้อง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารกันบูดหรือสารเคมีอื่น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา การบรรจุร้อนสามารถใช้ได้กับเครื่องดื่มหลากหลายประเภท ข้อเสียของการบรรจุร้อนเกิดจากกระบวนการผลิตต้องใช้พื้นที่มาก และเหมาะสมกับเครื่องดื่มที่ไม่เปลี่ยนสภาพหรือเสื่อมเสียภายหลังการบรรจุด้วยความร้อน

2.7.1.3 ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic) กระบวนการบรรจุแบบปลอดเชื้อ เป็นกระบวนการบรรจุทั้งภาชนะบรรจุ และเครื่องดื่มผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีต่างๆ เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างการขึ้นรูปภาชนะบรรจุ การผลิตเครื่องดื่ม และระหว่างการขนส่ง วิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ไอน้ำร้อน การใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30% ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลาประมาณ 6-15 วินาที ซึ่งการเลือกวิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุภาชนะบรรจุเป็นหลัก ปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดที่สามารถนำมาบรรจุแบบปลอดเชื้อได้ และการบรรจุแบบนี้มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าการบรรจุแบบอื่นและสามารถวางขายได้โดยไม่ต้องแช่เย็น เครื่องดื่มที่ใช้การบรรจุแบบนี้ ได้แก่ นม และน้ำผลไม้เป็นต้น

ปัจจัยในการเลือกภาชนะบรรจุที่ใช้ในการบรรจุแบบปลอดเชื้อ คือ ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม และไม่เกิดการเสื่อมเสียหรือเปลี่ยนสภาพ ในขณะการบรรจุแบบปลอดเชื้อภาชนะบรรจุต้องมีการคงสภาพ และสามารถรักษาสภาวะปลอดเชื้อได้ ทั้งนี้ภาชนะบรรจุต้องมี

คุณสมบัติที่ป้องกันการซึมผ่าน (Barrier) ที่ดีของก๊าซออกซิเจน ความชื้น แสง และกลิ่นเพื่อช่วยรักษาคุณภาพของสินค้า

นอกจากนี้ยังมีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ (cold aseptic filling) โดยเป็นการบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านความร้อนสูงอุณหภูมิประมาณ 137°C ระยะเวลาสั้นประมาณ 4 วินาที เพื่อใช้ในการฆ่าจุลินทรีย์ จากนั้นลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิก่อนบรรจุเครื่องดื่มใส่ในภาชนะบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว เมื่อบรรจุเสร็จทำการปิดฝา และลดอุณหภูมิลงเพื่อให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ (ปัญจ์ยศ, 2551)

2.7.2 หลักการบรรจุ

2.7.2.1 พิจารณาจากสภาพของภาชนะบรรจุในขณะที่ทำการบรรจุ

1) การบรรจุขณะที่ท่อบรรจุปิดฝาขวด เป็นการบรรจุแบบระดับคงที่ซึ่งการบรรจุแบบนี้มีหลายรูปแบบ เริ่มตั้งแต่อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก อาจมีการใช้แรงโน้มถ่วงร่วมกับระบบความดัน หรือระบบสุญญากาศหรืออาจใช้ระบบความดันหรือระบบสุญญากาศเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ ถ้าเครื่องดื่มเป็นของเหลวที่ไหลง่าย นิยมการไหลแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง ส่วนระบบความดันหรือระบบสุญญากาศ มักใช้เครื่องดื่มที่มีความข้นหนืด แต่ต้องมั่นใจว่าภาชนะบรรจุต้องทนแรงดัน ในขณะบรรจุได้จุดเด่นในการบรรจุแบบนี้มีระบบในการดูดของเหลวส่วนเกินกลับสู่ถัง (overflow system) ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับของการบรรจุของเหลว

2) การบรรจุที่ไม่จำเป็นต้องปิดฝาขวด แยกได้เป็นการบรรจุ โดยใช้ปริมาตรเป็นเกณฑ์ บรรจุด้วยลูกสูบดันเข้าไป ใช้ถ้วยตวง ใช้น้ำหนัก และใช้เวลาเป็นเกณฑ์ มักใช้กับเครื่องดื่มที่มีราคาแพง หรือปริมาตรถูกกำหนดไว้แล้ว โดยเครื่องดื่มที่สามารถใช้การบรรจุแบบนี้ได้ต้องเป็นของเหลวที่ไหลง่าย โดยใช้กระบอกสูบในการวัดปริมาตร หรือใช้การจับเวลาในการไหลเพื่อกำหนดปริมาตร

2.7.2.2 พิจารณาจากการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุสามารถแยกเป็น 3 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 การบรรจุโดยใช้มือ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

ลักษณะที่ 2 การบรรจุอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนเป็นเส้นตรง

ลักษณะที่ 3 การบรรจุอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่แบบโรตารี่

2.7.3 ภาชนะบรรจุสำหรับบรรจุเครื่องดื่ม

2.7.3.1 พลาสติก

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

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

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

1) สมบัติของพลาสติก

1.1) โพลีเอทธีลีน (PE) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นดี แต่ต้านการซึมผ่านของออกซิเจนได้น้อย มีความแข็งแรงปานกลาง ใส ปิดผนึกได้ดี ราคาถูก

1.2) โพลีพรอพีลีน (PP) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านความชื้นได้ดี และแก๊สปานกลาง ทนการซึมผ่านน้ำมัน ทนความร้อนได้สูง มีความเลื่อมมัน

1.3) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นและแก๊สได้ปานกลาง ทนทานการซึมผ่านน้ำมันได้ดี เหนียวใส สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มหด ฟิล์มห่อหุ้ม หรือเป็นภาชนะคงรูปได้ดี

1.4) โพลีเอทธีลีน เทเรพทาเลต (PET) มีคุณสมบัติที่ทำปฏิกิริยากับอาหาร และมีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น และทนอุณหภูมิได้ในช่วงกว้าง ป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊สได้ดีกว่าพลาสติกทั่วไป

1.5) โพลีสไตรีน (PS) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำ และแก๊สได้น้อย ทนอุณหภูมิสูงไม่ได้

1.6) โพลีอาไมด์ (PVDC) มีคุณสมบัติทนความร้อน แข็งแรงต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำได้น้อย

2) ฝาปิดที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

2.1) ฝาปิดผนึกแน่นหนา ไม่ให้มีการซึมผ่านของน้ำ ไอน้ำ และแก๊ส

2.2) ฝาปิดต้องปิดเข้ากันกับบรรจุภัณฑ์ ไม่ทำปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์

2.3) ฝาปิดจะต้องสะดวกต่อการใช้งานสามารถเปิดออกได้ง่าย

2.4) ถ้าต้องการปิดฝาหลังใช้ ควรสามารถใช้มือกดเข้าไปแล้วสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์ได้

2.5) ฝาปิดจะต้องป้องกันสินค้าจากความเสียหายจากปัจจัยภายนอกต่างๆ จะต้องปิดผนึกได้อย่างสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

2.7.3.2 ภาชนะที่ทำจากแก้ว

ภาชนะที่ทำจากแก้ว เป็นภาชนะบรรจุที่นิยมใช้อยู่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทั่วไป เพราะแก้วเป็นวัสดุที่มีความเฉื่อยในการทำปฏิกิริยา ทำให้แก้วเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการเก็บรักษาที่ยาวนาน เช่น เหล้าหรือเบียร์ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นต้น ส่วนระบบการบรรจุอาจจะเป็นการบรรจุเย็นหรือร้อนหรือแบบปลอดเชื้อ แล้วทำการปิดฝาและปิดฉลากในกรณีของการบรรจุร้อน จำต้องมีขั้นตอนการปล่อยในเย็นตัวก่อนการปิดฉลาก

1) สมบัติทางกายภาพและสารเคมีของขวดแก้ว

1.1) ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร

1.2) ป้องกันการรั่วซึมผ่านของไอน้ำ แก๊ส กลิ่นได้ดี

1.3) ความแข็งแรงพอควร

1.4) ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร

1.5) ป้องกันการรั่วซึมผ่านของไอน้ำ แก๊ส กลิ่นได้ดี

1.6) ความแข็งแรงพอควร

2.7.3.3 กระป๋อง

กระป๋องจะใช้บรรจุเครื่องดื่มแบบการบริโภคครั้งเดียว (Single Serving) ซึ่งจะเป็นกระป๋องที่มีฝาเปิดออกได้ง่าย (Easy Opening) โดยปิดฝาด้านบนจะทำการปิดเรียบร้อยมาจากโรงงานผลิตกระป๋อง ทำให้เวลาบรรจุ ต้องบรรจุเครื่องดื่มทางด้านล่างของกระป๋อง จากนั้นทำการปิดฝาด้านล่างด้วยตะเข็บคู่ตรงบริเวณก้นกระป๋อง ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนรูปแบบของกระป๋องจากเดิมที่เป็นทรงกระบอกธรรมดาให้เป็นรูปทรงเหมือนขวดแก้ว บรรจุเครื่องดื่มต่างๆ เช่น เบียร์ ไวน์ หรือน้ำอัดลม นิยมใช้ในเทศกาลหรือโอกาสพิเศษของผลิตภัณฑ์มากกว่าการผลิตเพื่อจำหน่ายโดยทั่วไป

2.7.3.4 กล่องกระดาษแข็ง

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

2.7.3.5 ถุงใส่ในกล่อง

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

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกียรติศักดิ์ (2535) ได้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน และศึกษาเสถียรภาพของสารละลายสกัดสารแอนโทไซยานิน พบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน เพื่อให้ได้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด คือ ใช้สารละลายกรด hydrochloric pH 4.5 เป็นตัวทำละลายในการสกัด โดยมีอัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายกับดอกอัญชันแห้ง คือ 120 ต่อ 3 ใช้เวลาในการสกัด 73 นาที และการเขย่าในระหว่างการสกัดสามารถสกัดแอนโทไซยานินได้มากกว่าเมื่อไม่มีการเขย่าในระหว่างการสกัด การสกัดหนึ่งครั้งจะให้ปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่า 90% และอุณหภูมิที่จะเหมาะสมในการเก็บรักษาสารสกัด คือ อุณหภูมิห้องเย็น 4±1°C ให้ผลในการชะลอการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และให้ผลในการชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ polymeric colour (PC) ได้ดี โดยที่ค่าครึ่งชีวิตของสารละลายสกัดจะมีค่า 81 และ 48 วัน ตามลำดับ

บุศรารัตน์ (2545) ได้ทำการศึกษาแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง *Hibiscus sabdariffa* L. เพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร รายงานว่า ชนิดของตัวทำละลายและ pH ที่เหมาะสม คือ น้ำต่อเอทานอล (1 ต่อ 1) ปรับ pH เป็น 2.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริค อัตราส่วนระหว่างปริมาณกลีบกระเจี๊ยบแดงต่อตัวทำละลายเป็น 1 ต่อ 4 ขั้นตอน และการทำเข้มข้นสารละลายสกัดแอนโทไซยานิน โดยทำเข้มข้นแบบสุญญากาศ พบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือ ทำเข้มข้นที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 30 นาที

ญาณี (2555) ได้ศึกษาความคงตัวของสารแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน ผลของอุณหภูมิใช้สกัดสีแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงต่อน้ำที่มีค่า pH 2.5 (ปรับด้วยกรด HCl 1 %) เป็น 1 ต่อ 4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิและเวลาสกัดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 100°C นาน 30 นาที ให้ค่าสีแดง (a*)13.65 สารละลายสีแอนโทไซยานินที่สกัดได้ มีค่า pH เท่ากับ 2.29 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด 0.41 mgต่อ 500 ml การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนที่มีผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ นำสภาวะที่เหมาะสมจากข้างต้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 1, 2 และ 3 วัน เทียบกับอุณหภูมิห้อง พบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดเท่ากับ 0.90, 0.91 และ 0.93 mgต่อ 100 g ตามลำดับ ส่วนค่าสีแดงลดลง ขณะที่ a เท่ากันทั้ง 3 วัน การเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สุภาพ (2543) ทำการศึกษาสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยได้ทดลองประยุกต์ใช้กับโยเกิร์ต ซึ่งโยเกิร์ตที่เติมสารสกัด 0.2, 0.4 และ 0.6% มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 4.34, 8.90 และ 14.64 mg ต่อkg ตามลำดับ และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 12.57, 24.24 และ 31.24% ตามลำดับ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่า pH, ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ, ความสามารถในการอุ้มน้ำ และจำนวนแบคทีเรียแลคติกหลังกระบวนการหมัก ($p>0.05$) การเติมสารสกัดในปริมาณสูงขึ้นถึง 0.6% ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลง ($p<0.05$) โดยปริมาณที่เหมาะสมสำหรับเติมในโยเกิร์ต คือ 0.4% เมื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา (4°C เวลา 21 วัน) ต่อคุณภาพโยเกิร์ตที่เติมสารสกัด พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 21 วัน ปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลงจากที่ 8.94 เป็น 5.73 mgต่อkg และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระจะลดลงจาก 24.24% เป็น 19.97% นอกจากนี้คุณภาพด้านค่า pH 4.61–4.21 ความสามารถในการอุ้มน้ำ 66.44–61.46% และมีจำนวนแบคทีเรียแลคติก 8.12–5.30 log cfuต่อg มีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต ซึ่งมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา

สลักจิตร (2550) ได้ทำการศึกษาน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชัน พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันด้วยน้ำ คือ ที่อุณหภูมิ 69.2°C เวลา 30 นาที ได้สารสกัดที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 2.27 mgต่อg ในการพัฒนาสูตรน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชันวางแผนแบบ Mixture design โดยสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ น้ำลิ้นจี่ 96.98% สารสกัดจากดอกอัญชัน 3.00% และกรดมาลิก 0.02% ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชัน พิจารณาจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชันที่พาสเจอร์ไรส์ก่อนบรรจุ และที่การพาสเจอร์ไรส์

หลังบรรจุที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 5 นาที พบว่า น้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชันที่พาสเจอไรส์หลังบรรจุมีอายุการเก็บรักษานานกว่า

วิลาวัลย์ (2551) ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากดอกอัญชัน โดยใช้เทคนิค DPPH (2,2-diphenyl-l-picryl-hydrazyl) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียร พบว่า สารสกัดอัญชันมีค่า EC_{20} เท่ากับ 397.9365 μgต่อml ผลจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวมของน้ำอัญชัน 4 สูตร พบว่า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ธันวาและเจษฎา (2558) ทำการศึกษาการใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส พบว่า กรรมวิธีการสกัดสารแอนโซไซยานินจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสม คือ วิธีที่ 4 การสกัดแบบต้มก่อนสุญญากาศ (ต้มที่อุณหภูมิ 90-100°C และระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 65°C ความดัน 70 มิลลิบาร์) ซึ่งในกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 201.46±0.15 mgต่อ 500 ml โดยระยะเวลาที่เหมาะสมในการกลั่นสุญญากาศ คือ 45 นาที มีระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส คือ 12°Brix ($p\geq0.05$) โดยมีค่า pH 3.21±0.00 มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 52.70±0.08 mgต่อ 500 ml และอุณหภูมิที่ 5±2°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 8 สัปดาห์ และผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊สเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค 100%

อรุษา และคณะ (2552) ทำการศึกษาผลกระทบของ pH และอุณหภูมิ ต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบและอัญชัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสีที่ปรากฏและความคงตัวของสารสกัดกระเจี๊ยบและสารสกัดอัญชันถูกประเมินขึ้นในช่วง pH ระหว่าง 1-12 โดยสารสกัดกระเจี๊ยบให้สีแดงที่ pH 1-3 และ 10-12 ในขณะที่สารสกัดอัญชันให้สีแดงที่ pH 1-2 สีม่วงที่ pH 3-6 และ 10-11 และสีเขียวที่ pH 7-9 และ 12 หลังจากนั้นเมื่อนำสารสกัดกระเจี๊ยบที่ pH 2 และ 10 สารสกัดอัญชันที่pH 2, 4, 6, 8 และ 10 มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 และ 90°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดกระเจี๊ยบที่ pH 2 กับ 10 และสารสกัดอัญชันที่ pH 8 อย่างมีนัยสำคัญ โดยสีของสารสกัดอัญชันที่ pH 2-6 และ 10 มีความคงตัวสูง ฉะนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ค่าครึ่งชีวิตของแอนโทไซยานินในสารสกัดมีค่าลดลง และ%ของสีของพอลิเมอร์มีค่าเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ดอกอัญชันแห้ง สีน้ำเงินพันธุ์ดอกซ้อน จากร้านพรมจันทร์สมุนไพร จังหวัดอ่างทอง

3.1.2 ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง พันธุ์ซูดาน จากตลาดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 ขวดแก้วสีชา พร้อมฝาปิด ขนาด 50 ml

3.2.2 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) สเกล 0-100°C

3.2.3 เครื่องชั่ง ความละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.2.4 เครื่องกลั่นสุญญากาศ ยี่ห้อ Rotavapor รุ่น 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 กระชอน

3.2.11 อ่างสแตนเลส

3.2.12 ถาดสแตนเลส

3.2.13 เหยือกสแตนเลส

3.2.14 หม้อสแตนเลส

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 ยี่ห้อ Moisture Determination Balance รุ่น FD-620

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพเคมี

3.3.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-10

3.3.2.2 รีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) สเกล 0-32°Brix

3.3.2.3 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV VIS Spectrophotometer ยี่ห้อ Cecil รุ่น CE 2021

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 เครื่องแก้วต่างๆ เช่น หลอดทดลอง จานเพาะเชื้อ แท่งแก้วรูปตัวแอล หลอดดักแก๊ส แท่งแก้วคนสาร บีกเกอร์ ปิเปต ขนาด 10 ml และขนาด 1 ml

3.3.3.15 Hot plate

3.3.3.16 พาราฟิล์ม

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการประมวลผลข้อมูล

3.3.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมทางสถิติ

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดในท้องตลาด และทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารแอนโทไซยานินสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเป้าหมาย เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนามีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า โดยมีผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกมา จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ (ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาคผนวก ค) คือ

ผลิตภัณฑ์ A เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ B เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ C เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ D เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ E เครื่องดื่มมัลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ F เครื่องดื่มทับทิมสกัดเข้มข้น

นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ได้ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มาทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี โดยนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลต้นแบบในการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) ตรวจลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ได้ โดยศึกษาลักษณะของสี กลิ่น และความเหลวข้นของผลิตภัณฑ์

2) ตรวจวัดค่าสี โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) จากการทดลองวัดตัวอย่าง ทำการวัดตัวอย่างละ 5 ครั้ง ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความมืดสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, – หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) ตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยทำการใช้เครื่อง Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัดตัวอย่างละ 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2) ตรวจวัดค่า pH โดยการนำตัวอย่างที่ได้มาทำการตรวจวัดค่า pH โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH เท่ากับ 4.00 7.00 และ 10.0 ตามลำดับ ทำการวัดตัวอย่างละ 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

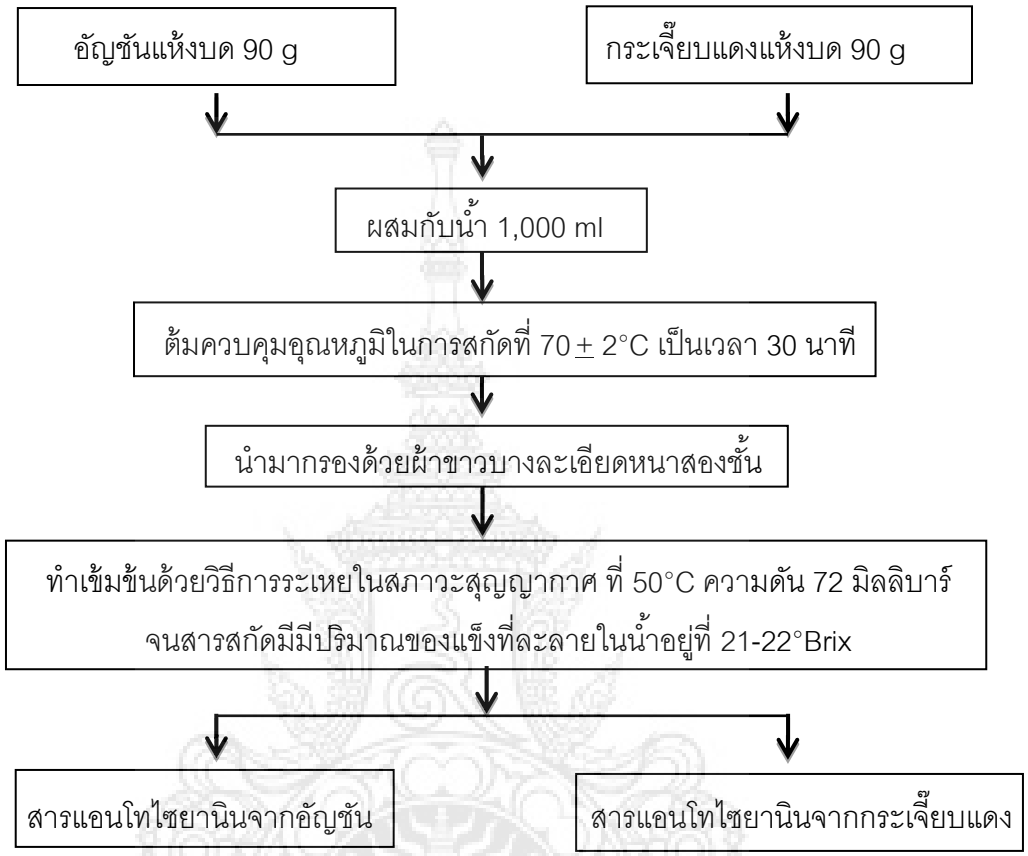
3) ตรวจวัดปริมาณสารแอนโทไซยานิน นำตัวอย่างที่ได้มาทำการตรวจวัดค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยตามวิธี pH Differential Method ของ AOAC (2005) ทำการวัดตัวอย่างละ 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.4.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

3.4.2.1 ศึกษาวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

การศึกษาวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อหาวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด ควบคุมปริมาณดอกแห้งต่อปริมาณน้ำ คือ 90 g ต่อ 1,000 ml ทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำจากแหล่งต่างๆ คือ งานวิจัยของสลักจิตร (2550) ศึกษาวิธีการสกัดสารสกัดจากอัญชันด้วยน้ำ กับงานวิจัยของธันวา และเจษฎา (2558) ศึกษาวิธีการสกัดสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงด้วยน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการสกัดที่ใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งนำมาดัดแปลงการทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศ มาเป็นการทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋น จนสารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 21-22°Brix จากนั้นทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัด ซึ่งวิธีการสกัดมี 4 วิธี คือ

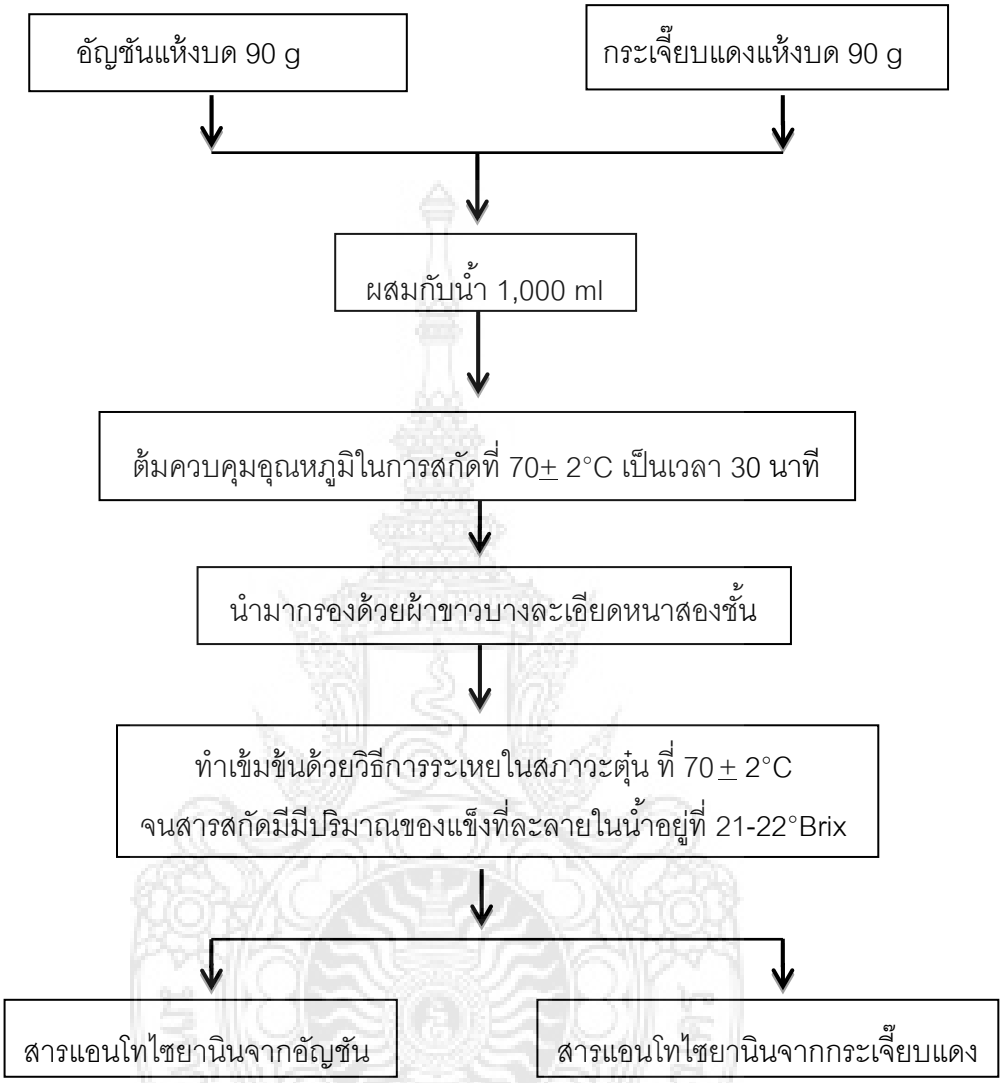
วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50 °C ความดัน 72 มิลลิบาร์



แผนภาพที่ 3.1 การสกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50 °C ความดัน 72 มิลลิบาร์

ที่มา: ดัดแปลงจากสลักจิตร (2550)

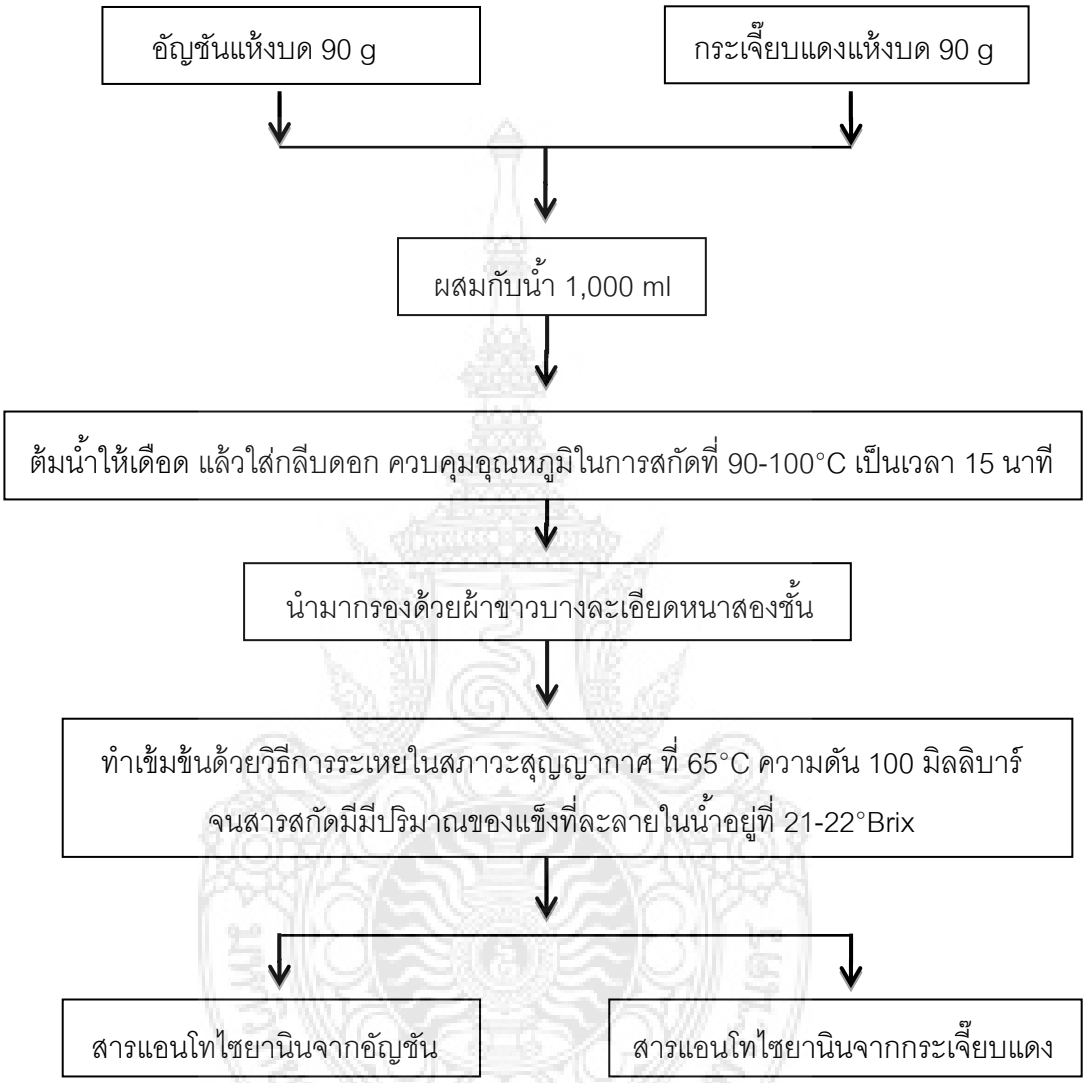
วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C



แผนภาพที่ 3.2 การสกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C

ที่มา : ดัดแปลงจากวิธีที่ 1

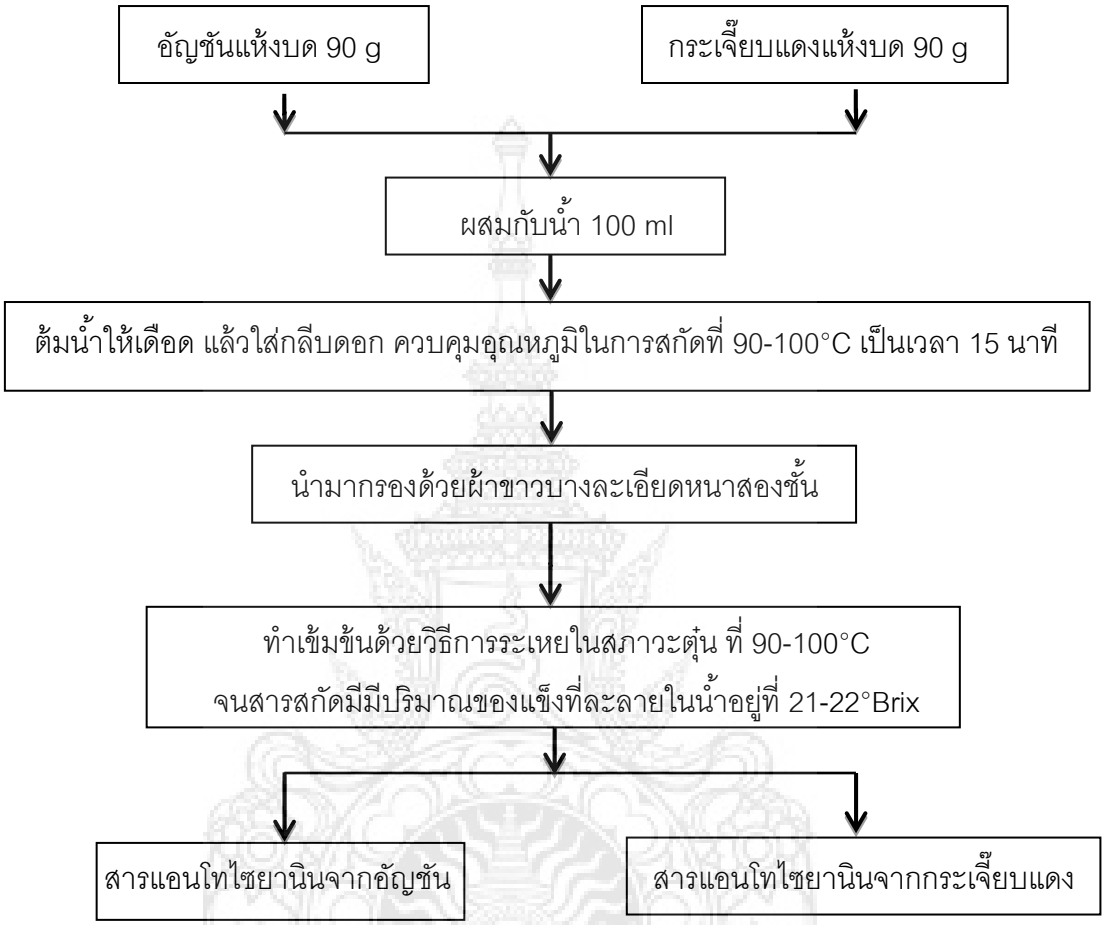
วิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65 °C ความดัน 100 มิลลิบาร์



แผนภาพที่ 3.3 การสกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์

ที่มา : ดัดแปลงจากธันวา และเจษฎา (2558)

วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C



แผนภาพที่ 3.4 การสกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C

ที่มา : ดัดแปลงจากวิธีที่ 3

นำสารแอนโทไซยานินสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงทั้ง 4 วิธี วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) และนำมาทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ตามข้อ 3.4.1.1

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตามข้อ 3.4.1.2

3.4.2.2 ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัด

นำสูตรที่ดีสุดที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุดของสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจากข้อ 3.4.2.1 มาทำการศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสม ซึ่งอัตราส่วนของสารสกัดมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนชอบสูงที่สุด ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ (%) คือ 30:70, 40:60, 50:50, 60:40 และ70:30 ตามลำดับ ซึ่งทำการควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 21-22°Brix จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ตามข้อ 3.4.1.1

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตามข้อ 3.4.1.2

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างที่ผลิตได้ทั้ง 5 ระดับ มาเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4±2°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อจะควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเสิร์ฟแก่ผู้ทอสอบชิม จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) จะใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความเหลวข้น) รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) นำไปวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance -ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multipe Range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

3.4.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการศึกษาข้อ 3.4.2.2 มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของเครื่องดื่มสารสกัด ซึ่งบรรจุลงในขวดแก้วสีชาพร้อมฝาปิดสนิท ขนาด 50 ml (ขวดแก้วและฝาผ่านการต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที ก่อนนำมาใช้บรรจุ) บรรจุแบบทำการบรรจุแล้วพาสเจอร์ไรซ์ (ดัดแปลงมาจาก สลักจิตร, 2550) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้บรรจุลงในขวดแก้วสีชาปิดฝาทันที จากนั้นนึ่งในน้ำ

เดือดจนวัดอุณหภูมิกึ่งกลางขวดได้ 70°C เป็นเวลา 5 นาที และทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C ทำการสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ (ระยะเวลาในการสุ่มตรวจดัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์น้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส โดยมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ของธันวา และเจษฎา, 2558) นำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ดังต่อไปนี้

3.4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ตามข้อ 3.4.1.1

3.4.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตามข้อ 3.4.1.2

3.4.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

2) *Salmonella* spp.ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 ml

3) Coliform bacteria น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 ml

4) *E. coli* ต้องไม่พบ

5) ยีสต์ รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

3.4.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัด โดยใช้เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่ผ่านการพัฒนาแล้วนำมาทดสอบ ซึ่งทำการจัดเสิร์ฟตัวอย่างที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4±2°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการเสิร์ฟปริมาตร 25-30 ml สถานที่ใช้ในการทดสอบทดสอบ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งผู้บริโภคที่ใช้ในการทดสอบเป็นอาจารย์ และนักศึกษา จำนวน 100 คน โดยใช้วิธีการทางสถิติในการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenience Selection) มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ทำการทดสอบในทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จากนั้นทำการเก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์ทางสถิติของผู้บริโภค จำนวน 100 คน

3.5 สถานที่ดำเนินงาน

3.5.1 สถานที่ทำการทดลอง

3.5.1.1 เชิงปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621 และ 622

3.5.1.2 เชิงการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2) หมู่บ้านมหาวงษ์ 2 อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดในท้องตลาด และทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารแอนโทไซยานินสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนามีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเป้าหมาย โดยมีผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกมา จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ คือ

ผลิตภัณฑ์ A เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ B เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ C เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ D เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ E เครื่องดื่มมัลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น

ผลิตภัณฑ์ F เครื่องดื่มทับทิมสกัดเข้มข้น

ซึ่งได้นำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้าที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มาทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	**ชนิดของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดตามท้องตลาด**					
	A	B	C	D	E	F
	สีน้ำตาลเข้มมาก กลิ่นพรุน ข้นเหลวปานกลาง มีตะกอน	สีน้ำตาลเข้ม แต่สีอ่อนกว่าชนิด A เล็กน้อย กลิ่นพรุน ข้นเหลวปานกลาง มีตะกอน	สีน้ำตาลแดงเข้ม แต่สีอ่อนกว่าชนิด B และ E กลิ่นเบอร์รี่ ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอน	สีแดงเข้มมาก กลิ่นเบอร์รี่ ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอน	สีน้ำตาลแดงเข้ม กลิ่นมัลเบอร์รี่ ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอน	สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นทับทิม ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอน

หมายเหตุ: ผลิตภัณฑ์ A เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ B เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ C เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ D เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ E เครื่องดื่มมัลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ F เครื่องดื่มทับทิมสกัดเข้มข้น

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

คุณภาพ	ชนิดของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดตามท้องตลาด					
	A	B	C	D	E	F
ทางกายภาพ						
- ค่าสี						
ค่าความสว่าง (L*)	5.62±0.04^{d}	6.65±0.33^{c}	7.54±0.17^{b}	3.61±0.14^{f}	4.74±0.34^{e}	21.44±0.32^{a}
ค่าสีแดง (a*)	3.80±0.12^{e}	5.14±0.21^{d}	8.02±0.13^{a}	3.14±0.08^{f}	6.55±0.06^{c}	7.81±0.20^{b}
ค่าสีเหลือง (b*), ค่าสีน้ำเงิน (-b*)	4.72±0.07^{d}	5.53±0.31^{b}	5.14±0.31^{c}	-0.61±0.07^{f}	1.70±0.09^{e}	13.35±0.20^{a}
ทางเคมี						
- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	35.00±0.00^{a}	34.00±0.00^{b}	20.00±0.00^{d}	23.84±0.05^{c}	20.00±0.00^{d}	16.50±0.00^{e}
- ค่า pH	3.67±0.02^{a}	3.57±0.01^{b}	3.49±0.01^{d}	3.43±0.01^{e}	3.50±0.01^{d}	3.54±0.01^{c}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l)	24.66±0.54^{d}	6.43±0.61^{f}	18.54±0.73^{e}	110.96±0.70^{a}	44.73±0.83^{b}	21.93±0.89^{c}

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

ผลิตภัณฑ์ A เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ B เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ C เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ D เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ E เครื่องดื่มมัลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น
ผลิตภัณฑ์ F เครื่องดื่มทับทิมสกัดเข้มข้น

จากตารางที่ 4.1 ลักษณะของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ พบว่า ด้านลักษณะของสีแตกต่างกันตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชนิด A กับ B ที่สกัดจากพรุน สีน้ำตาลเข้ม แต่ชนิด B สีอ่อนกว่าชนิด A ส่วนเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดที่มีวัตถุดิบหลักเป็นผลไม้ตะกลูเบอร์รี่ จะมีลักษณะสีโทนแดง คือ ชนิด C, D และ E ซึ่งชนิด C ที่สกัดจากเบอร์รี่ มีสีน้ำตาลแดงเข้ม และชนิด D ที่สกัดจากเบอร์รี่ มีสีแดงเข้มมาก ส่วนชนิด E ที่สกัดจากมัลเบอร์รี่ สีน้ำตาลแดงเข้ม ซึ่งสีน้ำตาลแดงเข้มกว่าชนิด C ส่วนชนิด F ที่สกัดจากทับทิม สีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ คือ ชนิด A, B, C, D และ E มีสีเข้มมากออกดำ เนื่องจากวัตถุดิบหลักของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดมีสีเข้ม เมื่อนำมาทำสกัดเข้มข้นจึงทำให้สีผลิตภัณฑ์ที่ได้เข้มมากออกดำ ด้านลักษณะของกลิ่นแต่ละผลิตภัณฑ์มีกลิ่นตรงตามวัตถุดิบหลัก คือ ชนิด A กับ B กลิ่นพรุน ชนิด C กับ D กลิ่นเบอร์รี่ ชนิด E กลิ่นมัลเบอร์รี่ และชนิด F กลิ่นทับทิม ด้านลักษณะของความข้นเหลว มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ชนิด A กับ B ที่สกัดจากพรุนมีความข้นเหลวปานกลาง เนื่องมาจากปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำที่ไม่เท่ากัน จึงส่งผลให้ความข้นเหลวแตกต่างกัน

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ พบว่า คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าบวกสีเหลือง, ค่าลบสีน้ำเงิน (b*) ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิด D ที่สกัดจากเบอร์รี่มีค่าสีค่อนข้างดำมืดมากที่สุด โดยมีสีออกแดงม่วง ส่วนชนิด E, A, B และ C มีค่าสีที่ได้เป็นสีน้ำตาลดำเข้มค่อนข้างดำมืด ซึ่งค่าความสว่าง (L*) มากขึ้นตามลำดับ และชนิด F มีค่าสีที่ได้เป็นสีน้ำตาลอ่อนค่อนข้างสว่างกว่าเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดชนิดอื่น คุณภาพทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ชนิด C กับ E มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และมีค่า pH ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ด้านปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 16.50-35.00°Brix และมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.43-3.67

ด้านปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l) ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชนิด D ที่สกัดจากเบอร์รี่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด อยู่ที่ 110.96 mg/l รองลงมาเป็นชนิด E, A, F, C และ B ตามลำดับ คือ 44.73, 24.66, 21.93, 18.54 และ 6.43 mg/l ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินจะสอดคล้องกับการทดลองลักษณะของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัด โดยเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดที่ปรากฏสีแดงชัดเจน จะมีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าเครื่องดื่มผักผลไม้ที่ไม่ปรากฏสีแดงแต่เป็นสีน้ำตาล การที่แอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดมีปริมาณน้อย อาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดที่ใช้

อุณหภูมิสูง และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องระหว่างรอการจำหน่าย ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้แอนโทไซยานินสลายตัว จากการศึกษางานวิจัยพบว่า สารแอนโทไซยานินที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาล (เรือนเงิน, 2554) สอดคล้องกับงานวิจัยวริพัสย์ และคณะ (2552) ทำการศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำบลูเบอร์รี่และบลูเบอร์รี่เข้มข้น โดยผลิตภัณฑ์น้ำบลูเบอร์รี่ (15°Brix) มีปริมาณแอนโทไซยานิน 148.09 mg/l และน้ำบลูเบอร์รี่เข้มข้น (45°Brix) มีปริมาณแอนโทไซยานิน 575.05 mg/l จากนั้นวิจัยวริพัสย์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาต่อถึงผลของอุณหภูมิแช่เย็นต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำบลูเบอร์รี่เข้มข้น จากงานวิจัยพบว่า อุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการสลายตัวของสารแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์น้ำบลูเบอร์รี่ (15°Brix) และน้ำบลูเบอร์รี่เข้มข้น (45°Brix) โดยการเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของน้ำบลูเบอร์รี่มีแนวโน้มให้อัตราการสลายตัวจะเพิ่มขึ้น ยังสรุปไว้ว่าขั้นตอนการเก็บรักษาน้ำผลไม้ที่มีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบควรใช้อุณหภูมิต่ำ อันจะทำให้สารแอนโทไซยานินสลายตัวลดลง (วิจัยวริพัสย์ และคณะ, 2553) ดังนั้นปริมาณสารแอนโทไซยานินของเครื่องดื่มผักผลไม้สกัด จึงสอดคล้องกับกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัด จึงได้ทำการคัดเลือกข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 21-22°Brix มาเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการระเหยน้ำของสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชนิด C, D และ E มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

4.2.1 ผลการศึกษาวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

จากการศึกษาวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำการควบคุมปริมาณดอกแห้งต่อปริมาณน้ำ คือ 90 g ต่อ 1,000 ml ทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำจากแหล่งต่างๆ เริ่มต้นด้วยการต้มสกัดด้วยน้ำ โดยน้ำอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่ผ่านการต้มสกัดทั้ง 4 วิธี ซึ่งใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายด้วยน้ำอยู่ที่ 4°Brix จากนั้นนำมาทำเข้มข้นด้วยการระเหยน้ำออก และไม่ควบคุมระยะเวลาในการทำให้เข้มข้นทั้งแบบสุญญากาศกับการตุ๋น แต่ทำเข้มข้นจนสารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 21-22°Brix เมื่อสกัดตามมีวิธีการสกัด ทั้ง 4 วิธี แล้วจึงนำสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ได้ มาศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.3 และ 4.4 นำมาทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของสารสกัดอัญชันจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	**วิธีที่** 1	**วิธีที่** 2	**วิธีที่** 3	**วิธีที่** 4
	สีน้ำเงินเข้มมาก กลิ่นอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอนขนาดเล็ก	สีน้ำเงินเข้มมาก กลิ่นอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอนขนาดใหญ่	สีน้ำเงินเข้มมาก กลิ่นอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอนขนาดเล็กมาก	สีน้ำเงินเข้มมาก กลิ่นอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอนขนาดเล็กมาก

หมายเหตุ: วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์

วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C

วิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์

วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C

ตารางที่ 4.4 ลักษณะของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
	สีแดงสดเข้มมาก กลิ่นกระเจี๊ยบแดง ข้นเหลวปานกลาง มีตะกอนขนาดใหญ่	สีแดงเข้มมาก กลิ่นกระเจี๊ยบแดง ข้นเหลวน้อยที่สุด มีตะกอนขนาดใหญ่	สีแดงเข้มมาก กลิ่นกระเจี๊ยบแดง ข้นเหลวปานกลาง มีตะกอนขนาดใหญ่ คล้ายกับวิธีที่ 1	สีแดงดำคล้ำเข้มมาก กลิ่นกระเจี๊ยบแดง ข้นเหลวปานกลาง แต่น้อยกว่าวิธี่ 1 มีตะกอนขนาดใหญ่

หมายเหตุ: วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์

วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C

วิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์

วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C

จากตารางที่ 4.3 ลักษณะของสารสกัดอัญชันจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี พบว่า สารสกัดที่ได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี ด้านลักษณะของสี ได้สีน้ำเงินเข้มมากออกดำ ด้านลักษณะของกลิ่น มีกลิ่นอัญชันเหม็นเขียวๆ ด้านลักษณะของความข้นเหลว มีความข้นเหลวเล็กน้อย โดยมีลักษณะของสารสกัดที่ได้ใกล้เคียงกัน แต่ลักษณะของตะกอนที่ได้หลังการสกัดมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C มีตะกอนขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาเป็นวิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ จะมีตะกอนขนาดเล็ก ส่วนวิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์ กับวิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C ทั้งสองวิธีมีตะกอนขนาดเล็กมาก

จากตารางที่ 4.4 ลักษณะของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจากวิธีการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ จำนวน 4 วิธี พบว่า ด้านลักษณะของสี วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ สารสกัดที่ได้มีสีแดงสดเข้มมาก สีสวยกว่าวิธีอื่น ซึ่งวิธีที่ 2 กับ 3 มีสีแดงเข้มมาก และวิธีที่ 4 สีแดงดำคล้ำเข้มมาก ด้านลักษณะของกลิ่นทั้ง 4 วิธี มีกลิ่นกระเจี๊ยบแดงออกเปรี้ยวๆ ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของดอกกระเจี๊ยบแดง ด้านลักษณะของความข้นเหลว วิธีที่ 1 กับวิธีที่ 3 มีความข้นเหลวปานกลาง รองลงมาเป็นวิธีที่ 4 และวิธีที่ 2 ตามลำดับ แต่ลักษณะของตะกอนที่ได้หลังการสกัดมีความแตกต่างกัน คือ วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C มีตะกอนขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาเป็นวิธีที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ได้จากการศึกษามีสีที่ค่อนข้างแตกต่างกันอย่างชัดเจน วิธีที่ 3 กับ วิธีที่ 4 ใช้อุณหภูมิในการกระบวนการสกัดที่สูงเป็นระยะเวลานาน จึงส่งผลทำให้แอนโทไซยานินที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาล (เรือนเงิน, 2554)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์วิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชัน จำนวน 4 วิธี

คุณภาพ	วิธีที่1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
ทางกายภาพ				
- ค่าสี				
ค่าความสว่าง (L*)	3.02±0.02[b]	0.87±0.03[d]	3.31±0.11[a]	1.90±0.09[c]
ค่าสีแดง (a*)	0.51±0.03[a]	0.48±0.02[a]	0.37±0.08[b]	0.31±0.03[b]
ค่าสีน้ำเงิน (-b*)	-1.20±0.04[a]	-0.38±0.03[c]	-1.24±0.07[a]	-0.85±0.09[b]
ทางเคมี				
- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix)[ns]	21.50±0.00	22.00±0.00	22.00±0.00	22.00±0.00
- ค่า pH	4.92±0.01[c]	4.88±0.01[d]	5.00±0.01[b]	5.20±0.02[a]
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l)	1,366.98±1.66[a]	883.38±1.31[c]	695.78±1.80[d]	1,075.92±1.71[b]
ระยะเวลาในการระเหยน้ำ (ชั่วโมง)	4.40	3.00	1.40	0.45

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

[ns] หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์

วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70±2°C

วิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์

วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์วิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง จำนวน 4 วิธี

คุณภาพ	วิธีที่1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
ทางกายภาพ				
- ค่าสี				
ค่าความสว่าง (L*)	1.15±0.04^{c}	1.11±0.11^{c}	3.09±0.01^{a}	2.07±0.11^{b}
ค่าสีแดง (a*)	0.88±0.03^{ab}	0.61±0.03^{c}	0.76±0.07^{bc}	0.98±0.11^{a}
ค่าสีน้ำเงิน (-b*)	-0.45±0.05^{b}	-0.21±0.01^{c}	-0.63±0.00^{a}	-0.42±0.15^{b}
ทางเคมี				
- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix)^{ns}	22.00±0.00	21.50±0.00	21.20±0.00	21.50±0.00
- ค่า pH	2.42±0.01^{a}	2.39±0.02^{a}	2.42±0.01^{a}	2.36±0.01^{b}
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l)	4,090.19±0.49^{a}	1,489.66±0.78^{d}	2,064.78±1.60^{b}	1,495.52±0.86^{c}
ระยะเวลาในการระเหยน้ำ(ชั่วโมง)	4.40	3.00	1.45	0.40

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

^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70$\pm$2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์

วิธีที่ 2 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 70$\pm$2°C

วิธีที่ 3 สกัดโดยการต้มที่ 90-100°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 65°C ความดัน 100 มิลลิบาร์

วิธีที่ 4 สกัดโดยการต้มและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋นที่ 90-100°C

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชัน จำนวน 4 วิธี พบว่า คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีน้ำเงิน (-b*) ทั้ง 4 วิธี มีสีน้ำเงินเข้มโทนมืด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวิธีที่ 3 มีสีน้ำเงินเข้มโทนมืดที่มีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าวิธีอื่น ส่วนวิธีที่ 1 มีสีน้ำเงินเข้มโทนมืดที่มีค่าความสว่าง (L*) รองมาจากวิธีที่ 3 แต่มีค่าสีแดง (a*) มากกว่าวิธีอื่น ส่วนค่าสีน้ำเงิน (-b*) ของวิธีที่ 1 กับ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มากกว่าวิธีอื่น ส่วนวิธีที่ 4 กับ 2 มีสีน้ำเงินเข้มโทนมืดที่มีค่าความสว่างน้อยกว่าวิธีอื่นตามลำดับ คุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของสารสกัดอัญชันทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่า pH มีค่าต่ำลงตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการสกัดวิธีที่ 4, 3, 1 และ 2 มีค่า 5.20, 5.00, 4.92 และ 4.88 ตามลำดับ ซึ่งสารสกัดของอัญชันมีสภาวะที่เป็นกรดอยู่ในช่วง 4.88-5.20 ทำให้สารแอนโทไซยานินที่ได้มีสี bluish red (เรือนเงิน, 2554) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินของ วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70$\pm$2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น คือ 1,366.98 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 4.40 ชั่วโมง รองลงมาคือ วิธีที่ 4, 2 และ 3 คือ 1,075.92 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 0.40 ชั่วโมง, 883.38 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 3.00 ชั่วโมง และ 695.78 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 1.40 ชั่วโมง ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง จำนวน 4 วิธี พบว่า คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีน้ำเงิน (-b*) ทั้ง 4 วิธี จะมีสีแดงดำเข้มโทนมืด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวิธีที่ 3 มีสีแดงดำเข้มโทนมืดที่มีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าวิธีอื่น รองลงมาคือ วิธีที่ 4, 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า วิธีที่ 3 และ 4 ที่ใช้อุณหภูมิสูงในการสกัดส่งผลต่อความสว่างของสารสกัดสารที่ได้ เมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 และ 2 ที่ใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัดสารแอนโทไซยานิน ส่วนค่าสีแดง (a*) วิธีที่ 4 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาจะเป็น วิธีที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิมีผลต่อค่าสีแดง (a*) โดยที่อุณหภูมิสูงจะสกัดสีแดงของกระเจี๊ยบแดงได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ ส่วนค่าสีน้ำเงิน (-b*) วิธีที่ 3 กับ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่วิธีที่ 1 กับ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนวิธีที่ 2 กับวิธีอื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของสารสกัดอัญชันทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่า pH วิธีที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับวิธีที่ 4

โดยวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 2.42, 2.39 และ 2.42 ตามลำดับ ซึ่งสารสกัดของกระเจี๊ยบแดงมีสภาวะที่เป็นกรดจะอยู่ในช่วง 2.36-2.42 ส่งผลทำให้แอนโทไซยานินที่ได้มีสีแดง (เรือนเงิน, 2554) ส่วนด้านปริมาณสารแอนโทไซยานิน วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ จะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 4,090.19 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 4.40 ชั่วโมง รองลงมาคือ วิธีที่ 3 2,064.78 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 1.45 ชั่วโมง วิธีที่ 4 1,495.52 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 0.40 ชั่วโมง และวิธีที่ 2 1,489.66 mg/l ใช้เวลาในการระเหยน้ำ 3.00 ชั่วโมงตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ของปริมาณสารแอนโทไซยานินของสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จะเห็นว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มสกัดและการทำเข้มข้นด้วยการระเหยน้ำมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยวิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยการใช้อุณหภูมิต่ำทั้งในตอนการต้มสกัดกับตอนทำเข้มข้นด้วยการระเหยน้ำ แสดงว่า สารแอนโทไซยานินจะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งวิธีที่ 1 สารสกัดจากอัญชันยังเป็นสีน้ำเงินเข้ม ส่วนสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงยังเป็นสีแดงเข้ม สอดคล้องกับผลการทดลองของสลักจิตร (2550) ที่ศึกษาพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการสกัดสูง ปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สกัดได้ยิ่งน้อยลง เนื่องจากความร้อนไปทำให้สารแอนโทไซยานินเกิดการสลายตัว และวิธีที่ 1 ที่ใช้การทำเข้มข้นด้วยการระเหยน้ำในสภาวะสุญญากาศ ทำให้ระหว่างการระเหยน้ำออกจากสารสกัดจะไม่สัมผัสกับออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนเป็นสาเหตุที่ทำให้แอนโทไซยานินถูกทำลายได้เร็วขึ้น โดยเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) (นัยวิท, 2538; Jackman and Smith, 1996; Von Elbe and Schwartz, 1996) โดยวิธีที่ 2 กับ 4 เป็นวิธีการสกัดในสภาวะบรรยากาศปกติ และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะตุ๋น ทำให้ตลอดกระบวนการผลิตสารสกัดอัญชันกับสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต้องสัมผัสกับก๊าซออกซิเจนที่เป็นสาเหตุทำให้สารแอนโทไซยานินสลายตัวและถูกทำลายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) จึงส่งผลให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินของทั้งสองวิธีมีค่าน้อยกว่าวิธีที่ 1 ดังนั้นจึงเลือกวิธีสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง คือ วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมที่ใช้สกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากที่สุด นำวิธีการสกัดมาใช้ในการพัฒนาเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงต่อไป

4.2.2 **ผลการศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในผลิตเครื่องดื่มสารสกัด**

ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ คือ 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 และ 30:70 ตามลำดับ จากนั้นนำอัตราส่วนสารสกัดที่ได้มาทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ

ลักษ ณะของผลิตภัณฑ์	**อัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง**				
	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
	สีม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันกลบกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย มีตะกอน ดื่มแล้วคันคอ รสเปรี้ยวเล็กน้อย	สีม่วงน้ำเงินแดงเข้มมาก กลิ่นอัญชันมากกว่ากระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อยมีตะกอน รสเปรี้ยวปานกลาง	สีม่วงอมแดงเข้มมาก กลิ่นอัญชันมากกว่ากระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อยมีตะกอน รสเปรี้ยวปานกลาง	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นกระเจี๊ยบมากกว่าอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อยมีตะกอน รสเปรี้ยวมาก	สีแดงคล้ำเข้มอมม่วง กลิ่นกระเจี๊ยบมากกว่าอัญชัน ข้นเหลวเล็กน้อยมีตะกอน รสเปรี้ยวมากที่สุด

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ

คุณภาพ	อัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง				
	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
ทางกายภาพ					
- ค่าสี					
ค่าความสว่าง (L*)	1.37±0.01[a]	1.30±0.02[b]	1.16±0.03[b]	1.15±0.09[c]	1.02±0.06[d]
ค่าสีแดง (a*)	0.49±0.02[e]	0.51±0.04[d]	0.69±0.03[c]	0.72±0.07[b]	0.79±0.02[a]
ค่าสีน้ำเงิน (b*)	-0.84±0.02[a]	-0.74±0.01[b]	-0.70±0.02[c]	-0.38±0.02[d]	-0.31±0.02[e]
ทางเคมี					
- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix) [ns]	22.00±0.00	22.00±0.00	22.00±0.00	22.00±0.00	22.00±0.00
- ค่า pH	3.58±0.01[a]	3.41±0.01[b]	3.30±0.01[c]	3.05±0.01[d]	2.91±0.01[e]
- ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg /l)	2,019.40±0.58[e]	2,416.00±0.82[d]	2,655.52±1.31[c]	2,973.76±0.58[b]	3,118.60±0.92[a]

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

[ns] หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ พบว่า เมื่อนำสารสกัดอัญชันที่มีสีน้ำเงินและสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่มีสีแดงมาผสมกัน สารสกัดที่ได้ของทั้ง 5 อัตราส่วน มีสีโทนม่วงเข้มอมน้ำเงินไปจนถึงโทนม่วงแดง ด้านลักษณะของกลิ่น กลิ่นอัญชันจะแรงกว่ากลิ่นกระเจี๊ยบแดง จึงกลบกลิ่นกระเจี๊ยบแดงในอัตราส่วนที่เท่ากัน ด้านลักษณะของความข้นเหลว มีความข้นเหลวเล็กน้อย โดยมีลักษณะของสารสกัดที่ใกล้เคียงกัน แต่ตะกอนที่แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับสารสกัดอัญชันยิ่งมีสารสกัดอัญชันมากก็จะมีตะกอนมาก คือ อัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 70:30 มีตะกอนมากที่สุด รองลงมาที่ 60:40 ซึ่งตะกอนมีผลหลังการดื่มที่คันคอหรือละคายเคืองคอ และด้านลักษณะของรสชาติ มีรสเปรี้ยวของกระเจี๊ยบแดงนำหวานตาม โดยอัตราส่วนที่ใส่สารสกัดกระเจี๊ยบแดงปริมาณมากจะเปรี้ยวมาก คือ อัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 และ 30:70 ตามลำดับ ความเปรี้ยวจากน้อยไปหามาก

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ พบว่า คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าสี ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีน้ำเงิน (b^*) ทั้ง 5 ระดับ มีสีม่วงเข้มโทนมืด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยสารสกัดอัญชันที่ได้มีสีน้ำเงินโทนมืดและสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ได้มีสีแดงดำโทนมืด ส่งผลทำให้การทดลองอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารสกัด ถ้าปริมาณสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากขึ้นจะส่งผลให้มีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีสีแดงเข้ม และถ้าปริมาณสารสกัดอัญชันมากขึ้นจะส่งผลให้มีค่าสีน้ำเงิน (b^*) จะเพิ่มขึ้น คุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของทั้ง 5 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากทำการควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 21-22°Brix ส่วนด้านค่า pH และด้านปริมาณสารแอนโทไซยานินของเครื่องดื่มสารสกัดที่ได้ทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า pH และปริมาณสารแอนโทไซยานินที่เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากขึ้นส่งผลต่อค่าความเป็นกรดที่สูงขึ้น และปริมาณสารแอนโทไซยานินที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองวิธีการและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยสารสกัดอัญชันที่ได้มีค่า pH 4.92 มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 1,366.98 mg/l และสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ได้มีค่า pH 2.42 มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 4,090.19 mg/l ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนของสารสกัดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารสกัด ถ้าปริมาณสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากขึ้น จะทำให้มีสภาวะความเป็นกรดและจะมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน

เพิ่มขึ้น ส่วนถ้าปริมาณสารสกัดอัญชันมากขึ้นจะทำให้มีสภาวะความเป็นกรดและมีปริมาณสารแอนโทไซยานินลดลง ซึ่งจากการทดลองอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับ 30:70 มีค่า pH สูงที่สุดที่ 2.91 และมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด อยู่ที่ 3,118.60 mg/l รองลงมาคือ อัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 40:60, 50:50, 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ คือ มีค่า pH 3.05, 3.30, 3.41 และ 3.58 ตามลำดับ มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน 2,973.76, 2,655.52, 2,416.00 และ 2,019.40 mg/l ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างไปการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบของอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ

คุณลักษณะ	อัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง				
	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
ลักษณะปรากฏ [ns]	7.08±0.53	7.10±0.68	**7.20±0.49**	7.16±0.65	7.04±0.67
สี [ns]	7.24±1.00	7.22±0.76	**7.14±0.57**	7.10±0.95	7.34±0.63
กลิ่น [ns]	7.52±0.89	7.60±0.81	**7.56±0.79**	7.58±0.76	7.50±0.91
กลิ่นรส	5.94±0.96[d]	6.44±1.09[c]	**7.60±0.99[a]**	7.14±0.76[b]	6.48±1.05[c]
รสชาติ	5.68±1.02[e]	6.16±0.89[d]	**7.76±0.74[a]**	7.06±0.71[b]	6.64±0.85[c]
ความรู้สึกที่อยู่ในปาก	5.16±1.08[e]	6.02±0.89[d]	**7.68±0.68[a]**	7.08±0.75[b]	6.66±0.52[c]
ความชอบโดยรวม	5.04±0.92[e]	6.14±0.45[d]	**7.92±0.80[a]**	7.10±0.71[b]	6.56±1.05[c]

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

[ns] หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จำนวน 5 ระดับ (สารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดง) คือ 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 และ 30:70 พบว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 50:50 ด้านกลิ่นรส รสชาติ ความรู้สึกที่อยู่ในปาก (mouth feel) และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีรสเปรี้ยวกำลังดี สอดคล้องกับการทดลองคุณภาพทางเคมีจากตารางที่ 4.8 ด้านค่า pH ที่ระดับ 50:50 มีค่า 3.30 ซึ่งการผสมระหว่างสารสกัดสองชนิด ส่งผลให้เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้ผลิตภัณฑ์ทางการค้า โดยไม่ต้องใช้สารในการปรับกรด และที่ระดับ 50:50 เวลาดื่มความรู้ที่อยู่ในปากไม่ระคายเคืองคอ เนื่องจากมีปริมาณสารสกัดอัญชันที่เหมาะสม ซึ่งสารสกัดอัญชันเวลาดื่มจะให้ความรู้ระคายเคืองคอ จึงส่งผลทำให้ผู้ทดสอบชิมชอบอัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 50:50 โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ระดับชอบปานมาก ดังนั้นจึงทำการเลือกอัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ 50:50 มาเป็นอัตราส่วนสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง และมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงต่อไป

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ซึ่งบรรจุลงในขวดแก้วสีชาพร้อมฝาปิดสนิท ขนาด 50 ml ปริมาณสุทธิ 45 ml เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C ทำการสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.10, 4.11 และ 4.12

4.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 4.10 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่ได้ระหว่างการเก็บรักษา จำนวน 5 สัปดาห์

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)**					
	0	1	2	3	4	5
	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนเล็กน้อย	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนเล็กน้อย	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนเล็กน้อย	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนเล็กน้อย	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนเล็กน้อย	สีแดงอมม่วงเข้มมาก กลิ่นอัญชันนำตาม ด้วยกลิ่นกระเจี๊ยบ ข้นเหลวเล็กน้อย ตะกอนมากขึ้น

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คุณภาพทางกายภาพ				คุณภาพทางเคมี	
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีน้ำเงิน (-b*)	ค่า pH	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix) ^{ns}	ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l)
0	1.26±0.01^{a}	0.60±0.02^{a}	-0.67±0.02^{a}	3.30±0.01^{a}	22.00±0.00	2,019.55±0.90^{a}
1	1.24±0.02^{a}	0.34±0.01^{b}	-0.62±0.06^{ab}	3.29±0.01^{ab}	21.83±0.29	2,003.63±0.99^{b}
2	1.15±0.03^{b}	0.28±0.01^{c}	-0.57±0.02^{abc}	3.28±0.01^{bc}	21.83±0.29	1,954.90±1.26^{c}
3	1.00±0.03^{c}	0.25±0.02^{c}	-0.55±0.02^{bc}	3.28±0.01^{c}	21.83±0.29	1,912.32±1.27^{d}
4	0.94±0.03^{d}	0.25±0.02^{c}	-0.53±0.09^{bc}	3.28±0.01^{c}	21.67±0.29	1,871.37±1.01^{e}
5	0.87±0.01^{e}	0.25±0.04^{c}	-0.49±0.06^{c}	3.00±0.01^{d}	21.50±0.50	1,847.83±1.70^{f}

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

^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 และ 4.11 ลักษณะของผลิตภัณฑ์และผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง พบว่า จากการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านสี กลิ่น ความข้นเหลว และตะกอนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ไม่แตกต่างกันใน 4 สัปดาห์ แต่สัปดาห์ที่ 5 มีตะกอนเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ปริมาณมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกาย ด้านค่าสี หลังการบรรจุขวดของเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง มีค่าความสว่าง (L*) สว่างกว่าเล็กน้อย ค่าสีแดง (a*) และค่าสีน้ำเงิน (-b*) ลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ก่อนนำการบรรจุ แสดงว่า การบรรจุด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์หลังการบรรจุ ความร้อนมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลที่ได้ตรงกับงานวิจัยของสลักจิตร (2550) ที่การพาสเจอร์ไรส์น้ำลิ้นจี่สารสกัดจากดอกอัญชันหลังการบรรจุ ความร้อนสามารถไปทำลายสารแอนโทไซยานินได้มากกว่า มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) สูงกว่า ค่าสีแดง (a*) และค่าสีน้ำเงิน (-b*) ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ก่อนบรรจุ โดยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C ในแต่ละสัปดาห์มีค่าความสว่าง (L*) ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์จะค่อยๆมืดเข้มขึ้นอย่างชัดเจน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าสีแดง (a*) มีค่าลดลงเรื่อยๆอย่างช้าๆ โดยสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่าสีน้ำเงิน (-b*) ในระหว่างการเก็บรักษามีค่าลดลงเรื่อยๆอย่างช้าๆ โดยสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ด้านค่า pH พบว่า หลังการบรรจุขวดของเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ค่า pH และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix) ไม่แตกต่างกันกับผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ แสดงว่าการบรรจุขวดด้วยการพาสเจอร์ไรส์หลังการบรรจุ ความร้อนไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix) ของผลิตภัณฑ์ ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินหลังการบรรจุขวดมีค่าลดลงมาก แสดงว่า การบรรจุขวดด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์หลังการบรรจุ ความร้อนมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินมาก จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (°Brix) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ค่า pH และปริมาณสารแอนโทไซยานิน มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธันวาและเจษฎา (2558) ที่พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาส่งผลต่อค่า pH ลดลง และความคงตัวของสารแอนโทไซยานินที่ลดลง โดยปริมาณสารแอนโทไซยานินจะลดลงเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มากระตุ้น และระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อมางานวิจัย วริพัสย์ และคณะ

(2553) ของผลิตภัณฑ์น้ำบลูเบอร์รี่และบลูเบอร์รี่เข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้วสีชา แล้วทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10°C ทำการสุ่มตรวจทุกวัน เป็นเวลา 14 วัน พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษา จะมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงทั้งสองอุณหภูมิ ในขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิการเก็บรักษาในน้ำบลูเบอร์รี่จะทำให้เกิดการสลายตัวของแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มพลังงานให้แก่ระบบ จึงเร่งอัตราการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ส่วนการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษา ทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวของแอนโทไซยานินนานขึ้น ส่งผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินจึงลดลง นอกจากนั้นงานวิจัยของเกียรติศักดิ์ (2535) และสลักจิตร (2550) ที่พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น มีผลปริมาณสารแอนโทไซยานินในรูปสารละลายสกัด โดยปริมาณแอนโทไซยานินในสารละลายสกัดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มีอัตราการลดลงช้ากว่าในสารละลายสกัดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C และระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณสารแอนโทไซยานินจะลดลง ก็พบรายงานถึงปัจจัยต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาน้ำผลไม้ที่มีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานินเช่นกัน อาทิเช่น Kirca and Cemeroglu (2003) ได้พบว่า ปัจจัยด้านอุณหภูมิ และชนิดของน้ำผลไม้ มีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินในน้ำผลไม้ที่มีองค์ประกอบของแบลคแครอท และ Rubinskiene et al. (2005) ได้รายงานว่า ชนิดของแอนโทไซยานิน และชนิดของน้ำตาล ส่งผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน เป็นต้น ซึ่งการทดลองนี้ได้ทำการบรรจุเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงขณะร้อนในขวดแก้วสีชาแล้วทำการปิดฝาทันที จากนั้นนำไปนึ่งในน้ำเดือดและทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว เพื่อทำการไล่อากาศหรือออกซิเจนบริเวณช่องว่างเหนือสารสกัดในขวดแก้ว ซึ่งเป็นการลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) โดยที่ก๊าซออกซิเจนเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้สารแอนโทไซยานินสลายตัวเร็วขึ้น (นัยวิท, 2538) ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กับชนิดของสารแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จึงมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินที่มีแนวโน้นลดลงเรื่อยๆ อย่างช้าๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	**จุลินทรีย์ทั้งหมด** (CFU/ml)	**ยีสต์รา** (CFU/ml)	*E.Coli* (MPN/ml)	*Coliform* (MPN/ml)	*Salmonella* spp.
0	ND	ND	ND	< 2.2	ND
1	ND	ND	ND	< 2.2	ND
2	ND	ND	ND	< 2.2	ND
3	ND	ND	ND	< 2.2	ND
4	ND	ND	ND	< 2.2	ND
5	ND	ND	ND	< 2.2	ND

หมายเหตุ : CFU/ml หมายถึง colony forming unit per ml

ND หมายถึง ตรวจสอบไม่พบจุลินทรีย์ (Not detect)

จากตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าจากการตรวจวิเคราะห์ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ Coliform, E.*coli* *Salmonella* spp. ยีสต์ รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ตลอดการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ ซึ่งผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ Coliform, E.*coli* *Salmonella* spp. ยีสต์ รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตรงตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ.2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท และผลของการตรวจของ *Salmonella* spp. ตรงตามข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชุน (มผช.135/2554) เรื่อง น้ำกระเจี๊ยบแดง แต่สัปดาห์ที่ 5 เกิดตกการตะกอนขึ้นภายในขวดเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง มีลักษณะเป็นตะกอนเล็กๆ กระจายอยู่ในผลิตภัณฑ์ อาจเกิดจากการสลายตัวของสารแอนโทไซยานินที่เกิดจากการเก็บรักษา ส่งผลทำให้โมเลกุลของโปรตีนไปจับกับสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Jing and Giusti, 2007) ส่งผลทำให้เกิดการตกตะกอนภายในขวด

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งในส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้บริโภคที่ได้ทำการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 4.13

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ข้อมูล	%
1. เพศ	
1.1 ชาย	33
1.2 หญิง	67
2. อายุ	
2.1 น้อยกว่า 18 ปี	4
2.2 18 - 22 ปี	42
2.3 22 – 45 ปี	31
2.4 46 - 60 ปี	20
2.5 มากกว่า 60 ปี	3
3. สถานภาพ	
3.1 โสด	66
3.2 สมรส	33
3.3 หย่าร้าง, หม้าย, แยกกันอยู่	1
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
4.1 ประถมศึกษา	4
4.2 มัธยมศึกษา/เทียบเท่า	13
4.3 ปริญญาตรี	62
4.4 ปริญญาโท	20
4.5 ปริญญาเอก	1
4.6 อื่นๆ	-

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ข้อมูล		%
5.	อาชีพ	
	5.1 นักเรียน/นักศึกษา	44
	5.2 รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	22
	5.3 พนักงานบริษัท	20
	5.4 ประกอบธุรกิจส่วนตัว	10
	5.5 แม่บ้าน/พ่อบ้าน	4
	5.6 อื่นๆ โปรดระบุ	0
6.	รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
	6.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	41
	6.2 5,001 - 10,000 บาท	10
	6.3 10,001 - 20,000 บาท	18
	6.4 20,001 -30,000 บาท	9
	6.5 30,001 - 40,000 บาท	12
	6.6 มากกว่า 40,001 บาท	10

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 67% มีอายุระหว่าง 18 - 22 ปี 42% มีสถานภาพโสด 66% มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับ ปริญญาตรี 62% มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา 46% และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาท 41%

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคเครื่องดื่มสกัด

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการเครื่องดื่มสกัด

ข้อมูล	%
7. ปกติท่านนิยมบริโภคเครื่องดื่มสกัดหรือไม่	
7.1 ใช่	42
7.2 ไม่ใช่	58
8. ท่านบริโภคเครื่องดื่มสกัดกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์	
8.1 น้อยกว่า 2 ครั้ง	87
8.2 2 - 3 ครั้ง	12
8.3 4 - 5 ครั้ง	1
8.4 มากกว่า 5 ครั้ง	0
9. ท่านนิยมบริโภคเครื่องดื่มสกัดรสชาติใด	
9.1 พรุน	41
9.2 เบอร์รี่	53
9.3 ทับทิม	1
9.4 มัลเบอร์รี่	5
9.5 อื่นๆ.....	0
10. ปกติท่านซื้อเครื่องดื่มสกัดจากที่ไหนมากที่สุด	
10.1 ร้านสะดวกซื้อ เช่น Seven Eleven, มินิมาร์ท	45
10.2 ศูนย์การค้า เช่น Big C, Macro	34
10.3 ซูปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Top, Foodland	17
10.4 ร้านค้าปลีก	4
10.5 อื่นๆโปรดระบุ.....	0

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ข้อมูล	%
11. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อเครื่องดื่มสกัดมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
11.1 มีประโยชน์ต่อร่างกาย	43
11.2 มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี	27
11.3 รสชาติอร่อย	10
11.4 การโฆษณา	15
11.5 ความสะดวกในการหาซื้อ	5
11.6 อื่นๆโปรดระบุ.....	0
12. โอกาสใดบ้างที่ท่านจะรับประทานเครื่องดื่มสกัด	
12.1 เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน	42
12.2 รับประทานเมื่อไม่สบายหรือป่วย	35
12.3 รับประทานหลังจากเหนื่อยล้า	23
12.4 อื่นๆ โปรดระบุ.....	0

จากตารางที่ 4.14 การข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคเครื่องดื่มสกัด จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคนิยมบริโภคเครื่องดื่มสกัด 42% ผู้บริโภคบริโภคเครื่องดื่มสกัด น้อยกว่า 2 ครั้ง ต่อ 1 สัปดาห์ 87% ผู้บริโภคนิยมเครื่องดื่มสกัดรสเบอร์รี่ 53% ผู้บริโภคซื้อน้ำอัดแก๊สจากร้านสะดวกซื้อ เช่น Seven Eleven, มินิมาร์ท 45% เหตุผลที่ผู้บริโภคเลือกซื้อเครื่องดื่มสกัดมาบริโภคเพราะมีประโยชน์ต่อร่างกาย 43% ผู้บริโภครับประทานเครื่องดื่มสกัดในโอกาสเมื่อรู้สึกอยากรับประทาน 42%

ส่วนที่ 3: ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ข้อมูล	%
13. ท่านรู้จักสารแอนโทไซยานินหรือไม่	
13.1 รู้จัก	68
13.2 ไม่รู้จัก	32
14. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์	
14.1 ชอบมากที่สุด	16
14.2 ชอบมาก	48
14.3 ชอบปานกลาง	33
14.4 ชอบน้อยที่สุด	3
14.5 เฉยๆ	0
14.6 ไม่ชอบเล็กน้อย	0
14.7 ไม่ชอบปานกลาง	0
14.8 ไม่ชอบมาก	0
14.9 ไม่ชอบมากที่สุด	0
15. สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละด้านอย่างไรบ้าง ใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่าน	
15.1 สี	
- มากที่สุด	12
- มาก	47
- ปานกลาง	33
- น้อย	8
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

	ข้อมูล	%
15.2	กลิ่น (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)	
	- มากที่สุด	5
	- มาก	35
	- ปานกลาง	48
	- น้อย	11
	- น้อยที่สุด	0
15.3	กลิ่นรส (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)	
	- มากที่สุด	29
	- มาก	51
	- ปานกลาง	18
	- น้อย	2
	- น้อยที่สุด	0
15.4	รสชาติ (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)	
	- มากที่สุด	24
	- มาก	56
	- ปานกลาง	18
	- น้อย	2
	- น้อยที่สุด	0
15.5	ความรู้สึกภายในปาก (mouth feel)	
	- มากที่สุด	2
	- มาก	39
	- ปานกลาง	43
	- น้อย	16
	- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ข้อมูล	%
15.6 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	32
- มาก	55
- ปานกลาง	11
- น้อย	2
- น้อยที่สุด	0
16. หากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ที่อุดมด้วยสารแอนโทไซยานินประมาณ 90.86 ml ต่อขวด (45 ml) วางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
16.1 ซื้อ	79
16.2 ไม่ซื้อ	0
16.3 ไม่แน่ใจ	21
17. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
17.1 ยอมรับ	100
17.2 ไม่ยอมรับ	0

จากตารางที่ 4.15 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง จากผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักสารแอนโทไซยานิน 68% ผู้บริโภคมีความพึงต่อใจต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยความรู้สึกที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ มีความชอบมาก 48% ส่วนความพึงพอใจที่ผู้บริโภคมีต่อลักษณะปรากฏด้านต่างๆ ของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ด้านสี มีความพึงพอใจมาก 47% ด้านกลิ่น มีความพึงพอใจปานกลาง 48% ด้านกลิ่นรส มีความพึงพอใจมาก 51% ด้านรสชาติ มีความพึงพอใจมาก 56% ด้านความรู้สึกภายในปาก มีความพึงพอใจปานกลาง 43% และด้านความชอบโดยรวม มีความพึงพอใจมาก 55% ผู้บริโภคเลือกที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง 79% และการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เครื่องสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ 100%

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้สกัดทางการค้า

คุณภาพทางกายภาพ ด้านค่าสี ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*), ค่าสีน้ำเงิน (-b*) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่สีที่ได้อยู่ในสีโทนมืดไม่สว่าง คุณภาพทางเคมี พบว่า ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ อยู่ในช่วง 16.50-35.00°Brix และค่า pH อยู่ในช่วง 3.43-3.67 ด้านปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/l) ชนิด D ที่สกัดจากเบอร์รี่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด อยู่ที่ 110.96 mg/l

5.1.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

5.1.2.2 วิธีการและอุณหภูมิในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสม คือ วิธีที่ 1 สกัดโดยการต้มที่ 70±2°C และทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยในสภาวะสุญญากาศที่ 50°C ความดัน 72 มิลลิบาร์) โดยสารสกัดอัญชันมีปริมาณแอนโทไซยานิน คือ 1,366.98±1.66 mg/l และสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีปริมาณแอนโทไซยานิน คือ 4,090.19±0.49 mg/l

5.1.2.1 อัตราส่วนของสารสกัดอัญชันต่อสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมในผลิตเครื่องดื่มสารสกัดที่เหมาะสม 50:50 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านกลิ่นรส รสชาติ ความรู้สึกที่อยู่ในปาก (mouth feel) และความชอบโดยรวม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีค่า pH เท่ากับ 3.30±0.01 และปริมาณสารแอนโทไซยานิน เท่ากับ 2,655.52±1.31 mg/l

5.1.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ Coliform *E. coli Salmonella* spp. ยีสต์รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด ในเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ตลอดการเก็บรักษา 5 สัปดาห์

5.1.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ผู้บริโภคมีความพึงต่อใจต่อเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง โดยความรู้สึกที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ มีความชอบมาก 48% ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง 79% และผู้บริโภคให้การยอมรับ 100%

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการผลิตเครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดงปริมาณมากๆ ต้องใช้เครื่องกลั่นสุญญากาศในการระเหยน้ำเพื่อทำให้สารสกัดเข้มข้น ซึ่งสามารถผลิตได้ในปริมาณน้อย จึงมีผลต่อระยะเวลาในการผลิตในแต่ละครั้ง ดังนั้นควรศึกษาหาวิธีการระเหยน้ำออกที่สามารถระเหยได้ในปริมาณมาก และสามารถสกัดสารแอนโทไซยานินได้ในปริมาณสูงด้วย

5.2.2 ควรนำวัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาผลิตเครื่องดื่มผักผลไม้สกัดเข้มข้น เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. **แอนโทไซยานิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pukekoeshop.com/userfiles/files/แอนโทไซยานินกรมวิทย์.pdf, 5 ม.ค. 2559.

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

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

จักรพงศ์ ไพบูลย์. 2542. **สารต้านอนุมูลอิสระ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiclinic.com/antioxidant.html, 20 ก.พ. 2550.

จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล. 2549. **สีจากดอกอัญชัน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://drug.pharmacy.psu.ac.th/wbfile/1112254516001.doc, 7 ก.ค. 2549.

จงกลนี แก้วศรีประกาย และนุจารี ประสิทธิ์พันธ์. 2537. การแยกสารและการทำสารอินทรีย์ให้บริสุทธิ์. 9-12 น. ในไพลิน ลิ้นตระกูล, บรรณาธิการ. **ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์**. โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ จันทรขจินทร และบุศกรณ์ มหาโยธี. 2531. **การศึกษาเสถียรภาพของรงควัตถุแอนโทไซยานินในน้ำกระเจี๊ยบแดง**. โครงการวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

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

ญาณี จินดามัง. 2555. **ความคงตัวของสารแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน**. วารสารสุทธิปริทัศน์. 129-146.

ธันวา สมปานวัง และเจษฎา เส็งสมุทร. 2558. **การใช้สารแอนโทไซยานินที่สกัดจากกลีบรองดอกกระเจี๊ยบแดงในน้ำกระเจี๊ยบแดงอัดแก๊ส**. โครงงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นัยวิท เฉลิมนนท. 2538. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและการใช้สีแดงธรรมชาติจากกลีบกระเจี๊ยบแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยาเขตกำแพงแสน.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์. 2556. **อาหารหลากสี มีประโยชน์หลากหลาย (ตอนที่ 3): สารเคมีที่มีประโยชน์จากผักผลไม้ที่มีสีม่วงและสีน้ำเงิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pharmacy.mahidol.ac.th. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

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

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2556. **เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**. ประกาศ ณ วันที่ 26 มิ.ย. พ.ศ. 2556. ฉบับที่ 356.

ประสิทธิ์ บุญไทย. 2539. **ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารแอนโธไซยานินส์ในการเพาะเลี้ยงแคลลัสของกระเจี๊ยบแดง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปัญจ์ยศ มงคลชาติ. 2551. **เทคโนโลยีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ (กระจายเสียง)**. กรมวิทยาศาสตร์ บริการ, กระจายเสียงจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **ภาชนะบรรจุอาหาร**. โรงพิมพ์หยี่เฮง, กรุงเทพฯ.

ผู้จัดการออนไลน์. 2549. **คุณค่าจากดอกอัญชัญ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.manager.co.th/Travel/ViewNews.aspx? NewsID=9480000147125, 22 ต.ค. 2548.

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

รัตนา รุจิรวนิช และ ระมน เสรีวรวิทย์กุล. 2532. **การสกัดแอนโธไซยานินส์จากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง**. โครงการวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เรือนเงิน สินธุ. 2554. **การสกัดและคุณภาพการวิเคราะห์ของแอนโทไซยานินในลูกหว้า**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

วริพัสย์ อารีกุล, กชรัตน์ วงศ์ณรัตน์ และสิริพรรณ กิตตวรพัฒน์. 2552. **ความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในน้ำบลูเบอร์รี่และบลูเบอร์รี่เข้นข้ม**. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. 17-20 มี.ค. 2552.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วริพัสย์ อารีกุล, กชรัตน์ วงศ์ณรัตน์ และสิริพรรณ กิตตวรพัฒน์. 2553. **ผลของอุณหภูมิแช่เย็นต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระในน้ำบลูเบอร์รี่และบลูเบอร์รี่เข้นข้ม**. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. 3-5 ก.พ. 2553.

วิลาวัลย์ บุณย์ศุภา. 2551. **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากดอกอัญชัน**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ศิริ ผาสุก. 2535. **สมุนไพรให้สี**. เจริญวิทย์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.

ศิริพร โสภณ. 2545. **การสกัดด้วยตัวทำละลาย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/4-5/no10/kansakud.html

สลักจิตร ณะวงษ์. 2550. **การพัฒนาน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สังคม เตชะวงศเสถียร. 2536. **การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยว**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.agserver.kku.ac.th, 28 ม.ค. 2550.

สาธิต พสุวิทยากุล. 2531. **ผลของเอทีฟอนที่มีต่อสีผลและคุณภาพขององุ่นพันธุ์ Beauty Seedless**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

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

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2554. **มผช.135/2554 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำกระเจี๊ยบ**. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. **เศรษฐกิจสมุนไพรไทย ปี 2549/50 กรณีศึกษา:กระเจี๊ยบแดง ดอกคำฝอย และกวาวเครือขาว**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th/download/resech/edu_50.pdf, ก.ย. 2550.

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรมวิทยาศาสตร์บริการ และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. **แอนโทไซยานิน(Anthocyanin)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chaipanich.co.th, มิ.ย. 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อรุษา เชาวนลิขิต, ศิโรรัตน์ อภิชยารักษ์, สรารัตน์ คงทอง และสุชนา ชูประทุม. 2552. “**ผลกระทบของ pH และอุณหภูมิ ต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบและอัญชัน**.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (3 พิเศษ) : ก.ย.-ธ.ค. 2552.

อรุษา เชาวนลิขิต. 2554. **การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน**. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 3 (6) : ก.ค.-ธ.ค. 2554.

อัปสร จันทรสวาง. 2542. **อาหารเพื่อสุขภาพ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.siamfitness.com/food 20.html.

Anonymous. 2004. **What is liquid-liquid extraction?. liquid-liquid extraction**. [online]. http://www.chem.ualberta.ca/~orglabs/separation/Theory/theory1.htm.

Du, C. T. and Francis, F. J., 1973. **Anthocyanins of roselle (Hibiscus sabdariffa, L.).** Journal of Food Science, 38 (5): 810-812.

Fred Senese. 2015. **What household substances can be used as acid/base indicators?**. [online]. http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/acidbase/faq/household-indicators.shtml

Gailliot. F. P. 1998. **GailliotInitial extraction and product capture Cannell R. J. P. (Ed.)**, Natural Product Isolation, Humana Press, New Jersey: 53-90.

Harborne, J. B. 1998. **Phytochemical Methods A guide to modern techniques of plant analysis**. 3 th ed. Chapman & Hall. Tomson Science, 2 - 6 Boundary Row, London SE1 8HN,UK: 295.

Ivey, K. L., Croft, K., Prince, R. L. and Hodgson, J. M. 2016. **Comparison of flavonoid intake assessment methods.** Food & function, 7 (9): 3748-3759.

Jackman, R. L. and Smith, J. L. 1996. **Anthocyanins and betalains.** *In* Natural Food Colorants: 244-309. Springer US.

Jing, P. and Giusti, M. M. 2007. **Effects of Extraction Conditions on Improving the Yield and Quality of an Anthocyanin-Rich Purple Corn (Zea mays L.) Color Extract.** Journal of Food Science, 72 (7): C363-C368.

Kırca, A. and Cemeroglu, B. 2003. **Degradation kinetics of anthocyanins in blood orange juice and concentrate.** Food Chemistry, 81 (4): 583-587.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Longo, L. and Vasapollo, G. 2006. **Extraction and identification of anthocyanins from Smilax aspera L. berries.** Food Chemistry, 94 (2): 226-231.

Markham, K. R. 1982. **Ultraviolet-visible absorption spectroscopy**. In Techniques of flavonoid identification. Academic Press: 37-51.

Rubinskiene, M., Viskelis, P., Jasutiene, I., Viskeliene, R. and Bobinas, C. 2005. **Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins.** Food Research International, 38 (8): 867-871.

Sankat, C. K., Basanta, A. and Maharaj, V., 2000. **Light mediated red colour degradation of the pomerac (Syzygium malaccense) in refrigerated storage.** Postharvest Biology and Technology, 18 (3): 253-257.

Sims, C. A. and Morris, J. R., 1984. **Effects of pH, sulfur dioxide, storage time, and temperature on the color and stability of red muscadine grape wine.** American Journal of Enology and Viticulture, 35 (1): 35-39.

Terahara, N., Saito, N., Honda, T., Toki, K. and Osajima, Y., 1990. **Structure of ternatin A1, the largest ternatin in the major blue anthocyanins from Clitoria ternatea flowers.** Tetrahedron letters, 31 (20): 2921-2924.

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

Von Elbe, J. H. and Schwartz, S. J. 1996. **Colorants**. *In* Food Chemistry. 3rd ed. (Fennema, O. R. ed.): 651-722. Marcel Dekker Inc. New York.

Watada, A. E. and Abbott, J. A., 1975. **Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes.** Journal of Food Science, 40 (6): 1278-1279.

Wrolstad, R. E. and Skrede, G., 2002. **Flavonoids from berries and grapes.** *In* Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects, Volume 2. (Shi, J., Mazza, G. and Maguer, M. L., Ed.): 72-123. CRC Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรมาตรฐาน กรรมวิธีการผลิต ฉลากผลิตภัณฑ์ และภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ภาคผนวก ค ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้ทางการค้า

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก ช ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ซ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ภาคผนวก ก

สูตรมาตรฐาน กรรมวิธีการผลิต ฉลากผลิตภัณฑ์ และภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

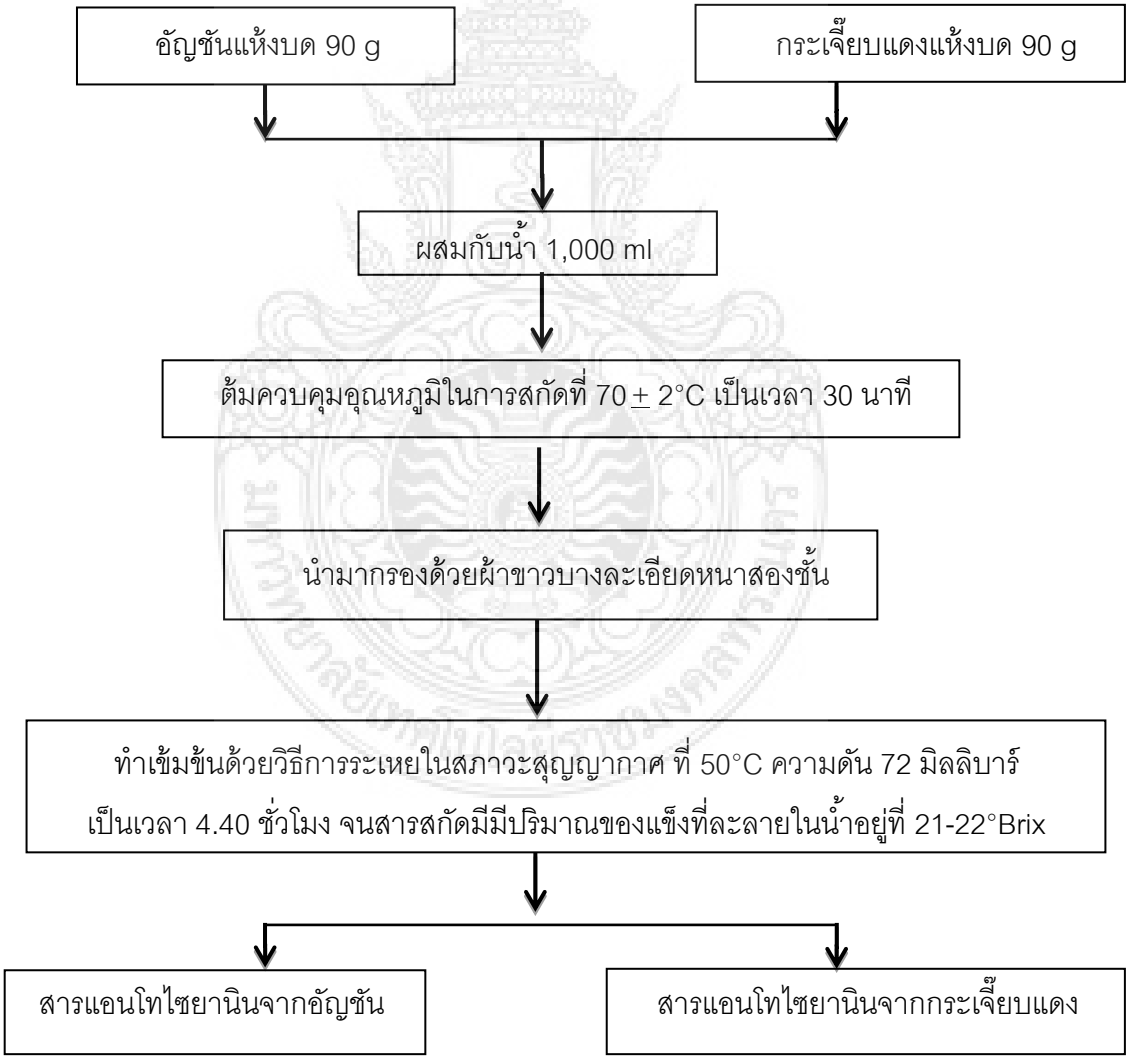
สูตรมาตรฐานเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ ก.1 สูตรส่วนผสมเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ส่วนผสม	22°Brix	
	น้ำหนัก (g)	%
สารสกัดจากอัญชัน	22.50	50
สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง	22.50	50

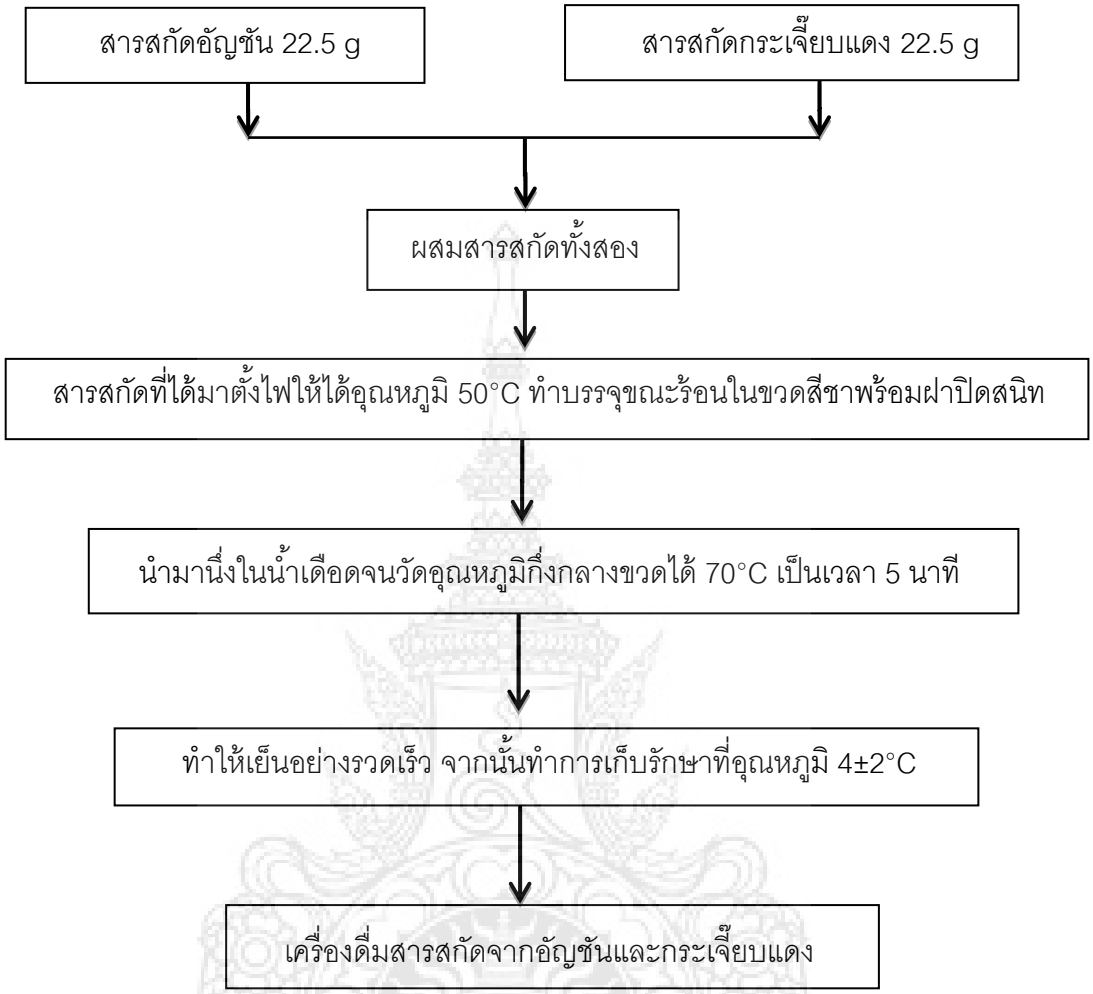
หมายเหตุ : น้ำหนัก 45 g ต่อ 1 ขวด

วิธีการสกัดสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดง



แผนภาพที่ ก.1 วิธีการสกัดสารสกัดอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดง

วิธีการผสมและการบรรจุเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและสารสกัดกระเจี๊ยบแดง



แผนภาพที่ ก.2 วิธีการผสมและการบรรจุเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ภาพที่ ก.1 ฉลากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ภาพที่ ก.2 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่ ……..

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

วันที่ ……...

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด 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**……	**รหัส**……	**รหัส**……
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
กลิ่นรส					
รสชาติ					
ความรู้สึกภายในปาก (mouth feel)					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

……

……..……

ขอบคุณมากค่ะ

แบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเกี่ยวกับเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

2. แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติการบริโภค

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับด้านการยอมรับของผู้บริโภค

3. แบบสอบถามฉบับนี้ใช้สำหรับการหาข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คำอธิบาย

1. เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง เป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินสกัดมาจากดอกอัญชันซ้อนสีน้ำเงินกับดอกกระเจี๊ยบแดง โดยทำการต้มสกัดด้วยน้ำและทำเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำออกให้เข้มข้น ซึ่งไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย สารให้ความหวาน กรดซิตริก สารสังเคราะห์ และสารกันเสีย จึงได้เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

2. สารแอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุหรือสารสีที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน สารสกัดแอนโทไซยานินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่เป็นสาเหตุของการก่อมะเร็ง ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง ชะลอความเสื่อมของดวงตา ซึ่งปริมาณแอนโทไซยานินที่ร่างกายสามารถได้รับ คือ 200 mgต่อวัน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้

นางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชุดที่.....

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

ส่วนที่ 1: ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 18 ปี ( ) 18 - 22 ปี

( ) 22 – 45 ปี ( ) 46 - 60 ปี

( ) มากกว่า 60 ปี

3. สถานะภาพ

( ) โสด ( ) สมรส ( ) หย่าร้าง , หม้าย , แยกกันอยู่

4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา / เทียบเท่า

( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาโท

( ) ปริญญาเอก ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

5. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัท ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว

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

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 - 10,000 บาท

( ) 10,001 - 20,000 บาท ( ) 20,001 -30,000 บาท

( ) 30,001 – 40,000 บาท ( ) มากกว่า 40,001 บาท

ส่วนที่ 2: ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคเครื่องดื่มสกัด

7. ปกติท่านนิยมบริโภคเครื่องดื่มสกัดหรือไม่

( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

8. ท่านบริโภคเครื่องดื่มสกัดกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์

( ) น้อยกว่า 2 ครั้ง ( ) 2 - 3 ครั้ง

( ) 4 - 5 ครั้ง ( ) มากกว่า 5 ครั้ง

9. ท่านนิยมบริโภคเครื่องดื่มสกัดรสชาติใด

( ) พรุน ( ) เบอร์รี่

( ) ทับทิม ( ) มัลเบอร์รี่

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

10. ปกติท่านซื้อเครื่องดื่มสกัดจากที่ไหนมากที่สุด

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

( ) ซูปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Top, Foodland ( ) ร้านค้าปลีก

( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

11. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อเครื่องดื่มสกัดมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) มีประโยชน์ต่อร่างกาย ( ) มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี

( ) รสชาติอร่อย ( ) การโฆษณา

( ) ความสะดวกในการหาซื้อ ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

12. โอกาสใดบ้างที่ท่านจะรับประทานเครื่องดื่มสกัด

( ) เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน ( ) รับประทานเมื่อไม่สบายหรือป่วย

( ) รับประทานหลังจากเหนื่อยล้า ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

ส่วนที่ 3: ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง

13. ท่านรู้จักสารแอนโทไซยานินหรือไม่

( ) รู้จัก ( ) ไม่รู้จัก

14. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและดอกกระเจี๊ยบแดง แล้วใส่เครื่องหมาย √ ลงใน□ ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

□ ชอบมากที่สุด □ ชอบน้อยที่สุด □ ไม่ชอบปานกลาง

□ ชอบมาก □ เฉยๆ □ ไม่ชอบมาก

□ ชอบปานกลาง □ ไม่ชอบเล็กน้อย □ ไม่ชอบมากที่สุด

15. สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง ท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละด้านอย่างไรบ้างใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. สี					
2. กลิ่น (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)					
3. กลิ่นรส (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)					
4. รสชาติ (อัญชันและกระเจี๊ยบแดง)					
5. ความรู้สึกภายในปาก(mouth feel)					
6. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

……

……

16. หากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงที่อุดมด้วยสารแอนโทไซยานิน ประมาณ 90.86 mgต่อขวด (45ml) วางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

( ) ไม่แน่ใจ

17. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดงเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ภาคผนวก ค

ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้ทางการค้า

ตารางที่ ค.1 ส่วนประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักผลไม้ทางการค้า

ผลิตภัณฑ์ A เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น น้ำหนัก 45 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
พรุนสกัดเข้มข้น	72.83
เนื้อพรุนและผิวพรุน	9.00
แอล-คาร์นิทีน	0.63
น้ำสตรอเบอร์รี	10.00
ใยอาหารชนิดละลายน้ำ	7.23
วิตามินและแร่ธาตุรวม 18 ชนิด	0.30
ผลิตภัณฑ์ B เครื่องดื่มพรุนสกัดเข้มข้น น้ำหนัก 42 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
พรุนสกัดเข้มข้น	80.00
น้ำองุ่นสกัดเข้มข้น	6.60
รีซีสแทนท์มอลโทเดกซ์ทริน	5.00
น้ำคามูคามูสกัดเข้มข้น	2.60
ไซโลโอลิโกแซคคาไรด์	2.00
วิตามินซี	0.03
สารช่วยทำละลายหรือช่วยพา (มอลโทเดกซ์ทริน)	ไม่ระบุ
สารทำให้คงตัว (INS 440)	ไม่ระบุ
ผลิตภัณฑ์ C เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น น้ำหนัก 45 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
เบอร์รี่สกัดเข้มข้น	91.600
ผลโกจิเบอร์รี่	4.000
ฟรุกโตส	4.000
ลูทีน	0.003
วิตามินและแร่ธาตุรวม 14 ชนิด	0.300

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์ D เครื่องดื่มเบอร์รี่สกัดเข้มข้น น้ำหนัก 42 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
เบอร์รี่สกัดเข้มข้น	86.27
วิตามินซี	0.06
ซิงค์อมิโนแอซิตคีเลท	0.04
วิตามินอี	0.04
วิตามินเอ	0.02
สารทำให้คงตัว (INS 440)	ไม่ระบุ
ผลิตภัณฑ์ E เครื่องดื่มมัลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น น้ำหนัก 45 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
มิลเบอร์รี่สกัดเข้มข้น	99.5018
คอลลาเจน	0.4500
วิตามินซี	0.0360
วิตามินเอ	0.0100
วิตามินบี 6	0.0020
กรดโฟลิค	0.0002
ผลิตภัณฑ์ F เครื่องดื่มทับทิมสกัดเข้มข้น น้ำหนัก 45 ml ต่อ 1 ขวด	
ส่วนผสม	**%**
ทับทิมสกัดเข้มข้น	99.899600
วิตามินซี	0.100000
วิตามินบี 6	0.000200
กรดโฟลิค	0.000199
วิตามินบี 12	0.000001

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การตรวจวิเคราะห์ค่าสีตามวิธีของ AOAC, 2000

วิธีวิเคราะห์

1. โดยทำการจากเครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยวัดค่า การส่องผ่านของแสง (Transmittance) ประกอบหัววัดและ adapter เข้ากับตัวเครื่อง เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที
2. สถานการณ์ทำงานของเครื่องโดยกด index set แล้วกด enter
3. ทำการ calibrate เครื่องทุกครั้งที่มีการใช้งาน โดยการกด color space select เรื่อยๆเพื่อเลือกกระบวนการวัดเป็นระบบ Y,x,y จึงกดปุ่ม calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y,x,y จึงกดปุ่ม calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y,x,y ของแผ่นสีมาตรฐาน แล้วนำแผ่นเสียบสีมาตรฐานที่ต้องการเทียบมาวางบนหัววัด แล้วกด measure เครื่องวัดค่าเสร็จ
4. กด color space select เพื่อเลือกใช้ระบบที่ต้องการวัดค่า (ในที่นี้เลือกใช้ระบบ L*, a*, b*)
5. นำตัวอย่างมาทำการวัดและกด measure
6. บันทึกค่า L*, a*, b* ที่หน้าจอแสดงผลออกมา

หมายเหตุ: ค่าที่ทำการวัดได้แก่ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย0 หมายถึง วัตถุที่มีความมืดสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง – หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่าง มาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 7.00 และ 10.0 ตามลำดับ

การตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids: ^{o}Brix) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย ^{o}Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยตามวิธี pH Differential Method ของ AOAC, 2005

การเตรียมสารเคมี

สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ (KCl) ความเข้มข้น 0.025 โมล่าร์ (pH 1.0) เตรียมได้โดยผสมโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.86 g และน้ำกลั่น 980 ml ในบีกเกอร์ จากนั้นนำมาปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกให้ได้ pH เท่ากับ 1.0 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 l ในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ด้วยน้ำกลั่น

สารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ (CH_3COONa) ความเข้มข้น 0.4 โมล่าร์ (pH 4.5) เตรียมได้โดยผสมโซเดียมอะซีเตต 54.43 g และน้ำกลั่นประมาณ 960 ml ในบีกเกอร์จากนั้นนำมาปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกให้ได้ pH เท่ากับ 4.5 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 l ในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ด้วยน้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

1. นำตัวอย่างปริมาตร 0.02 ml มาทำการปรับปริมาตรตัวอย่าง ด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ให้ได้ 3.2 ml ใส่ลงใน cuvette และนำตัวอย่างปริมาตร 0.02 ml มาทำการปรับปริมาตรด้วยสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ให้ได้ 3.2 ml ใส่ลงใน cuvette ในอัตราส่วนที่เท่ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที

2. นำตัวอย่างที่เจือจางสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ (pH 4.5) และที่เจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ (pH 4.5) มาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ700 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 499.2 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

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC, 2000

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวอย่างอาหารที่ต้องการศึกษา น้ำหนัก 25 g
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. หลอดทดลองขนาด 10 ml พร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 1 และ 10 ml
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
6. ตู้บ่มเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ: ทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180°C 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 g ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 ml นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. เจือจาง โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 1 ml เติมลงในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 9 ml ก็จะได้ความเจือจางเริ่มต้น $3:10^{1}$ เช่นเดียวกัน จากนั้นทำการเจือจางในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อต่อไปเรื่อยๆ

2. ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดสารละลายเชื้อที่มีความเจือจางที่เหมาะสม เลือกความเจือจาง $1:10^{1}$, $1:10^{2}$, $1:10^{3}$ และ $1:10^{4}$ ความเจือจางละ 1 ml ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ โดยในแต่ละระดับความเจือจางจะทำ 2 ซ้ำ

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ยังเหลวอยู่ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60°C ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง ปริมาณจานละ 15-20 ml ภายใน 1-5 นาที

4. หมุนจานเชื้อเบาๆ สลับไปมาตามเข็มนาฬิกาผสมสารละลายตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวจากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±2°C เป็นเวลา 24-48±3 ชั่วโมง

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

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

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

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

หมายเหตุ: ทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

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

วิธีการตรวจวิเคราะห์

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

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างอาหาร 1 ml ใส่ในจานเพราะเชื้อ ทุกความเจือจาง ทำ 3 ซ้ำ

3. เติมกรดทาทาริก 1 ml ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ยังคงเหลวอยู่ ซึ่งมีอุณหภูมิ 50-60°C

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

5. บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 2-5 วัน

6. นับจำนวณโคโลนีของราและยีสต์ที่เกิดขึ้นในจานเพราะเชื้อ แล้วคำนวณเป็นจำนวนในอาหาร 1 ml

7. เขี่ยเชื้อรา และยีสต์ใส่ในแล็กโตสฟีนอลบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำมาศึกษาลักษณะรูปร่าง โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X

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

อุปกรณ์และเครื่องมือ

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

หมายเหตุ: ทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

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

วิธีการตรวจวิเคราะห์ โดยวิธี MPN

การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็น*โคลิฟอร์ม* (Presumptive coliforms)

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

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

3. การรายงานจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในตัวอย่างที่เกิดแก๊สขึ้น โดยเปิดตารางแมคคาดีแล้วรายงานเป็นจำนวน*โคลิฟอร์ม*แบคทีเรียต่อตัวอย่าง 1 ml

การยืนยันโคลิฟอร์ม

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

2. ถ้ามีแก๊สแสดงว่าให้ผลเป็นบวก

3. บันทึกจำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่เกิดแก๊ส ในแต่ละระดับความเจือจางที่มีเชื้อโคลิฟอร์มที่ได้รับการยืนยัน

การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็นอีโคไล (*E.coli*)

1. ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (needle) เขี่ยเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น*โคลิฟอร์ม*ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brillant green lactose bile broth

2. บ่มที่อุณหภูมิ 44.5°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. หากหลอดที่เกิดก๊าซ ไม่เกิดก๊าซให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง

4. หลอดทดลองที่มีแก๊สเกิดขึ้นหรือให้ผลบวก แสดงว่ามีแบคทีเรียที่คาดว่าจะเป็น *อีโคไล* นำค่าที่ได้เปิดในตาราง MPN แสดงดังตารางที่ จ.1 และทำการวิเคราะห์เพื่อยืนยัน*อีโคไล*

<u>การวิเคราะห์เพื่อยืนยัน*อีโคไล*</u>

1. เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวกจากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น*อีโคไล* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

2. นำจานเพาะเชื้อไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±1°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

3. ตรวจหาโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของ*อีโคไล* โดยโคโลนีของ*อีโคไล* จะมีสีน้ำเงินอมดำและมีสีเลื่อมดำอมเขียวสะท้องแสง

4. ถ่ายเชื้อ*อีโคไล* ลงในอาหาร NB และบ่มอุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5. ทดสอบสารอินโดล โดยหลอดทดลองทีมีอินโดลเกิดขึ้น แสดงว่าเป็นเชื้อ*อีโคไล* จากนั้นบันทึกจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก

6. คำนวณและรายงานค่า MPN ของโคลิฟอร์มและ*อีโคไล*ในตัวอย่าง 1 ml

ตารางที่ จ.1 ปริมาณ*โคลิฟอร์ม*และ*อีโคไล* (Coliform and *E.coli*) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี MPN

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

หมายเหตุ: Three tube most probable number (MPN) table/100 ml

การวิเคราะห์ปริมาณซาลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) วิธี MPN

อุปกรณ์และเครื่องมือ

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

หมายเหตุ: อบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180°C 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* spp.

1. นำตัวอย่างใส่บีกเกอร์ในปริมาตร 10 g ถ่ายเชื้อ 1 ml ใส่ในหลอดอาหาร Selenite cysteine broth และ Tetrathionate broth

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24-72 ชั่วโมง

3. บักทึกลักษณะของอาหารที่มีและไม่มีจุลินทรีย์เจริญว่าต่างกันอย่างไร

การแยกเชื้อ *Salmonella* spp.

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

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C 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 broth ลงในจานเพาะเชื้อ NA-slant

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบทางชีวเคมี

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

2. เขี่ยเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA-slant โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะบนอาหารUrea agar 1 จุด

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

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. บันทึกผลการทดลองเทียบกับผลของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ได้

ภาคผนวก ช

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) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิด*โคลิฟอร์ม*น้อยกว่า 2.2 MPN ต่อเครื่องดื่ม 100 ml โดยวิธีเอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

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

(6) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นๆ ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ ดังนี้

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

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

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

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

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

(8.6) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 g 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 นอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานของอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้ทำการแก้ไขเพิ่มเติม ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบ และแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตรวมกันได้ไม่เกิน 0.5%ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช้เมทิลแอลกอฮอล์

เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางหรือเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ต้องละลายก่อนบริโภคตามที่กำหนดไว้ในฉลาก เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ตาม (4) และมีสารปนเปื้อนได้ตามที่กำหนดไว้ใน (9)

ข้อ 5 เครื่องดื่มตามข้อ 3 นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้ด้วย

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

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

(3) เครื่องดื่มชนิดแห้งมีความชื้นไม่เกิน 6%ของน้ำหนัก 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 เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (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 ml

ข้อ 6 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อใช้ในการจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณีดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มิใช่ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด หรือ

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและอาหารชนิดที่ปรับกรด สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรดตามข้อ 7 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้ง และเครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งชนิดเหลวและชนิดแห้ง ให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

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

(1.2) “น้ำ ..... 100%จากน้ำ ..... เข้มข้น” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่ทำจากการนำผลไม้ชนิดเข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานเหมือนกับเครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.3) “น้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณ%ของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ตั้งแต่ 20% ของน้ำหนักขึ้นไป แต่ไม่ใช่เครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.4) “น้ำรส .....%” (ความที่เว้นไว้เพื่อให้ระบุชื่อและปริมาณเป็น%ของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ไม่ถึง 20 %ของน้ำหนัก

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ในการเป็นส่วนผสมให้ใช้ชื่อ ดังนี้

“น้ำหวานกลิ่น.....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์)

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

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ “เมื่อละลายแล้วมีน้ำ .....%” (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 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสาระบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ 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°C และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวใส ไม่มีตะกอน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้

มผช.535/2554

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำกระเจี๊ยบและส่วนประกอบที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่นกลิ่นรสเปรี้ยวบูดเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

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 ml

3.6.2 *ซาลโมเนลลา* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 ml

3.6.3 *สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส* ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

3.6.4 *บาซิลลัส ซีเรียส* ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

3.6.5 *คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์* ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

3.6.6 *ลิสเทอเรีย มอนอไซโทจีเนส* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 ml

3.6.7 *โคลิฟอร์ม* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 ml

3.6.8 *เอสเชอริเชีย โคไล* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ml

3.6.9 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml

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

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำกระเจี๊ยบ สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขและให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

มผช.535/2554

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำกระเจี๊ยบในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิทและสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ปริมาตรสุทธิของน้ำกระเจี๊ยบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำกระเจี๊ยบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

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

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(3) ปริมาตรสุทธิ เป็นmlหรือl

(4) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน 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

มผช.535/2554

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

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

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

มผช.535/2554

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส

(ข้อ 8.1.3)

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

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 มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

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

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

วัน เดือน ปีเกิด 13 ธันวาคม 2527

ภูมิลำเนา ตำบลสำโรง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
คหกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2543 – 2554 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร