สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

OPTIMAL CONDITION FOR PRODUCTION OF VINEGAR FROM SATHO RESIDUES AND DEVELOPMENT OF MIXED BEVERAGE FROM SATHO VINEGAR AND RICE SYRUP

รมิตา เรือนสังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

รมิตา เรือนสังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This thesis consists of research materials conducted at Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.

.....

(นางสาวรมิตา เรือนสังข์)

COPYRIGHT © 2021
FACULTY OF HOME ECONOMICS TECHNOLOGY
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

ลิขสิทธิ์ พ.ศ. (2564)
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว Optimal Condition for Production of Vinegar from Satho Residues and the Development of Mixed Beverage from Satho Vinegar and Rice Syrup
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวรมิตา เรือนสังข์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจริญ เจริญชัย, Ph.D.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ บุญปาน, ปร.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจริญ เจริญชัย, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 27 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวรมิตา เรือนสังข์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจริญ เจริญชัย, Ph.D.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม 2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 3) ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว และ 5) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโท โดยศึกษาปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และแอลกอฮอล์ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Acetobacter aceti* TBRC 474, *Acetobacter aceti* TISTR 401 และ *Acetobacter* sp.IFRPD และปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จากนั้นคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ที่เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 204 (พ.ศ.2543) เรื่อง คุณภาพหรือมาตรฐานน้ำส้มสายชู จากนั้นนำมาศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทแปรเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 ทำการประเมินทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน โดยสอบถามทางความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม ความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale จากนั้นนำเครื่องดื่มมาอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ผลการวิจัย พบว่า 1) การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโท มีค่าความชื้นร้อยละ 93.27 ค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 10.80 ไขมันร้อยละ 0.02 โปรตีนร้อยละ 64.26 เถ้าร้อยละ 0.17 ความเป็นกรด-ด่าง 3.40 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix) 8.0 องศาบริกซ์, ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 3.70 โดยปริมาตร (v/v) กากสาโทมีสารอาหารที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดแอซีติกได้ 2) จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท พบว่า *A.aceti* TBRC 474 ที่มีปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 10 สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด คือ ร้อยละ 4.10 (w/v) และมีปริมาณแอลกอฮอล์คงเหลือ คือ ร้อยละ 0.10 (v/v) ลักษณะน้ำส้มสายชูที่ได้มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม กลิ่นไม่ฉุน มีความเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู 3) การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจาก กากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว พบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทร้อยละ 6 จากการประเมินความชอบ ผู้ทดสอบชิม ให้คะแนนด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม และความชอบโดยรวม ได้ค่าเฉลี่ยคะแนน คือ 8.00 ± 0.64, 6.80 ± 0.78, 6.38 ± 0.60, 8.16 ± 0.79, 7.52 ± 0.95 และ 8.04 ± 0.85 ตามลำดับ 4) เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนในด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 ± 0.79 และเมื่อผู้ตอบแบบสอบถามได้รับข้อมูลประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ คิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 83 และ 5) การศึกษาอายุการเก็บรักษา สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาไม่เกิน 4 สัปดาห์ หรือ 28 วัน

คำสำคัญ : น้ำส้มสายชูหมัก กากสาโท เครื่องดื่มน้ำส้มสายชู เชื้อแบคทีเรียแอซีติก

Thesis Title	Optimal Condition for Production of Vinegar from Satho Residues and Development of Mixed Beverage from Satho Vinegar and Rice Syrup
Name – Surname	Miss Ramita Ruansung
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Charoen Charoenchai, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The objectives of this study were to: 1) analyze chemical properties of Satho residues from manufacturing processes, 2) optimize fermentation conditions for the production of Satho residue vinegar, 3) develop an optimal beverage formulation made from Satho residue vinegar and rice syrup, 4) investigate consumer acceptance of the beverage made from Satho residue vinegar and rice syrup, and 5) study the storage shelf-life of the vinegar and rice syrup beverage.

Firstly, the chemical properties of Satho residues including moisture, carbohydrate, lipid, protein, ash, pH, total soluble solids and alcohol contents were examined. Then, two fermentation factors consisting of three strains of bacteria (*Acetobacter aceti* TBRC 474, *Acetobacter aceti* TISTR 40 and *Acetobacter* sp.IFRPD) and the percentages of starter cultures (10, 20 and 30 %), were analyzed using factorial experiment in CRD. Later, the suitable condition according to the Notification of the Ministry of Public Health (No. 204) B.E. 2543 (2000) Re: Vinegar comprised alcoholic contents, acetic acid contents by titration, pH and total soluble solids was selected. After that, four levels of resulting vinegar concentration (2, 4, 6 and 8 %) were mixed with rice syrup to develop vinegar beverages. The sensory evaluation of the experimental beverages was conducted with 50 panelists. The preference of appearance, color, odor, sour taste and aftertaste of the beverages was evaluated using 9-Point Hedonic Scale. The selected beverage was then pressurized with carbon dioxide (CO_2) gas and subjected to consumer acceptance testing. Finally, the storage shelf-life comprised physical,

chemical and microbiological properties of the vinegar and rice syrup beverage was carried out at different temperatures.

The research results revealed that: 1) Satho residues contained 93.27 % of moisture content, 10.80 % of total nitrogen, 0.02 % of lipid, 64.26 % of protein, 0.17 % of ash, a pH of 3.40, total soluble solids (TSS) of 8.0 Brix and 3.70 %(v/v) of alcohol. Moreover, Satho residues contained suitable nutrients for acetic acid production. 2) *Acetobacter aceti TBRC 474* and 10 % starter culture produced the highest acetic acid content of 4.10 % (w/v) with 0.1 % (v/v) residual alcohol. The resulting vinegar was light yellow without pungent smell and provided sour taste of vinegar. 3) The optimal amount of Satho residue vinegar for the production of the vinegar beverage was at 6% with preference scores in appearance, color, vinegar odor, sour taste, aftertaste and overall preferences of 8.00 ± 0.64, 6.80 ± 0.78, 6.38 ± 0.60, 8.16 ± 0.79, 7.52 ± 0.95 and 8.04 ± 0.85, respectively. 4) Most consumers accepted the product with the highest score in the overall preference at 7.74 ± 0.79. In addition, the subjects indicated the purchase intention of 83 % after the benefits of the product had been informed. 5) The vinegar beverage product can be stored at room temperature (30±1°C) and refrigerated temperature (4±1°C) no longer than 4 weeks or 28 days.

Keywords: fermented vinegar, Satho residue, vinegar drink, *Acetobacter aceti*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ เจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สุภา จุฬคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ บุญปาน ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในกระบวนการจัดทำวิทยานิพนธ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบรูณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณบริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอร์เรจ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์กากสาโท เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ นักศึกษาปริญญาโททุกท่าน ในหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการศึกษาวิจัยและทดสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ขอขอบพระคุณพ่อ แม่ ครอบครัว และผู้มีพระคุณทุกท่านที่สนับสนุนกำลังทรัพย์และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนให้ความสนับสนุนช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ด้วย

รมิตา เรือนสังข์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (5)

กิตติกรรมประกาศ..... (7)

สารบัญ..... (8)

สารบัญตาราง..... (10)

สารบัญรูป..... (12)

บทที่ 1 บทนำ..... 13

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 13

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 14

1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 14

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 14

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1 สาโท (Satho)..... 17

2.2 น้ำส้มสายชู (Vinegar)..... 30

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องดื่ม (Beverages)..... 43

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 50

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 54

3.1 วัตถุดิบ..... 54

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี..... 54

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 57

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง..... 62

3.5 สถานที่ทำการวิจัย..... 62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล..... 63

4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม..... 63

4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท..... 64

4.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 68

4.4 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์..... 74

4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์..... 84

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 90

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 90

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 92

บรรณานุกรม..... 93

ภาคผนวก..... 99

ภาคผนวก ก แบบสอบถามความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค..... 100

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อ..... 110

ภาคผนวก ค รายงานผลการวิเคราะห์..... 113

ภาคผนวก ง แบบตอบรับการตีพิมพ์เผยแพร่..... 118

ประวัติผู้เขียน..... 128

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว..... 19
ตารางที่ 2.2 สมบัติที่แตกต่างของอะไมโลสและอะไมโลสเพคติน..... 21
ตารางที่ 2.3 คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ต้องการ และไม่ต้องการในกระบวนการผลิตสาโท..... 28
ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบของน้ำส้มสายชูชนิดต่าง ๆ 34
ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติที่จำแนกแบคทีเรียสกุล *Acetobacter* sp. สายพันธุ์ต่าง ๆ..... 37
ตารางที่ 2.6 ผลของการทำลายเซลล์ *Acetobacter* sp. จากการขาดออกซิเจนควบคู่กับปัจจัยต่าง ๆ ของการหมัก..... 39
ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 59
ตารางที่ 3.2 สิ่งทดลองในการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 60
ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม..... 63
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีจากการหมักโดยชนิดของเชื้อแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อต่าง ๆ เป็นเวลา 14 วัน..... 65
ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ค่าสีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 4 สิ่งทดลอง..... 69
ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 4 สิ่งทดลอง 70
ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม..... 71
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท..... 73
ตารางที่ 4.7 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน..... 75
ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน 77
ตารางที่ 4.9 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 81
ตารางที่ 4.10 คะแนนค่าเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 82
ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 85
ตารางที่ 4.12 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 87

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.13 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 88

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างอะไมโลส..... 20
รูปที่ 2.2 โครงสร้างอะไมโลเพคติน..... 21
รูปที่ 2.3 ลูกแป้งสาโท..... 23
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติก..... 32
รูปที่ 2.5 สัณฐานวิทยาของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*..... 35
รูปที่ 2.6 สัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti*..... 36
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v) ของสิ่งทดลองทั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน..... 66
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณกรดแอซีติก (%w/v) ของสิ่งทดลองทั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน..... 66
รูปที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโททั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน..... 67
รูปที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโททั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อ..... 67
รูปที่ 4.5 การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 82
รูปที่ 4.6 เหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว..... 83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำส้มสายชู (Vinegar) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักในสภาพอาหารเหลวเป็นสารละลายที่มีกรดน้ำส้มหรือกรดแอซีติก (Acetic Acid) เป็นองค์ประกอบหลัก [1] กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ โดยการใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก โดยอาศัยแบคทีเรียกลุ่ม Acetic Acid Bacteria ในสภาวะที่มีอากาศ แบคที่เรียที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตได้แก่ *Acetobacter aceti* และ *Acetobacter pasteurianus* [2] โดยน้ำส้มสายชูหมักสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบธรรมชาติหลายชนิด เช่น ผลไม้ ธัญพืช แป้ง หรือแอลกอฮอล์ เป็นต้น ปัจจุบันน้ำส้มสายชูหมักได้รับความนิยมในการบริโภค เป็นหนึ่งในเครื่องปรุงรสที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก [3] น้ำส้มสายชูหมักนั้นใช้เป็นสารเติมแต่ง และเครื่องปรุงรสเพื่อรักษารสชาติและคุณภาพของอาหารในประเทศจีนและประเทศอื่น ๆ ในเอเชีย เป็นเวลาหลายร้อยปี [4] นอกจากนี้น้ำส้มสายชูหมัก สามารถช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิต [5] ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นความอยากอาหาร ส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียม [6] และยังมีการนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารได้อีกมากมาย น้ำส้มสายชูหมักที่จะนำมาบริโภคจะต้องเป็นของเหลวที่ปราศจากสีและสิ่งเจือปน มีความเข้มข้นของกรดแอซีติกร้อยละ 4 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างโดยประมาณ 2.0-3.5 [7]

บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอร์เรจ จำกัด เป็นผู้ผลิตสาโทและสุรากลั่นจากสาโทในตราสินค้า เจ้าพระยาสาโท และสุรากลั่นอังเคิลทอม ซึ่งเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัดปทุมธานี มีกำลังการผลิตสาโท และสุรากลั่นจากข้าว 60,000 ลิตรต่อเดือน มีเศษเหลือเป็นกากสาโทเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตประมาณ 6,000 ลิตรต่อเดือน โดยต้องนำไปบำบัดในระบบบำบัดของบริษัท แต่มีข้อจำกัดในด้านขนาดของระบบ เนื่องจากมีการขยายกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่องและผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และต้องเพิ่มกำลังการผลิต อีกทั้งบริษัทมีความประสงค์จะเปลี่ยนกากสาโทเหลือทิ้ง จากกระบวนการผลิตอันเนื่องจากความผิดพลาดในการบรรจุหรือการรั่วไหลระหว่างการขนส่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูเพื่อสุขภาพที่ผลิตจากน้ำส้มสายชูหมัก และเป็นเครื่องดื่มสำหรับผู้สนใจรักษาสุขภาพ และหากไม่มีวิธีเปลี่ยนสภาพสาโทให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า บริษัทอาจจำเป็นต้องกำจัดกากสาโทที่เหลือ ด้วยการใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย

ซึ่งบริษัทมีกำลังการบำบัดน้ำเสียอยู่อย่างจำกัด จากขนาดของโรงงานผลิต ที่จำกัดตามข้อกฎหมายของกรมสรรพสามิต จึงอาจทำให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงในจังหวัดปทุมธานีได้

ดังนั้น เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่กากสาโทที่เหลือทิ้งในอุตสาหกรรม ลดปริมาณขยะเหลือทิ้งกว่า 6,000 ลิตรต่อเดือนแล้ว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว เป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมผลิตผลจากข้าวไทยและสนับสนุนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

1.2.3 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

1.2.5 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 กากสาโทที่เหลือจากการผลิตสาโทมีแอลกอฮอล์และสารอาหารเพียงพอต่อการหมักให้เกิดกรดแอซีติก

1.3.2 เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว มีขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกากสาโทเหลือทิ้งของบริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

1.4.2 ศึกษาชนิดของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูจากกากสาโท คือ *Acetobacter aceti* ที่มีจำหน่ายโดยหน่วยงานหรือองค์กรในประเทศไทย

1.4.3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชูจากกากสาโท โดยมีปัจจัยต่าง ๆ คือ ชนิดของเชื้อแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดแอซีติก ในระดับห้องปฏิบัติการ

1.4.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

1.4.5 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

1.4.6 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถจำหน่ายได้เชิงพาณิชย์

1.5.2 สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่กากสาโท และลดปริมาณกากสาโทเหลือทิ้งของบริษัทไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ อีกทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ โดยมีวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังสาระสำคัญต่อไปนี้

2.1 สาโท (Satho)
- 2.1.1 ความหมายของสาโท
- 2.1.2 วัตถุดิบและหน้าที่ของวัตถุดิบในการผลิตสาโท
- 2.1.3 กระบวนการและขั้นตอนการผลิตสาโท
- 2.1.4 น้ำเชื่อมข้าว

2.2 น้ำส้มสายชู (Vinegar)
- 2.2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู
- 2.2.2 ประเภทของน้ำส้มสายชู
- 2.2.3 ประเภทของน้ำส้มสายชูที่ผลิตเป็นการค้า
- 2.2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตน้ำส้มสายชู
- 2.2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำส้มสายชู
- 2.2.6 ปฏิกิริยาการหมักน้ำส้มสายชู
- 2.2.7 วิธีการผลิตน้ำส้มสายชู
- 2.2.8 เครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูหมัก
- 2.2.9 แนวโน้มทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องดื่ม (Beverages)
- 2.3.1 คำจำกัดความของเครื่องดื่ม
- 2.3.2 การแบ่งประเภทของเครื่องดื่ม
- 2.3.3 น้ำอัดแก๊ส

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาโท (Satho)

2.1.1 ความหมายของสาโท

สาโท หมายถึง เครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านของไทยที่ได้จากการหมักข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียวด้วยลูกแป้งสาโทซึ่งเป็นที่เก็บเชื้อจุลินทรีย์ผสมอยู่ที่มีทั้งรา ยีสต์ และแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ปกติแล้วมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี โดยอาจมีการเติมน้ำตาลทรายขาวและทำการหมักต่ออีกระยะหนึ่ง เพื่อให้ได้ความแรงของแอลกอฮอล์ตามความต้องการ [8]

2.1.2 วัตถุดิบและหน้าที่ของวัตถุดิบในการผลิตสาโท

วัตถุดิบสำหรับการผลิตสาโท ประกอบด้วย ข้าว น้ำ และลูกแป้ง(สาโท) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ข้าว สำหรับข้าวที่ใช้ในการทำสาโทนั้นนิยมใช้ข้าวเหนียวในการผลิต เพราะให้ผลดีในการผลิตสาโทในด้านกลิ่น รส และปริมาณแอลกอฮอล์ โดยข้าวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Orayza sativa* L. จัดเป็นธัญชาติ หมายถึง ธัญพืชวงศ์หญ้า ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดข้าว จัดเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง โดยส่วนมากเป็นคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทำการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้กลายเป็นน้ำตาล และเกิดการจัดเรียงตัวเป็นโมเลกุลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ในแป้งข้าวประกอบด้วยสายโซ่พอลิเมอร์ที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อะไมโลสและอะไมโลเพคติน จัดเรียงตัวกันอยู่เป็นเม็ดกลมที่ไม่ละลายน้ำ เรียกว่า “เม็ดแป้ง” (Starch Granule) [8]

1) ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างข้าว [9]

(1) เปลือกหุ้มผล (Pericarp) อยู่ถัดจากเปลือกแข็ง (Husk) ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างต่าง ๆ 3 ชั้น คือ ชั้นเปลือกนอก (Epicarp) ชั้นกลาง (Mesocarp) และชั้นใน (Endocarp) ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่และแร่ธาตุต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบสารให้สีซึ่งทำให้เมล็ดข้าวกล้องมีสีต่าง ๆ คือ มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเกือบดำ

(2) เปลือกหุ้มเมล็ด (Testa) และเยื่อโปร่งใส (Hyaline Layer) เป็นชั้นที่มีเซลล์แถวเดียวหรือแถวคู่ โดยเซลล์แถวในจะมีสารให้สีอยู่ด้วยทำให้เปลือกของธัญชาติมีสีต่างกัน ส่วนเยื่อโปร่งใสจะอยู่ถัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมีลักษณะใส

(3) เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (Aleurone) ประกอบด้วยเซลล์แถวเดี่ยวหรือหลายแถวขึ้นอยู่กับชนิดของธัญชาติเป็นแหล่งสะสมโปรตีนไขมันและแร่ธาตุรวมทั้งกรดไฟทิก (Phytic Acid)

(4) เนื้อเมล็ด (Endosperm) เป็นเซลล์ที่มีผนังบางหุ้มเม็ดสตาร์ชและสารอาหารอื่น ได้แก่ โปรตีนและไขมันอยู่ภายใน มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับบริเวณของเมล็ด ถ้าอยู่ใกล้ชั้นเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดจะมีรูปร่างยาวรีถัดเข้ามายิ่งใกล้ใจกลางจะยิ่งกลมมน

(5) คัพภะ (Embryo) เป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้นอ่อน อยู่ตอนล่างมีชั้นสคูเทลลัม (Scutellum) คั่นระหว่างเนื้อเมล็ดกับส่วนของคัพภะที่ประกอบด้วยยอดอ่อนและราก อุดมด้วยสารอาหารโปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ องค์ประกอบหลักของข้าว คือ คาร์โบไฮเดรตโดยพบมากถึง ร้อยละ 90 ของน้ำหนัก

2) ลักษณะบางประการของข้าว เมล็ดข้าวที่ใช้บริโภคเป็นอาหารนั้นจะเป็นแป้งประมาณร้อยละ 90 ในแป้งประกอบด้วย คือ อะไมโลส (Amylose) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของ D-glucose ที่เป็นเส้นตรง และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) เป็นพอลิเมอร์ของ D-glucose ที่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแขนง ข้าวแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ข้าวเหนียว (Glutinous or Waxy Rice) ประกอบด้วยแป้งประเภทอะไมโลเพคตินประมาณร้อยละ 95 มีแป้งประเภทอะไมโลสน้อยมากหรือบางพันธุ์ไม่พบเลย แต่แป้งอะไมโลเพคตินล้วน ๆ เมื่อหุงจะสุกง่ายและอ่อนนุ่ม

(2) ข้าวเจ้า (Non-Glutinous Rice, Non-Sticky Rice, Non-Waxy) ประกอบด้วยแป้งอะไมโลสร้อยละ 15-31 จะมากน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ของข้าว แป้งที่เหลือจะเป็นอะไมโลเพคติน ปริมาณอะไมโลสในข้าวเจ้าทำให้ข้าวหุงสุกมีลักษณะอ่อนนุ่มและแป้งกระด้าง เรียกว่า มีคุณภาพหุงต้ม (Cooking Quality) ต่างกัน ข้าวเจ้า ได้แก่ ข้าวที่มีเมล็ดใสเมื่อนำไปทดสอบด้วยน้ำยาไอโอดีนจะกลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม (Blue Black) เนื้อเมล็ดของข้าวเจ้าประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตทั้งชนิดอะไมโลสและอะไมโลเพคติน อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินนี้ จะมีผลทำให้มีสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ข้าวเจ้าที่เนื้อเมล็ดมีปริมาณอะไมโลสสูงจะทำให้ข้าวสุก ร่วนแข็ง ไม่มีความเหนียว มีการดูดน้ำและขยายตัวได้มากกว่าข้าวเจ้า แบ่งตามปริมาณอะไมโลสได้ 3 ชนิด คือ

พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลส “ต่ำ” ปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 20 คือ ร้อยละ 1-2 เมื่อข้าวสุกจะมีความเหนียวมาก และร้อยละ 2-20 เมื่อข้าวสุกจะมีความเหนียวนุ่ม

พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลส “ปานกลาง” ปริมาณร้อยละ 20-25 คือ ร้อยละ 20-25 เมื่อข้าวสุกนุ่มค่อนข้างเหนียว

พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลส “สูง” ปริมาณร้อยละ 25-34 คือ ร้อยละ 25-34 เมื่อข้าวสุกร่วนแข็ง

ข้าวทั้ง 3 ประเภทนี้ใช้วิธีการหุงต้มที่แตกต่างกัน คือ ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำจะใช้น้ำน้อยกว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่า ซึ่งตามมาตรฐานข้าวปัจจุบันไม่มีการกำหนดชนิดของข้าวตามคุณภาพข้าวสุก ดังนั้น จึงทำให้คุณภาพในการหุงต้มไม่แน่นอนผู้บริโภคต้องใช้ประสบการณ์ส่วนตัวในการปรับปริมาณน้ำอยู่เสมอ การหุงต้มข้าวสารสามารถพิจารณาจากปัจจัยแป้งสุกและระยะเวลาการหุงต้ม อะไมโลส โปรตีน ความคงตัว [9]

3) องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	12.0
คาร์โบไฮเดรต	79.2
โปรตีน	7.0
ไขมัน	0.4
เถ้า	0.5
อื่น ๆ	0.9

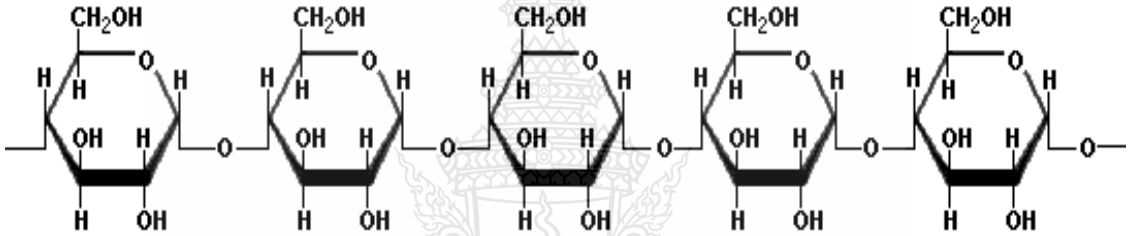
ที่มา : [9]

4) แป้ง จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตจำพวกโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่สำคัญที่สุดในธรรมชาติ เกิดจากโมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharide) หลาย ๆ หน่วยมารวมต่อกัน มีมากเป็นอันดับ 2 รองลงมาจากเซลลูโลส โดยปกติแป้งจะมีอยู่ในเมล็ด ราก และลำต้นของพืช ลักษณะของแป้งจะเป็นเม็ดเล็ก ๆ มีรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ภายในเม็ดแป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์กลูแคน 2 ชนิดผสมกันคือ อะไมโลส (Amylose) เป็นพอลิเมอร์สายยาวของ**α**-(1-4) กลูแคน และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) เป็นสายแขนงที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ต่อกันด้วยพันธะ **α**-(1-4) เป็นสายตรงและมีพันธะ **α**-(1-6) เป็นสายแขนง อะไมโลสและอะไมโลเพคติน ที่เป็นองค์ประกอบในเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันที่น้ำหนักโมเลกุลของแต่ละสายและตำแหน่งที่อยู่ในเม็ดแป้ง [9]

(1) อะไมโลส (Amylose) เป็นพอลิเมอร์สายยาวของน้ำตาลกลูโคส ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสหรือหน่วย **α**-D-กลูโคไพราโนซิล ประมาณ 200-2,100 หน่วย เรียงต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซต์ที่ตำแหน่ง **α**-D(1-4) จึงเป็นหน่วยที่ซ้ำ ๆ กันของน้ำตาลมอลโทสด้วย จึงจัดว่าโมเลกุลของอะไมโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสสายที่มีขนาดใหญ่มากมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10 ดาลตัน โครงสร้างอะไมโลสดังแสดงในรูปที่ 2.1 อะไมโลสในสตาร์ชบางชนิดอาจมีพันธะ **α**-D(1-6) ประมาณ ร้อยละ 0.3-0.5 ของพันธะทั้งหมด อะไมโลสไม่ละลายน้ำแต่เมื่อเติมน้ำลงไป อะไมโลสจะเกาะกันไม่ละลายและเนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลสเป็นสายยาวจึงมีโอกาสที่จะจับคู่กับอะไมโลสอีกโมเลกุลหนึ่ง เป็นสายยาวคู่ขนานเกาะด้วยพันธะไฮโดรเจนกลายเป็นตาข่ายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงและตกตะกอนได้ ปรากฏการณ์เช่นนี้ เรียกว่า “รีโทรเกรเดชั่น”

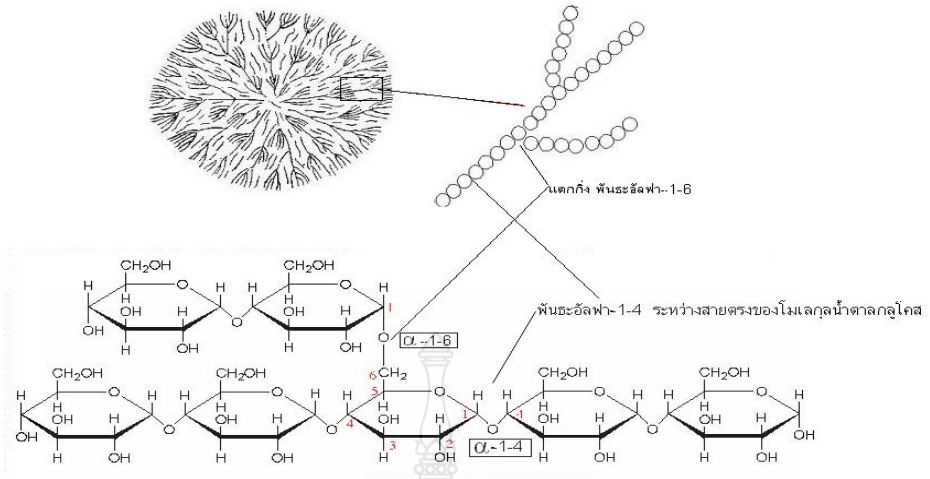
และตะกอนที่ได้ เรียกว่า “Retrograded Starch” แต่ถ้าพวกที่ไม่มีอะไมโลส เช่น ข้าวเจ้าบางสายพันธุ์ จะไม่มีการเกิดรีไทรเกรเดชัน [9]

เนื่องจากปัจจุบันการใช้ประโยชน์ของอะไมโลสและในรูปของแป้งอะไมโลสสูง (High Amylose Starches) คุณสมบัติบางประการของแป้งที่เกี่ยวข้องกับอะไมโลส มีดังนี้ การพองตัว และการละลาย (Swelling and Solubility) ปรากฏการณ์การพองตัวและการละลายของแป้งในน้ำเย็นเกิดได้น้อย เนื่องจากมีการจัดเรียงตัว (Intermixed) ระหว่างโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในเม็ดแป้ง เมื่ออุณหภูมิของน้ำในเม็ดแป้งสูงขึ้น จะทำให้โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินซึ่งมีขนาดเล็กและเป็นอิสระกระจายตัวออกจากเม็ดแป้ง ทำให้เกิดสภาพการละลายได้มากขึ้น [9]



รูปที่ 2.1 โครงสร้างอะไมโลส
ที่มา : [10]

(2) อะไมโลเพคติน (Amylopectin) เป็นโฮโมพอลิแซคคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเม็ดแป้งประมาณร้อยละ 70-100 มีโครงสร้างของโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีสายแขนงแยกออกมา ซึ่งแต่ละแขนงจะมีน้ำตาลกลูโคสประมาณ 20-25 หน่วย ดังนั้นในโมเลกุลของอะไมโลเพคตินจึงมีทั้งพันธะ α-(1-4) และ α-(1-6) โดยจุดแยกของสายแขนงมีประมาณร้อยละ 4-5 ของพันธะทั้งหมดโดยปกติ อะไมโลเพคตินมีขนาดของโมเลกุลใหญ่กว่าอะไมโลสมาก มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10^6-5×10^8 ดาลตัน และทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีแดง โดยโครงสร้างอะไมโลเพคติน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 [9]



รูปที่ 2.2 โครงสร้างอะไมโลเพคติน
ที่มา : [11]

สตาร์ชทั้งสองชนิดเป็นน้ำตาลหลายชั้น ซึ่งประกอบด้วยกลูโคสหลายหน่วยต่อ ๆ กัน แต่มีข้อแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

สมบัติ	อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
1. ละลายน้ำ	1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำ	2. หนืดข้นน้อยกว่าและขุ่น	2. หนืดข้นมากกว่าและใส
3. การให้สี	3. ให้สีน้ำเงินแก่กับไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงหรือสีน้ำตาล
4. โครงสร้างโมเลกุล	4. โมเลกุลต่อกันเป็นเส้นตรง	4. โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้
5. โครงสร้างประกอบด้วย	5. กลูโคส 200-2,100 หน่วย	5. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
6. เมื่อต้มทิ้ง	6. จับเป็นวุ้นได้ (Gelation)	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ที่มา : [9]

2.1.2.2 น้ำ เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญมากโดยทั่วไปในเครื่องดื่มมีน้ำเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยประมาณร้อยละ 85 โดยปริมาตร ซึ่งน้ำมีบทบาทที่สำคัญหลายประการทั้งต่อร่างกาย และยังมีบทบาทสำคัญต่อเครื่องดื่ม ได้แก่ เป็นตัวกลางในการละลายและกระจายส่วนผสมอื่น ๆ ในเครื่องดื่ม เช่น สารให้ความหวาน สารให้สี สารให้กลิ่นรส ทำให้ได้คุณลักษณะและความเข้มข้นของเครื่องดื่มตามต้องการ คุณภาพของน้ำที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องดื่ม มีความสำคัญมากต่อ

คุณภาพด้านต่าง ๆ ของเครื่องดื่มที่ผลิตได้ ซึ่งน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน อาจมีคุณภาพปริมาณและชนิดของสารเจือปนที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการปรับคุณภาพของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข น้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นส่วนใหญ่มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำใต้ดิน (Ground Water) น้ำผิวดิน (Surface Water) ตามปกตินำ้ผิวดินเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่แน่นอน สามารถปนเปื้อนด้วยสารเจือปนได้ง่าย เช่น สารอินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ สารที่ทำให้สี กลิ่นรส เปลี่ยนแปลงไป ส่วนน้ำใต้ดินนั้น มีความขุ่นน้อยและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่าน้ำผิวดิน แต่มีเกลือแร่ต่าง ๆ ละลายอยู่สูงกว่า ดังนั้น ไม่ว่าจะใช้น้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดิน จำเป็นต้องกำจัดสิ่งปนเปื้อน เพื่อทำให้น้ำมีคุณภาพดีสะอาดและบริสุทธิ์เพียงพอที่จะใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มได้อย่างปลอดภัย และไม่ทำให้เกิดปัญหาด้านต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโดยทั่วไปน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องดื่มควรมีสมบัติ ดังนี้

1) ใสสะอาดไม่มีสีกลิ่นและรสที่ไม่ต้องการ

2) ไม่ควรเป็นน้ำที่มีความกระด้างไม่ควรมีก๊าซหรือสารอื่น ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของเครื่องดื่มหรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

3) ควรปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เครื่องดื่มเกิดการเน่าเสียเสื่อมคุณภาพหรือสร้างสารพิษหรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

4) ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพได้ตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานกฎหมายข้อบังคับต่าง ๆ และคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มนั้น ๆ ควรมีคุณภาพดีคงที่สม่ำเสมอ [12]

2.1.2.3 ลูกแป้ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) 3/2546 [13] หมายความถึง แป้งเชื้อสุรา แป้งข้าวหมาก หรือเชื้อใด ๆ ที่นำมาหมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วได้แอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุรา ลูกแป้งอาจผสมสมุนไพรหรือเครื่องเทศด้วยหรือไม่ก็ได้ ลูกแป้ง คือ กล้าเชื้อจุลินทรีย์ (Inoculum) ที่เก็บอยู่ในรูปก้อนเชื้อแห้ง ลูกแป้งมักนิยมใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตอาหารหมักหลายชนิดในแถบประเทศเอเชีย ต้นกำเนิดของลูกแป้งเชื่อกันว่าเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสุราในประเทศจีนและแพร่ขยายออกสู่ประเทศต่าง ๆ ในประเทศเอเชียซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการขั้นตอน และส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป ชื่อของลูกแป้งนั้นมีการเรียกแตกต่างกันออกไปตามประเทศที่ผลิต และมีรูปร่าง ขนาด ชนิดของเชื้อที่พบแตกต่างกันไป [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ลูกแป้งสาโท
ที่มา : [14]

1) องค์ประกอบของลูกแป้ง [15]

มีองค์ประกอบหลัก 4 อย่าง ได้แก่ แป้ง น้ำ ลูกแป้งเก่า และสมุนไพร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แป้ง ใช้ได้ทั้งแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวหรือแป้งผสมแต่พบว่าแป้งข้าวเจ้าล้วนให้ลูกแป้งที่มีคุณภาพดีที่สุด นิยมใช้แป้งที่ได้จากการโม่เอง ไม่ใช้แป้งที่ทำสำเร็จ เพราะแป้งสำเร็จมีการเติมสารยับยั้งการเจริญของเชื้อรา เช่น กรดโพรพิออนิก (Propionic Acid)

(2) น้ำ ใช้ในขั้นตอนการนวดและปั้นลูกแป้ง การนวดแป้งกับน้ำทีละน้อยทำให้แป้งมีความเหนียวและสามารถปั้นได้ นอกจากนี้น้ำเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ลูกแป้งมีความชื้นเพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์

(3) ลูกแป้งเก่า นิยมใช้เป็นแหล่งของเชื้อ บางสูตรไม่มีการผสมลูกแป้งเก่าแต่จะใช้เชื้อจากธรรมชาติแทน

(4) สมุนไพร ที่ใช้ในลูกแป้งมีหลายชนิดหลายสูตรด้วยกัน แต่ทั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ใช้ในการเก็บรักษาเชื้อที่ต้องการและเป็นเครื่องยา สำหรับคุณสมบัติของลูกแป้งในด้านกลิ่น รสของผลิตภัณฑ์และการออกฤทธิ์เป็นเครื่องยานั้นยังไม่มีข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนว่ามีสมุนไพรชนิดใดบ้าง แต่ด้านการใช้เพื่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่า ขิง อบเชย ดอกจันทน์ กานพลู และลูกจันทน์ มีรายงานความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอื่น ๆ ในลูกแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ชนิดของลูกแป้งที่พบในประเทศไทย [16]

ลูกแป้งจัดเป็นกล้าเชื้อผสมซึ่งมีทั้งเชื้อรา แบคทีเรีย และยีสต์ โดยที่ปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์นั้นแตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักของลูกแป้ง สำหรับชนิดของลูกแป้งที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ได้แก่ ลูกแป้งข้าวหมาก ลูกแป้งเหล้า/ลูกแป้งสาโท และลูกแป้งน้ำส้มสายชู ขณะที่ลูกแป้งน้ำส้มสายชูประกอบด้วย รา ยีสต์ และเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Acetobacter* สำหรับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในลูกแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ทั้งชนิดและสัดส่วนของจุลินทรีย์ ตัวอย่าง เช่น ลูกแป้งสาโท ประกอบด้วย รา ยีสต์ และแบคทีเรียแลคติก

(1) ลูกแป้งข้าวหมาก ใช้ในการทำข้าวหมาก ราที่พบ ได้แก่ *Amylomyces rouxii*, *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Aspergillus niger*, Aspergillus spp., *Penicillium* spp. และ *Hyalodendron* spp. ยีสต์ที่พบ ได้แก่ *Saccharomycopsis fibuligera*, *Saccharomycopsis* spp., *Hansenula malanga, Candida tropicalis* และ*Torulopsis glabrata*

(2) ลูกแป้งแป้งเหล้า ใช้ในการทำกระแช่, สาโท, อุ ราที่พบ ได้แก่ *Rhizopus* spp., *A. rouxii, Mucor* spp., *Aspergillus* spp. และ*Penicillium* spp. ยีสต์ที่พบ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae, Saccharomycopsis fibuligera* และ *Saccharomycopsis* spp.

(3) ลูกแป้งน้ำส้มสายชู(ส่าน้ำส้ม) ใช้ในการทำน้ำส้มสายชู ราที่พบ ได้แก่ *Rhizopus* spp., *A. rouxii, Mucor* spp., *Aspergillus* spp. และ *Absidia* spp.

3) ขั้นตอนและวิธีการผลิตลูกแป้ง (ไทย) [16]

สำหรับวิธีทำลูกแป้งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

(1) ผสมแป้งกับน้ำและนวดให้น้ำซึมเข้ากันดีกับแป้ง จากนั้นจึงผสมเครื่องเทศตามสูตร

(2) โรยแป้งเชื้อหรือลูกแป้งเก่าที่บดละเอียดแล้วและนวดให้ผสมเข้ากันดี

(3) ทิ้งไว้ให้แป้งชื้นสักครู่ แล้วปั้นเป็นก้อนวางบนกระด้ง จากนั้นโรยแป้งเชื้อทับอีกครั้ง

(4) ปิดกระด้งด้วยผ้าคลุมหนา ๆ บ่มไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนเส้นใยราขึ้นเต็มก้อนแป้ง

(5) เปิดผ้าคลุมออกผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และนำไปตากแดดจนแห้งสนิทก่อนนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด

4) ลักษณะของลูกแป้งที่ดี [17]

(1) มีน้ำหนักเบาโปร่ง

(2) ไม่มีร่องรอยการกัดแทะของแมลง

(3) ผิวลูกแป้งมีรูพรุน

(4) สีขาวนวล

(5) เมื่อขยี้จะยุ่ยเป็นผง

(6) ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

2.1.3 กระบวนการและขั้นตอนการผลิตสาโท [17]

การผลิตสาโทมีกระบวนการสำคัญอยู่ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการทำให้แป้งสุก กระบวนการย่อยสลายแป้ง และกระบวนการหมัก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.3.1 กระบวนการทำให้แป้งสุก คือ แป้งในเมล็ดข้าวจะเกิดกระบวนการเจลาติไนซ์ระหว่างนึ่งให้สุก ทำให้ง่ายต่อการย่อยและนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ สำหรับกระบวนการนี้เริ่มจากการเตรียมข้าวก่อนนึ่ง โดยการล้างทำความสะอาดข้าวเพื่อเอาส่วนที่เป็นรำข้าวบริเวณผิวเมล็ดข้าวและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออก จากนั้นแช่ข้าวนานประมาณ 4-6 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของข้าว) เพื่อให้เมล็ดข้าวดูดน้ำก่อนนำไปนึ่งให้สุก โดยน้ำที่เมล็ดข้าวดูดเข้าไปนั้นจะซึมผ่านเข้าไปกระจายตัวอยู่บริเวณเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ของเมล็ดข้าว และทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนทำให้แป้งเกิดกระบวนการเจลาติไนซ์ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อได้รับความร้อนจากการนึ่ง

2.1.3.2 กระบวนการย่อยสลายแป้ง (Saccharification) เป็นกระบวนการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กโดยเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ แอลฟา, บีตา และกลูโคอะไมเลส (α-, β- และ Glucoamylase) ที่ได้จากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในลูกแป้งซึ่งขั้นตอนการย่อยแป้งนี้จุลินทรีย์ที่มีบทบาท ได้แก่ กลุ่มของเชื้อราในสกุล *Rhizopus*, *Mucor* และ *Amylomyces* จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้จะย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่และโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งง่ายต่อการเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ในขั้นตอนการหมัก โดยยีสต์ที่มีอยู่ในลูกแป้งสำหรับในกระบวนการย่อยแป้งโดยเชื้อรานี้เป็นการหมักบนอาหารแข็งที่เรียกว่า Solid State Fermentation โดยเชื้อราที่มีอยู่ในลูกแป้งสามารถเจริญบนเมล็ดข้าวที่ถูกนึ่งจนสุก และสร้างเอนไซม์เพื่อย่อยแป้งในเมล็ดข้าวให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง ซึ่งพบว่าภายในเวลาประมาณ 10-12 ชั่วโมง จะมีเส้นใยสีขาวเจริญปกคลุมเมล็ดข้าว และต่อมาเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 24-48 ชั่วโมง จะพบว่าเกิดกลิ่นหอมของการหมักเมล็ดข้าวมีความนิ่ม กองเมล็ดข้าวยุบตัวลงมีน้ำซึมออกมาซึ่งเรียกว่า “น้ำต้อย”

2.1.3.3 กระบวนการหมัก เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ เกิดขึ้นโดยยีสต์ในลูกแป้งในสกุล *Saccharomyces, Saccharomycopsis, Pichia, Torulopsis* และ *Hensenula* กระบวนการนี้ต้องมีการเติมน้ำเพื่อให้เกิดกระบวนการหมักโดยเชื้อยีสต์ ซึ่งกระบวนการเติมน้ำจะถูกเรียกว่า “การผ่าน้ำ” สำหรับน้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีเทียบเท่ากับคุณภาพของน้ำดื่ม เนื่องจากคุณภาพของน้ำจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพและรสชาติของสาโท การผ่าน้ำนี้อาจจะทำ

ในครั้งเดียว หรือแบ่งการเติมออกเป็น 2 ครั้งก็ได้แล้วแต่เทคนิคในการหมักของแต่ละพื้นที่ จากนั้นจะปล่อยให้เกิดการหมักประมาณ 14-20 วัน ก่อนกรองเพื่อแยกเอาข้าวออกและได้น้ำสาโทที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ สำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมนั้นมีกระบวนการอื่น ๆ เพิ่มเติมหลังจากการหมักเสร็จสิ้นลง เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสาโท ได้แก่ การทำให้ใสการปรับแต่งสีและรสชาติ และการฆ่าเชื้อก่อนบรรจุ โดยแต่ละโรงงานจะมีกระบวนการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับขนาดและเงินทุนของโรงงาน เช่น การทำให้ใสอาจใช้การตกตะกอนการกรองหรือการปั่นเหวี่ยง การปรับแต่งสีและรสชาติ อาจทำโดยการผสมสารที่ให้สีจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ รวมไปถึงสารให้รสชาติต่าง ๆ ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารและเครื่องดื่ม สำหรับการฆ่าเชื้อนั้นอาจใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ การใช้สารเคมีหรือใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกัน สำหรับสิ่งที่ทำให้การผลิตสาโทแตกต่างจากการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดอื่น ๆ คือ ไม่พบการบ่ม เพราะส่งขายทันทีหลังจากการฆ่าเชื้อและบรรจุขวด

2.1.3.4 ขั้นตอนการผลิตสาโท [8]

1) ชั่งข้าวเหนียวขาวหรือข้าวเหนียวดำในสัดส่วนที่ต้องการนำข้าวเหนียวไปล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดกากและสิ่งสกปรกที่ติดมาจากนั้นแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 6-12 ชั่วโมง

2) นำข้าวเหนียวไปนึ่งให้สุกโดยใช้เวลาประมาณ 20-40 นาที (ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว)

3) นำข้าวเหนียวที่สุกแล้วแผ่ให้เย็น

4) พรมข้าวด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.1 (โดยน้ำหนัก) เพื่อให้ข้าวรัดตัวไม่แตกยุ่ยระหว่างการหมัก

5) ชั่งลูกแป้งบดร้อยละ 0.2 (โดยน้ำหนัก) หรือใช้กล้าเชื้อราบริสุทธิ์ร้อยละ 5-10 (โดยปริมาตร) ของราที่มีความเข้มข้น 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แล้วคลุกผสมกับข้าวเหนียว

6) บรรจุข้าวเหนียวที่คลุกลูกแป้งใส่ลงไปในภาชนะที่ใช้หมัก พร้อมกับกดข้าวเหนียวลงในภาชนะให้แน่นพอสมควร ปิดด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น แล้วปิดด้วยฝาอย่างหลวม ๆ ตั้งบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3-5 วัน ซึ่งสังเกตเห็นการเจริญของราบนเมล็ดข้าวเหนียว และเห็นน้ำเยิ้มออกมาซึ่งเรียกว่า “น้ำต้อย” ขั้นตอนนี้ราจะย่อยแป้งให้ได้น้ำตาล

7) เติมน้ำสะอาดที่ต้มฆ่าเชื้อแล้วลงไปในสัดส่วนร้อยละ 50-75 โดยน้ำหนักบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-14 วัน เพื่อให้ยีสต์ในลูกแป้งเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์หรือใช้ยีสต์บริสุทธิ์ร้อยละ 5-10 โดยปริมาตร ติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการหมักโดยวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และแอลกอฮอล์ที่ได้

8) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักให้ถ่ายน้ำสาโทลงในถังพักและเติมสารเคมี เช่น โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium Metabisulfite, KMS) เพื่อฆ่าเชื้อและ

หยุดการทำงานของจุลินทรีย์ จากนั้นทำให้สาโทคงตัวโดยการตกตะกอนและการกรอง และอาจมีการผสมปรุงแต่งก่อนที่จะนำไปพาสเจอร์ไรส์เติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์และบรรจุขวดต่อไป ปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ควรมีในสาโทที่บรรจุขวดแล้วคือ 25-30 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ อาจเติมกรดซอร์บิกหรือกรดเบนโซอิกได้ตามที่มาตรฐานสุราแช่กำหนดไว้

2.1.3.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตสาโท [8]

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตสาโทประกอบด้วย จุลินทรีย์ที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ราและยีสต์ จุลินทรีย์กลุ่มราจะทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเรียกปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าแซคคาริฟิเคชั่น (Saccharification) โดยราจะสร้างเอนไซม์กลุ่มอะไมเลส ซึ่งประกอบด้วย แอลฟาอะไมเลส เบตาอะไมเลส และกลูโคอะไมเลส เพื่อย่อยสลายโครงสร้างของโมเลกุลแป้งให้เป็นน้ำตาล ราที่มีบทบาทสำคัญและสร้างเอนไซม์ในปริมาณมาก ได้แก่ ราใน Class Zygomycetes ซึ่งราที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *Rhizopus* sp., *Mucor* sp. และ *Amylomyces* sp. และราใน Class Deuteromycetes ซึ่งราที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *Aspergillus* sp. ราในกลุ่มแรกสามารถสร้างเอนไซม์ที่มีกิจกรรมสูงและสร้างกรดอินทรีย์บางชนิดที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท เช่น กรดซิตริก กรดแลคติก และกรดฟูมาลิก แต่ราในกลุ่มนี้มีข้อเสีย คือ การย่อยแป้งจะเกิดไม่สมบูรณ์ เมื่อย่อยแป้งแล้วจะให้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวน้อยกว่าราในกลุ่มที่สอง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท สำหรับจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งโดยราให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยผ่านกระบวนการหมักที่เรียกว่ากระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic Fermentation) ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดได้ดีในสภาวะที่ไร้อากาศ (Anaerobic Condition) ยีสต์ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ ยีสต์ใน Class Ascomycetes ซึ่งยีสต์ที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *Saccharomyces* sp. *Saccharomycopsis* sp. และ *Hensenula* sp. เหมาะสำหรับใช้ในการหมักสาโทเพราะเจริญได้เร็ว ทนต่อความเป็นกรด ความเข้มข้นของน้ำตาล และแอลกอฮอล์ได้ดี

นอกเหนือจากจุลินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในบางครั้งอาจพบจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการหลายชนิดปนเปื้อนอยู่ในลูกแป้ง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ในสาโท จุลินทรีย์เหล่านี้ ได้แก่ *Acetobacter* sp., *Gluconobacter* sp., *Lactobacillus* sp., *Bacillus* sp., *Fusarium* sp. และ *Pichia* sp. เป็นต้น ซึ่งคุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ดีและมีประโยชน์เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ที่ไม่ดีและไม่มีประโยชน์สามารถสรุปได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ต้องการ และไม่ต้องการในกระบวนการผลิตสาโท

คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ดี	คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ไม่ดี
1. เจริญเร็ว และสร้างเส้นใยมาก	1. สร้างกรดน้ำส้ม
2. ย่อยแป้งให้กลายเป็นน้ำตาลแล้วให้กลิ่นรสที่ดี	2. หมักสาโทแล้วกลิ่นเหม็นบูด
3. สร้างและทนแอลกอฮอล์ได้สูง	3. สร้างความขุ่นในสาโท
4. ให้กลิ่นหอมในสาโท	4. สร้างสีที่ไม่พึงประสงค์
5. ให้รสชาติ และความฝาดที่ดีของสาโท	5. สร้างเมือกหรือยางเหนียวในสาโท
6. ให้ความเปรี้ยวในระดับที่ดี	6. สร้างแก๊สที่ไม่พึงประสงค์จำนวนมาก เช่น แก๊สไข่เน่า
7. ให้สาโทที่มีตัวตน (Body)	7. สร้างเอนไซม์ที่เปลี่ยนกรดอะมิโนไปเป็นฟูเซลออยล์
8. สามารถหมักได้ดีที่อุณหภูมิห้อง	8. สร้างเอนไซม์ไลเปสในปริมาณมาก
9. ภายหลังหมักเสร็จ เซลล์ตกตะกอนได้ดี	9. สร้างและสะสมสารเอทิลคาร์บอเนต
10. ไม่ให้กลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแก๊สไข่เน่า กลิ่นเหม็นเปรี้ยว	10. ย่อยสลายแอลกอฮอล์ที่ได้
	11. ย่อยสลายกรดอินทรีย์ที่มีประโยชน์ให้กลายเป็นสารอื่นที่ไม่ต้องการ

ที่มา : [8]

2.1.3.6 คุณลักษณะทางเคมีที่ดีของสาโท

สาโทจะต้องมีคุณลักษณะทางเคมีอยู่ในเกณฑ์ของตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 3/2546 [13] ดังนี้

1) แรงแอลกอฮอล์ ไม่เกิน 15 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร และมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไว้ที่ฉลากได้ไม่เกินร้อยละ 1 โดยปริมาตร

2) เมทิลแอลกอฮอล์ ไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

5) กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

6) ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

7) เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

8) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

9) สารหนู ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

10) เฟอร์โรไซยาไนด์ ต้องไม่พบ

2.1.3.7 คุณภาพของสาโทที่บรรจุขวดแล้วควรจะมีคุณภาพในแง่ของความคงตัว ดังนี้ [8]

1) ไม่มีการเจริญของยีสต์หรือจุลินทรีย์อื่นระหว่างเก็บรักษาและรอจำหน่าย

2) ไม่มีการตกตะกอนของโปรตีนหรือแป้ง

3) ไม่มีการเกิดออกซิเดชั่นรุนแรงจนกลิ่นรสเปลี่ยนไป

4) ไม่มีการเปลี่ยนสีจนเป็นสีน้ำตาลหรือคล้ำ

5) ไม่มีเพคตินโมเลกุลใหญ่ตกตะกอนลงมา

6) ไม่มีจุลินทรีย์ก่อโรค

2.1.3.8 ปัญหาด้านคุณภาพของสาโท [8]

ถึงแม้ว่าการผลิตสาโทจัดอยู่ในประเภทของกระบวนการแบบกึ่งปลอดเชื้อ (Semi Aseptic Process) แต่การผลิตโดยทั่วไปยังมีปัญหาในด้านของสุขลักษณะและยังขาดการปฏิบัติที่ดีในการผลิต (GMP) และสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) การขาดหลักการด้านสุขาภิบาลที่ดีในกระบวนการผลิต

2) ลูกแป้งที่นำมาใช้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ และมักมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ไม่พึงประสงค์

3) สาโทที่ผลิตขึ้นมักมีคุณภาพไม่คงตัว ในแง่ของความขุ่น การหมักซ้ำในขวด มีรสเปรี้ยว และกลิ่นไม่ดี มีสารเคมีเกินกำหนด

4) มีรสหวานเกินไป

5) มีจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อน

6) มีแอลกอฮอล์ค่อนข้างต่ำ

7) มีอายุการเก็บรักษาสั้น

2.1.4 น้ำเชื่อมข้าว (Rice Syrup) เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ผลิตจากข้าวขาว ข้าวกล้องหรือข้าวอินทรีย์ ที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ทำให้ได้น้ำเชื่อมข้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าน้ำเชื่อมทั่วไปเพราะมีไฟเบอร์สูง ไม่มีกลูเตน และสารที่ก่อให้เกิดการแพ้ ไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินเพิ่มสูงขึ้น เพราะหลังจากการบริโภคน้ำเชื่อมข้าว คาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ที่กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการเผาผลาญเพียงแค่บางส่วน ซึ่งแตกต่างจากคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งอื่น ๆ ที่ร่างกายเผาผลาญได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น [18]

2.2 น้ำส้มสายชู (Vinegar)

น้ำส้มสายชู (Vinegar) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใส ทำจากวัตถุดิบที่เหมาะสม ได้แก่ ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล ตามกรรมวิธีการผลิตน้ำส้มสายชูแต่ละประเภท มีรสเปรี้ยวที่เกิดจากกรดแอซีติก (Acetic Acid) เป็นส่วนใหญ่ น้ำส้มสายชูใช้เป็นกรดเติมแต่งในอาหาร เป็นสารปรุง แต่งรส และช่วยในการถนอมอาหาร เช่น มายองเนส ผักดอง ซอส [19] น้ำสลัด มัสตาร์ด ขนมอบ ซอสมะเขือเทศ อาหารกระป๋อง [20]

น้ำส้มสายชู (Vinegar) หรือกรดแอซีติก (Acetic Acid) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นมาจากกระบวนการหมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการหมักในสภาพอาหารเหลว ซึ่งในสมัยโบราณพบว่า น้ำส้มสายชูนี้เกิดขึ้นมาจากการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไวน์ โดยเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* ซึ่งก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในไวน์ให้เป็นกรดแอซีติกในสภาพที่มีออกซิเจน ทำให้ไวน์นั้นมีรสเปรี้ยว จึงทำให้เรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่าน้ำส้มสายชู [16]

2.2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

2.2.1.1 ผลไม้ เช่น องุ่น แอปเปิ้ล ส้ม แพร์ และผลไม้อีกหลาย ๆ ชนิด ที่ให้น้ำตาลและสามารถนำมาหมักเป็นไวน์ได้ เช่น น้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตจากน้ำแอปเปิ้ลซึ่งนิยมบริโภคในสหรัฐอเมริกา สวิตเซอร์แลนด์ และออสเตรเลียโดยทำการหมักน้ำแอปเปิ้ลที่มีความหวานเริ่มต้น 10 องศาบริกซ์ เป็นเวลานาน 1 ปี จะได้น้ำส้มสายชูที่มีกรดแอซีติกร้อยละ 5 น้ำส้มสายชูชนิดนี้ เรียกว่า “Cider Vinegar” [16]

2.2.1.2 พืชที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น มันเทศ มันฝรั่ง และมันสำปะหลัง ทั้งนี้ แป้งที่มีอยู่ในพืชจะต้องถูกนำไปผ่านการแปรสภาพ เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เสียก่อน ซึ่งทำได้โดยการนำพืชที่มีแป้งเหล่านี้มาผ่านความร้อน และนำไปย่อยให้เป็นน้ำตาลโดยใช้ลูกแป้งน้ำส้มสายชู หรือเอนไซม์อะไมเลสบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นน้ำย่อยที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล [21] ในรูปของมอลท์ (Malted Grain) หรือจากจุลินทรีย์ เช่น เอนไซม์อะไมเลสจากโคจิ (Koji) ซึ่งได้จากเชื้อรา *Aspergillus oryzae* ที่เจริญบนข้าวที่นึ่งแล้ว [22]

2.2.1.3 ธัญพืชต่าง ๆ เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ ข้าวมอลท์ ข้าวสาลี ข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ ข้าวเจ้า และข้าวโพด เป็นต้น ธัญพืชเหล่านี้จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้น จึงต้องมีการแปรสภาพไปเป็นน้ำตาลเหมือนกับพืชที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักเสียก่อน แล้วจึงนำไปหมักให้เกิดเป็นแอลกอฮอล์และน้ำส้มสายชูต่อไป เช่น สาโทที่นำไปหมักต่อเป็นน้ำส้มสายชู [21]

2.2.1.4 วัตถุดิบพวกน้ำตาล เช่น กากน้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำอ้อย น้ำตาลสด น้ำเชื่อม เป็นต้น วัตถุดิบประเภทนี้จะมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งยีสต์สามารถใช้ในการหมักเป็นแอลกอฮอล์ได้เลย แต่ก่อนที่จะนำมาหมักด้วยยีสต์จะต้องมีการปรับความหวานของน้ำตาลให้เหมาะสมเสียก่อน [21]

2.2.1.5 แอลกอฮอล์เพื่อใช้ในการหมักโดยตรง เช่น แอลกอฮอล์เจือจาง แอลกอฮอล์ที่สูญเสียสภาพธรรมชาติแล้ว รวมถึงน้ำทิ้งจากโรงงานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น โรงงานเบียร์ ซึ่งมีปริมาณแอลกอฮอล์เหลืออยู่ หรืออาจนำเหล้ากลั่นจากกากน้ำตาลและข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบน้ำส้มสายชูที่ได้จะถือว่าเป็นน้ำส้มสายชูกลั่น [21]

วัตถุดิบที่สามารถใช้ในการหมักน้ำส้มสายชูนั้นมีหลายชนิด ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้จะเป็นตัวชี้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูที่ได้ ดังนั้น ในการผลิตจึงจำเป็นต้องเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ เช่น ถ้าใช้ผลไม้เป็นวัตถุดิบต้องไม่แก่จัด ถ้าใช้สาโท ไวน์ หรือแอลกอฮอล์เป็นวัตถุดิบ ไวน์หรือแอลกอฮอล์นั้นจะต้องมีความสะอาด ใส และปราศจากสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ นอกจากนี้ วัตถุดิบแต่ละชนิดจะให้กลิ่นและรสเฉพาะของน้ำส้มสายชูที่แตกต่างกันด้วย เช่น การหมักน้ำส้มสายชูจากสาโทข้าวกล้อง สาโทข้าวเหนียวขาว สาโทข้าวเหนียวดำ พบว่า ข้าวเหนียวขาวจะให้ปริมาณกรดแอซีติกสูงที่สุด แต่ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้ำส้มสายชูที่หมักโดยใช้สาโทจากข้าวเหนียวดำเป็นวัตถุดิบในการหมักมากที่สุด [21]

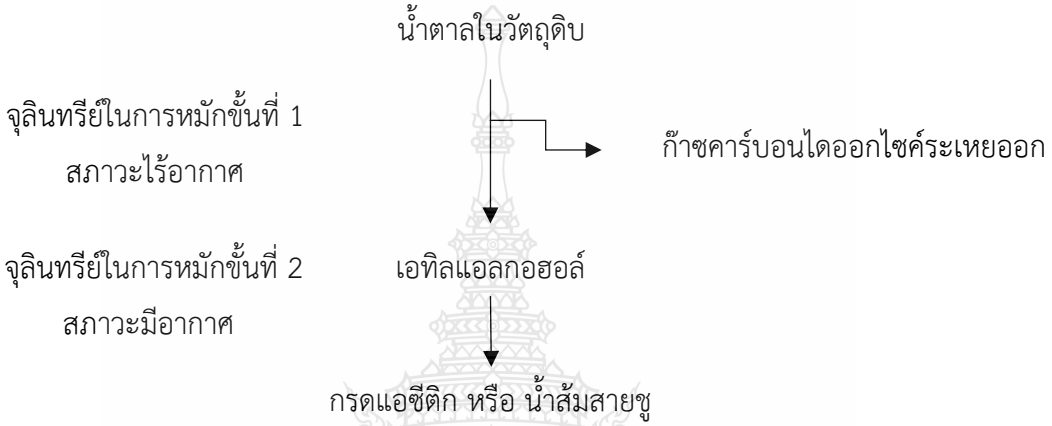
2.2.2 ประเภทของน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักจะมีลักษณะที่เฉพาะตัว จึงทำให้น้ำส้มสายชูหมักแตกต่างจากน้ำเจือจางกรดแอซีติก ประเภทของน้ำส้มสายชูจะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ซึ่งน้ำส้มสายชูที่ผลิตขึ้นมาจากวัตถุดิบที่แตกต่างกันก็จะมีกลิ่นรส และคุณภาพโดยรวมแตกต่างกันไป [20]

น้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 ซึ่งแบ่งน้ำส้มสายชูออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

2.2.2.1 น้ำส้มสายชูหมัก (Fermented Vinegar) หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักธัญพืช ผลไม้ น้ำตาลหรือกากน้ำตาล ด้วยส่าเหล้าหรือยีสต์ให้ได้แอลกอฮอล์ แล้วนำมาหมักต่อกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิต น้ำส้มสายชูหมักจัดเป็นน้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นหอมและรสชาติดี มีสีแตกต่างกันตามสีของวัตถุดิบ กลิ่นหอมของน้ำส้มสายชูชนิดนี้ได้จากสารบางชนิดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักและกลิ่นรสจะดียิ่งขึ้นเมื่อเก็บไว้นาน ๆ [20] น้ำส้มสายชูหมักตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 204 พ.ศ.2543 [7] หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำธัญชาติ ผลไม้ หรือน้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้า จากนั้นหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู ตามกรรมวิธีธรรมชาติ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู มีองค์ประกอบหลักคือน้ำตาล หรือสตาร์ช เช่นเดียวกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หากวัตถุดิบมีสตาร์ชสูงจำเป็นต้องมีกระบวนการย่อยสตาร์ชในวัตถุดิบให้เป็นน้ำตาล เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตข้าวหมาก ต่อมาคือ ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ ด้วยจุลินทรีย์ในการหมักขั้นที่ 1 คือ ยีสต์กลุ่ม *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Kluyveromyces fragilis* และ *Candida pseudotropicalis* เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการหมักเช่นเดียวกับการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

จากนั้นเป็นขั้นตอนการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติกในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ด้วยจุลินทรีย์ในการหมักขั้นที่ 2 คือ *Acetobacter aceti* ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมัก อาจเกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacillus* sp. ยีสต์กลุ่ม *Saccharomyces aceidifacien*, *Pichia membraraefaciens* และ รากลุ่ม *Moniliella acetoabutans*



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติก
ที่มา : [23-24]

2.2.2.2 น้ำส้มสายชูกลั่น (Distilled Vinegar or Spirit Vinegar) หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการกลั่นน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูกลั่น (Spirit Vinegar) หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักเอทานอลเจือจางกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิต โดยมีการเติมเกลือแร่และอาหารเสริมซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของเชื้อน้ำส้มสายชู ได้แก่ แอมโมเนียมไนโตรเจนฟอสเฟต, กลูโคส ออโตไลซ์ยีสต์ (Autolyzed Yeast), แพนโตธีเนต และเกลือของกรดอินทรีย์ แล้วนำน้ำส้มสายชูที่ได้ไปกลั่นหรือกรองต่อไป [25]

น้ำส้มสายชูหมักแบบธรรมชาติจะมีความแตกต่างจากน้ำส้มสายชูกลั่นตรงที่นอกจากความเปรี้ยวที่ใช้ในการปรุงรส ประกอบอาหาร หรือใช้ในการถนอมอาหารแล้ว น้ำส้มสายชูหมักยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ซึ่งไม่มีในน้ำส้มสายชูกลั่น สารอาหารต่าง ๆ เหล่านี้ เช่น กรดอะมิโน เอนไซม์ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก [25]

2.2.2.3 น้ำส้มสายชูเทียม หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำเอากรดแอซีติกเข้มข้นมาทำให้เจือจางไม่น้อยกว่า 4 กรัม แต่ไม่เกิน 7 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส น้ำส้มสายชูเทียมเป็นน้ำส้มที่มีราคาถูก มีความบริสุทธิ์สูง แต่ขาดกลิ่นรสที่ดี [26] นอกจากนี้ ยังมีน้ำส้มสายชูอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นมา เรียกว่า “น้ำส้มสายชูปลอม” ซึ่งได้จากกรดอนินทรีย์ที่มีพิษร้ายแรง

เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ ซึ่งมีราคาถูกมาเจือจางกับน้ำ แทนที่จะใช้หัวน้ำส้มพวกกรดแอซีติกล้วน (Glacial Acetic Acid) ซึ่งมีราคาแพงมาผสมกับน้ำถ้ารับประทานน้ำส้มสายชูปลอมเข้าไปจะทำให้เยื่อบุกระเพาะและลำไส้อักเสบ อาจทำให้เป็นโรคกระเพาะเรื้อรัง และยังบั่นทอนระบบประสาทตลอดจนระบบการย่อยอาหารอีกด้วย [27] ในน้ำส้มสายชูปลอม นอกจากจะมีอันตรายจากความเข้มข้นของกรดแล้วยังอาจมีสารปนเปื้อนอื่น ๆ เช่น ปรอท ตะกั่ว สารหนู ซึ่งล้วนเป็นอันตรายทั้งสิ้น [26]

2.2.3 ประเภทของน้ำส้มสายชูที่ผลิตเป็นการค้า ดังนี้ [16]

2.2.3.1 Distilled Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ผลิต โดยใช้แอลกอฮอล์เป็นวัตถุดิบโดยตรงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการหมักมีความเข้มข้นร้อยละ 10-14 โดยปริมาตร ลักษณะของน้ำส้มสายชูชนิดนี้จะใส และมีกรดแอซีติกร้อยละ 4 อีกทั้งมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหลืออยู่ไม่ควรเกินร้อยละ 0.5 นอกจากนี้ยังอาจจะพบอะเซทัลดีไฮด์ อะซีโตน และเอทิลอะซิเตทอีกด้วย เพราะสารเหล่านี้อาจมีอยู่ในแอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบนั่นเอง

2.2.3.2 Cider Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากน้ำแอปเปิ้ล โดยทำการหมักน้ำแอปเปิ้ลที่มีความหวานประมาณ 10 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 1 ปี จะได้น้ำส้มสายชูที่มีกรดแอซีติกร้อยละ 5

2.2.3.3 Malt Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากข้าวมอลท์ ตามปกติแล้วข้าวมอลท์นิยมใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์อะไมเลส เพื่อย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลในการทำเบียร์ ดังนั้น การผลิตน้ำส้มสายชูชนิดนี้ จึงต้องมีการย่อยสลายข้าวบาร์เลย์หรือ ธัญพืชชนิดอื่นด้วยเอนไซม์ในข้าวมอลท์ แล้วยีสต์นำน้ำตาลนั้นไปหมักเป็นแอลกอฮอล์ จากนั้นจึงจะหมักต่อไปเป็นกรดแอซีติกอีกต่อหนึ่ง โดยใช้แบคทีเรียในกลุ่ม Acetic Acid Bacteria

2.2.3.4 Whey Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตนม หรือที่เรียกว่า “เวย์” ที่ถูกทำให้เข้มข้นแล้วในน้ำทิ้งจากโรงงานนมนี้มักมีน้ำตาลแลคโตสเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น ในการหมักแอลกอฮอล์ในช่วงแรกจึงจำเป็นต้องใช้เชื้อยีสต์ที่สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสได้ เช่น *Kleyveromyces* อย่างไรก็ตามเชื้อ *Acetobacter* ก็มีคุณสมบัติใช้น้ำตาลแลคโตสได้เช่นกัน

2.2.3.5 Rice Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากข้าว กรรมวิธีในการผลิตเช่นเดียวกับน้ำส้มสายชูที่ทำจากข้าวมอลท์

2.2.3.6 Wine Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่ทำจากองุ่น กรรมวิธีการผลิตเช่นเดียวกับน้ำส้มสายชูที่หมักจากน้ำแอปเปิ้ล

2.2.3.7 Fruit Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากผลไม้ต่าง ๆ เช่น อินทผลัม ส้ม และกล้วย

2.2.3.8 Sugar Vinegar เป็นการนำน้ำเชื่อมหรือกากน้ำตาลมาหมักให้เป็นแอลกอฮอล์และหมักต่อให้เกิดกรด

2.2.3.9 Glucose Vinegar เป็นการหมักสารสะลายกลูโคสให้เป็นแอลกอฮอล์และเป็นกรดแอซีติกในที่สุด โดยองค์ประกอบของน้ำส้มสายชูชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบของน้ำส้มสายชูชนิดต่าง ๆ

	Rice Vinegar	Alcohol Slop Vinegar	Apple Vinegar	Malt Vinegar	Grape Vinegar	Alcohol Vinegar	Lemon Vinegar
Specific Gravity	1.018	1.016	1.021	1.024	1.020	1.012	1.033
Total Acidity (%)	4.510	4.520	5.040	5.060	5.030	4.210	5.830
Volatile Acid (%)	4.290	4.374	4.914	4.938	4.866	4.170	1.096
Non Volatile Acid (%)	0.330	0.204	0.141	0.183	0.205	0.060	5.050
Total Nitrogen (%)	0.025	0.020	0.010	0.021	0.014	0.009	-
Amino Nitrogen (%)	0.016	0.013	0.005	0.006	0.011	0.005	-
Total Sugar (%)	1.808	1.269	2.888	3.369	3.231	0.295	2.909
Reducing Sugar (%)	1.770	1.265	2.865	2.812	3.124	0.278	2.847

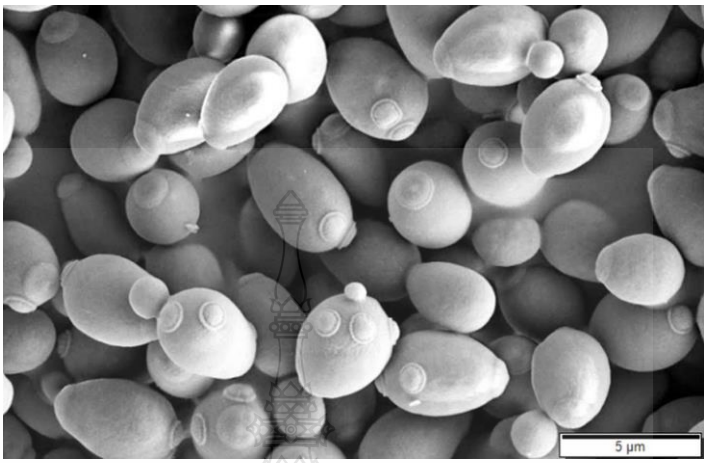
ที่มา : [13]

2.2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตน้ำส้มสายชู [16]

ในการผลิตน้ำส้มสายชู ถ้าใช้วัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ที่ไม่ใช้แอลกอฮอล์จะต้องมีการนำวัตถุดิบมาหมักให้ได้แอลกอฮอล์ก่อนด้วยเชื้อยีสต์ จากนั้นจึงจะนำเอาแอลกอฮอล์ที่ได้มาใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดแอซีติกอีกต่อหนึ่ง โดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดแอซีติกได้ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตกรดแอซีติก จึงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.2.4.1 ยีสต์ (Yeast) ที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดแอซีติก เป็นเชื้อชนิดเดียวกับที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักด้วยแบคทีเรียอีกต่อหนึ่ง ในปัจจุบันได้มีการคัดเลือกยีสต์สำหรับผลิตแอลกอฮอล์เพื่อนำไปผลิตกรดแอซีติกโดยตรง เช่น การผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์ (Wine Vinegar) ยีสต์ที่ใช้คือ *Saccharomyces ellipsoideus* มาหมักที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสจะได้น้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นและรสที่ดี นอกจากนี้ยังมียีสต์ในสกุล *Saccharomyces* อีกหลายสายพันธุ์ ได้แก่ *S. diastaticus* และ *S. carlsbergensis* เป็นต้น ส่วน *S. cerevisiae* เป็น Eukaryotic Cell เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-5 ไมโครเมตร ยาว 5-30 ไมโครเมตร เซลล์มีรูปร่างกลม หรือ รี อาจมีรูปร่างเป็น

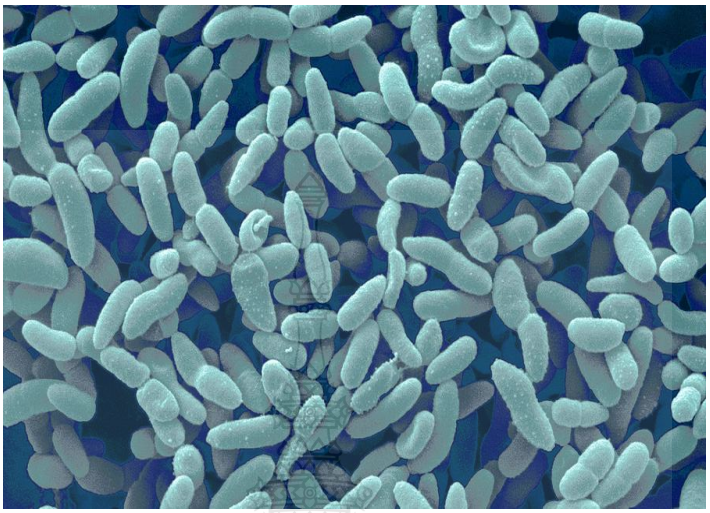
รูปถั่ว รูปเลมอน ลักษณะเด่น เป็นเซลล์เดียว และมีการแตกหน่อ (Budding) นิยมใช้ยีสต์ชนิดนี้ในการหมักน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สัณฐานวิทยาของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*
ที่มา : [28]

2.2.4.2 แบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดแอซีติก (Acetic Acid Bacteria) มีลักษณะเซลล์กลม รี จนถึงรูปร่างเป็นท่อน การเรียงตัวของเซลล์มีหลายลักษณะ อาจพบเซลล์อยู่เดี่ยว ๆ เป็นคู่ เรียงตัวเป็นสายยาวหรือเป็นสายสั้น ๆ แตกต่างกันตามชนิด (Species) ไม่พบเอนโดสปอร์ (Endospore) เซลล์ติดสีแกรมลบ (Gram Negative) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 เมื่อเซลล์อายุมากขึ้นอาจพบ Gram Variable บ้าง ลักษณะสำคัญที่สุด คือ ต้องการออกซิเจนเป็นอย่างยิ่งในการออกซิไดส์เอทานอลให้เป็นกรดแอซีติก และสามารถเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีกรดแอซีติกร้อยละ 2-11 [29] แบคทีเรียกรดแอซีติกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ *Acetobacter* และ *Gluconobacter* ซึ่งแต่เดิมเรียกว่า *Acotomonas* [30] แบคทีเรียทั้ง 2 สกุลนี้มีคุณสมบัติเหมือนกันหลายประการและมักพบอยู่ปะปนกันในถังหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติ แต่แบคทีเรียสกุล *Gluconobacter* เจริญในสับสเตรท (Substrate) ที่มีเอทานอลได้น้อยและประสิทธิภาพในการออกซิไดส์เอทานอลเป็นกรดแอซีติกค่อนข้างต่ำ [31] ดังนั้น ในการผลิตน้ำส้มสายชูจึงมักใช้แบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* เป็นส่วนมาก แต่ละสายพันธุ์ก็มีประสิทธิภาพในการออกซิไดส์เอทานอลเป็นกรดแอซีติกต่างกัน ซึ่งในการผลิตน้ำส้มสายชูจะเลือกใช้เฉพาะสายพันธุ์ที่ให้กรดแอซีติกสูงกว่า 4 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรเท่านั้น และเรียกแบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูนี้ว่าเชื้อน้ำส้มสายชูโดย *Acetobacter* มีความสำคัญในอุตสาหกรรมผลิตน้ำส้มสายชู จึงได้ชื่อว่าแบคทีเรียกรดแอซีติก (Acetic Acid Bacteria) เช่น *A. aceti* โดยทำให้เกิดกรดแอซีติกได้ภายหลังจากได้

แอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการหมักโดยยีสต์แล้ว แบคทีเรียตัวนี้จะออกซิไดส์แอลกอฮอล์ต่อจนได้กรดแอซีติก และกระบวนการนี้จะเกิดได้ต้องอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนเท่านั้น [32]



รูปที่ 2.6 สัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti*
ที่มา : [33]

1) คุณสมบัติของ *Acetobacter* sp. ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำส้มสายชูจะต้องมีลักษณะ ดังนี้ สามารถทนต่อกรดแอซีติกที่มีความเข้มข้นสูง ทนต่อความเข้มข้นของสารละลายโดยรวม (Total Concentration) ต้องการสารอาหารปริมาณน้อยและไม่เกิดปฏิกิริยาการออกซิไดซ์กรดแอซีติกไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (Overoxidation) [34]

2) คุณสมบัติทั่วไปของ *Acetobacter* sp. ซึ่งเซลล์ของ *Acetobacter* sp. มีหลายลักษณะ (Pleomorphic) ปกติพบรูปร่างค่อนข้างรี จนกระทั่งเป็นท่อนชัดเจน ขนาดกว้างประมาณ 0.6-0.8 ไมครอน ยาวประมาณ 1.0-3.0 ไมครอน อาจพบเซลล์เดี่ยว ๆ จับเป็นคู่หรือต่อกันเป็นลูกโซ่ บางครั้งพบเซลล์ที่มีรูปร่างแปลกไปจากที่กล่าวมาแล้ว เช่น รูปร่างกลม ยืดยาวออก บวมหรือรูปกระบอง บางชนิดมีแฟลกเจลลา (Flagella) แบบรอบเซลล์ (Peritrichous) ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ [30] นอกจากนั้นมีรายงานว่าเซลล์ที่มีอายุน้อยของ *Acetobacter peroxydans* สามารถเคลื่อนที่ได้แต่ไม่พบการเคลื่อนที่เมื่อเซลล์มีอายุมาก แสดงว่าอายุของเซลล์มีผลต่อการเคลื่อนที่และการสร้างแฟลกเจลลา ส่วน *Acetobacter* sp. บางชนิดไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น *Acetobacter xylinum* [35]

เมื่อย้อมสีพบว่าเซลล์ของ *Acetobacter* sp. ในระยะแรกของการเจริญติดสีแกรมลบ (Gram Negative) เมื่ออายุมากขึ้นเซลล์จะติดสี Gram Variable ไม่พบการสร้างสปอร์ภายในเซลล์ (Endospore) ส่วนมากไม่สร้างรงควัตถุ แต่เมื่อเซลล์อยู่รวมกันมาก ๆ อาจมีสีชมพูเนื่องจากอิทธิพลของพอร์ไฟรินส์ (Porphyrins) และบางสายพันธุ์สามารถสร้างรงควัตถุสีน้ำตาล [30]

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของ *Acetobacter* sp. จะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่งเชื้อส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 15-34 องศาเซลเซียส และ *Acetobacter* sp. จะชอบพีเอชที่ค่อนข้างต่ำ โดยพบว่า เชื้อเจริญได้ที่พีเอช 4.0-4.5 และเจริญได้ดีที่พีเอช 5.4-6.3 ในระดับพีเอช 7-8 จะเจริญได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น [30]

ในช่วงการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก (ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น) นี้ไม่ขึ้นกับการเพิ่มจำนวนเซลล์ (Cell Multiplication) ของเชื้อ *Acetobacter* sp. กล่าวคือหลังจากเซลล์หยุดการเจริญเติบโตแล้ว เซลล์จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จนกระทั่งความเข้มข้นของกรดแอซีติกสูงสุดแล้ว เซลล์จะตายอย่างรวดเร็วและจะทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหยุดลงทันทีเช่นเดียวกัน [16] ซึ่งคุณสมบัติที่จำแนกแบคทีเรียสกุล *Acetobacter* sp. สายพันธุ์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติที่จำแนกแบคทีเรียสกุล *Acetobacter* sp. สายพันธุ์ต่าง ๆ

	Bacteria				
	A. aceti	*A. xylinum*	*A. mesoxydans*	*A. lovaniense*	*A. rancens*
Overoxidation of Ethanol	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+
Growth in Hoyer's Medium	+	-	-	+	-
Acid from Glucose	+	+	+	+	+
Dihydroxyacetone from Glycerol	+	+	+	-	-
Production of Cellulose	-	+	-	-	-
Brown Pigment	-	-	-	-	-

ที่มา : [30]

2.2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำส้มสายชู

2.2.5.1 อุณหภูมิ ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ โดยทั่วไปจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูง แต่จะสูญเสียกิจกรรมในการผลิตกรดแอซีติกไปอย่างสมบูรณ์ จากการแยกเชื้อ *Acetobacter aceti* สายพันธุ์ 1023 พบว่า สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และมีประสิทธิภาพในการผลิตกรดแอซีติกได้ดี และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 38 องศาเซลเซียส จะสูญเสียกิจกรรมไปร้อยละ 55 ขณะที่ *Acetobacter aceti* สายพันธุ์เดิมจะสูญเสียกิจกรรมอย่างสมบูรณ์ที่ 35 องศาเซลเซียส [36] นอกจากนั้น มีการคัดเลือกเชื้อน้ำส้มสายชู 10 สายพันธุ์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตกรดแอซีติกได้ดี และนำมาทดสอบการเจริญที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า เชื้อส่วนมากสามารถเจริญและผลิตกรดแอซีติกได้ดีที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส แต่มีบางสายพันธุ์ที่ยังคงผลิตกรดแอซีติกได้ที่อุณหภูมิ 37-40 องศาเซลเซียส [37]

2.2.5.2 ความเป็นกรด-ด่าง แบคทีเรีย *Acetobacter* sp. เจริญเติบโตได้ดีที่พีเอชค่อนข้างต่ำ พบว่า เจริญเติบโตได้ที่ระดับพีเอช 4.0-4.5 และเจริญได้ดีที่สุดที่ระดับพีเอช 5.4-6.3 ส่วนที่ระดับพีเอช 7-8 จะเจริญเติบโตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น [30]

2.2.5.3 แหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญของเชื้อ *Acetobacter* sp. คือ เอทานอล กลีเซอรอล (Glycerol) และโซเดียมแลกเทต (Na-DL-Lactate) ตามลำดับ แต่ในสภาวะที่มีเอทานอลเพิ่มขึ้นร้อยละ 1, 2, 5 และ 10 พบว่า การเจริญของเชื้อ *Acetobacter* sp. เป็นร้อยละ 87, 82, 58 และ 13 ตามลำดับ [30] และจากการศึกษา พบว่า เอทานอลมีผลยับยั้งการออกซิไดส์แอซีเทตให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยเซลล์ (Resting Cells) ของ *Acetobacter aceti* แต่ไม่สามารถยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ และพบว่า *Acetobacter aceti* ใช้กลูโคสได้อย่างสมบูรณ์โดยร้อยละ 80 ของกลูโคสจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคเนต (Gluconate) และเพียงร้อยละ 20 ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานตามวิถีเฮกโซไคเนส (Hexokinase Pathway) ในวัฏจักรเฮกโซสมอนอฟอสเฟต ส่วนน้ำตาลอื่น ๆ เช่น กาแลกโทส ไซโลส อะราบิโนส และไรโบส จะถูกออกซิไดส์เป็นกรดที่เกี่ยวข้องได้ แต่น้ำตาลเหล่านี้เป็นแหล่งคาร์บอนที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย [38]

2.2.5.4 ผลของออกซิเจน การหมักน้ำส้มสายชูนี้เป็นการหมักในสภาพที่ต้องการอากาศ ดังนั้น จำเป็นต้องมีการให้อากาศอย่างต่อเนื่อง ถ้าการให้อากาศเกิดขัดข้องในระหว่างการหมักจะเกิดผลกระทบต่อเชื้อ *Acetobacter* sp. โดยผลของการทำลายเซลล์ *Acetobacter* sp. ในระหว่างการขาดออกซิเจนยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ความเข้มข้นทั้งหมดของกรดแอซีติก แอลกอฮอล์ในน้ำหมัก และอัตราเร็วของการหมัก (Fermentation Rate) เป็นต้น [16] นอกจากนี้ ระยะเวลาที่ขาดออกซิเจนด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.6 แสดงผลของเซลล์ *Acetobacter* sp. ที่ถูกทำลายลงไปร้อยละ 10-100 พบว่า

ในน้ำหมักที่มีความเข้มข้นรวมของกรดแอซีติกและแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 5 และการให้อากาศหยุดชะงักไป 2-8 นาที จะส่งผลทำให้เซลล์ *Acetobacter* sp. ถูกทำลายมาก เช่นเดียวกับน้ำหมักที่มีความเข้มข้นรวมของกรดแอซีติกและแอลกอฮอล์เท่ากับ 11-12 เปอร์เซ็นต์ และการให้อากาศหยุดชะงักไป 15-60 วินาที [39]

ตารางที่ 2.6 ผลของการทำลายเซลล์ *Acetobacter* sp. จากการขาดออกซิเจนควบคู่กับปัจจัยต่าง ๆ ของการหมัก

Experiment No.	Acetic Acid (g/100 cm^3)	Alcohol (%)	Total acid Concentration (%)	Efficiency at Beginning of Interruption (g/100 ml./24 hr.)	Duration of Interruption (Sec.)	Degree of Damage of *Acetobacter* (%)
1	2.51	2.29	4.80	1.10	120	34.00
2	2.42	2.29	4.71	1.38	300	42.50
3	3.16	1.71	4.87	6.03	480	99.50
4	7.90	3.80	11.70	2.63	15	10.80
5	8.05	3.70	11.75	5.25	30	74.80
6	8.05	3.30	11.35	4.47	60	99.90

ที่มา : [39]

2.2.5.5 ผลของแอลกอฮอล์ แบคทีเรีย *Acetobacter* sp. จะถูกทำลายลงเมื่อการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จนกระทั่งปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักถูกเปลี่ยนไปจนหมด และในขณะเดียวกันมีการเติมอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อใหม่ที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบลงไปในน้ำหมักนั้นช้าเกินไปจะมีผลทำลายเซลล์ของ *Acetobacter* sp. โดยเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของกรดแอซีติกและแอลกอฮอล์ทั้งหมดที่มีในน้ำหมัก และระยะเวลาที่ขาดแอลกอฮอล์โดยมีผลเหมือนกับการขาดออกซิเจน [16]

2.2.6 ปฏิกิริยาการหมักน้ำส้มสายชู [16]

การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก โดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม Acetic Acid Bacteria ทำการหมักในสภาพที่มีอากาศ หลังจากการหมักแอลกอฮอล์สิ้นสุดลงแล้ว น้ำใสจะถูกแยกออกจากตะกอน น้ำไวน์ที่พร้อมจะเข้าสู่ขบวนการทำน้ำส้มนี้ เรียกว่า “Vinegar Stock” ถ้าหากไม่นำไปใช้เลยทันที จะต้องเก็บน้ำไวน์นี้ภายใต้สภาพปลอดอากาศ เพื่อป้องกันแอลกอฮอล์ระเหยและถูกใช้ไปโดยออกซิเดทีฟยีสต์ (Oxidative Yeast) และทั้งยังเป็นที่ดึงดูดของแมลงอีกด้วย ดังนั้น

ควรเก็บไว้ให้เต็มในถังปิดเพื่อป้องกันอากาศเข้า และควรทำให้เป็นกรด โดยการเติมน้ำส้มสายชูอย่างเข้มข้นลงไปเพิ่มความเป็นกรดให้ได้ร้อยละ 2 เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ เช่น แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำไวน์นี้ไม่ควรมากเกินไป มิฉะนั้นเชื้อน้ำส้มสายชูจะขึ้นได้ไม่ดี โดยส่วนมากจะเจือจางให้มีแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 10 การเกิดกรดน้ำส้มสายชูเป็นปฏิกิริยาแบบ Aerobic คือ ต้องใช้ออกซิเจนในการเกิดปฏิกิริยาและมีการระบายความร้อนออกมาด้วย ดังนั้น จะต้องมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนและการระบายความร้อนให้พอเพียง โดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม Acetic Acid Bacteria ทำการหมักในสภาพมีอากาศ สำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.6.1 ขั้นตอนที่ 1 การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นแอซีทัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) โดยอาศัยเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (Alcohol Dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนี้

$$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3CHO + H_2O$$

เอทานอล เอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส แอซีทัลดีไฮด์

2.2.6.2 ขั้นตอนที่ 2 การเปลี่ยนแอซีทัลดีไฮด์ให้เป็นไฮเดรตแอซีทัลดีไฮด์ (Hydrate-Acetaldehyde) โดยอาศัยเอนไซม์แอซีทัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส (Acetaldehyde Dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนี้

$$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3 - C - OH \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$$

แอซีทัลดีไฮด์ เอนไซม์แอซีทัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส ไฮเดรตแอซีทัลดีไฮด์

2.2.6.3 ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนการสร้างกรดแอซีติก โดยเกิดปฏิกิริยาการส่งโปรตอน 2 ตัว ของไฮเดรต แอซีทัลดีไฮด์ ไปยังอะตอมของออกซิเจนจนเกิดกรดแอซีติกออกมา โดยอาศัยเอนไซม์ แอลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส (Aldehyde Dedehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนี้

$$CH_3 - C - OH + O \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

ไฮเดรต แอซีทัลดีไฮด์ เอนไซม์แอลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส กรดแอซีติก

นอกจากนี้ อาจเกิดโดยอาศัยปฏิกิริยาการรวมตัวของแอซีทัลดีไฮด์ 2 โมเลกุล เรียกว่า “Cannizzaro Reaction” ดังนี้ ขั้นตอนนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการควบคุมปริมาณอากาศต้องเพียงพอต่อความต้องการของแบคทีเรีย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการให้อากาศอย่างต่อเนื่อง เพราะหากขาดอากาศในระหว่างการหมักจะมีผลทำให้แบคทีเรีย *Acetobacter* ถูกทำลายอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก ออกซิเจนจะเป็นตัวการสำคัญที่จะทำให้เกิดการสะสมสารให้พลังงานแก่เซลล์ (ATP) โดยจะมีการสะสมในระหว่าง

ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ดังนั้น หากขาดออกซิเจนหรืออากาศก็จะทำให้พลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการของแบคทีเรีย และจะทำให้แบคทีเรียตายในที่สุด [16]

$$CH_3CHO + CH_3CHO \longrightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$$

แอซีทัลดีไฮด์ กรดแอซีติก แอลกอฮอล์

2.2.7 วิธีการผลิตน้ำส้มสายชู

การหมักน้ำส้มสายชูสามารถแบ่งเป็น 3 กรรมวิธี ดังนี้

2.2.7.1 กรรมวิธีการหมักแบบพื้นผิวหน้า (Surface Culture) เป็นการหมักแบบช้า (Slow Process) ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยการตั้งไวน์ทิ้งไว้ในภาชนะเปิดแล้วปล่อยทิ้งไว้ เชื้อน้ำส้มสายชูจะเจริญเป็นแผ่นฝ้าอยู่ที่ผิวหน้า ซึ่งจะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้กลายเป็นน้ำส้มสายชู กระบวนการผลิตเป็นแบบเบ็ดเสร็จ วิธีนี้ต้องใช้เวลานานและมีประสิทธิภาพต่ำ การหมักวิธีนี้มักเกิดไม่สมบูรณ์ซึ่งพบว่ามีเอทานอลเหลืออยู่ในน้ำส้มสายชูที่ได้ [40]

2.2.7.2 กรรมวิธีการหมักแบบเร็ว (Quick Process) จะมีการเพิ่มพื้นที่ผิวของแผ่นฝ้าของเชื้อน้ำส้มสายชูและปรับปรุงระบบการให้อากาศ ถังหมักที่ใช้ เรียกว่า “เจนเนอเรเตอร์” (Generator) ภายในบรรจุวัสดุตัวกลาง (Packing) เพื่อให้เชื้อเกาะแล้วค่อย ๆ ให้สารละลายแอลกอฮอล์ไหลผ่านวัสดุตัวกลางอย่างช้า ๆ จากส่วนบนลงสู่ส่วนล่างในขณะที่การพ่นอากาศจะทำจากด้านล่างขึ้นไปทางด้านบนในอัตราการให้อากาศ 0.8-0.9 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อวัสดุตัวกลาง 1 ลูกบาศก์เมตร หากการให้อากาศมากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียแอลกอฮอล์และกรดแอซีติกได้ [41] เชื้อน้ำส้มสายชูจะเจริญอย่างรวดเร็วและออกซิไดส์แอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติก [17] เนื่องจากการหมักด้วยเจนเนอเรเตอร์นี้เป็นระบบปิดความร้อนจึงสะสมอยู่ภายในถังหมัก จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของถังหมักไม่ให้สูงเกินไป [22] ในวิธีการนี้ยังพบปัญหาของการอุดตันของวัสดุตัวกลางมักพบในถังหมักที่มีปริมาณกรดต่ำกว่าร้อยละ 10 [41] จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหมักเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.7.3 กรรมวิธีการหมักแบบอาหารเหลว (Submerged Process) วิธีนี้ไม่ต้องใช้วัสดุตัวกลางแต่เชื้อจะอยู่ในสารละลายแอลกอฮอล์โดยตรง การให้อากาศจะให้ในลักษณะของฟองอากาศ โดยมีใบพัดปั่นกวนให้เชื้อและฟองอากาศกระจายทั่วทั้งถังหมัก จากการศึกษา พบว่าเมื่อทำการลดขนาดของฟองอากาศจะให้ผลดีกว่าการเพิ่มปริมาณอากาศ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณอากาศมีผลทำให้มีการสูญเสียแอลกอฮอล์และกรดแอซีติกมากขึ้น [42] ถังหมักที่นิยม คือ ถังหมักแบบแอซีเตเตอร์ (Acetator) ทำด้วยเหล็กสแตนเลสมีขนาดตั้งแต่ 750-12,000 ลิตร มีระบบการให้อากาศที่มีประสิทธิภาพสูงมีระบบกวน (Agitator) อยู่ที่ก้นถังมีระบบทำความเย็นโดยจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่

ประมาณ 30 องศาเซลเซียส แต่จะมีปัญหาการเกิดฟองแก้ไขโดยใช้สารทำลายฟองบางชนิด เช่น ซิลิโคน (Silicone) โดยการผลิตจะควบคุมการหมักแบบกึ่งต่อเนื่องโดยจะสิ้นสุดการหมักเมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในสารละลายเหลืออยู่ร้อยละ 0.1-0.3 โดยจะมีเครื่องตรวจเตือนเป็นระบบอัตโนมัติโดยสามารถผลิตน้ำส้มสายชูได้ปริมาณกรดแอซีติกร้อยละ 12 โดยใช้เวลาเพียง 35 ชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการหมักอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วซึ่งในวิธีการนี้จะควบคุมง่ายใช้แรงงานคน และพื้นที่น้อย ทำให้เหมาะสมต่อการทำในระดับอุตสาหกรรมแต่มีต้นทุนการผลิตสูง ต้องใช้พลังงานมาก และเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียจะแขวนลอยในน้ำหมักจึงยุ่งยากในขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์สำหรับโรงงานผลิตน้ำส้มสายชูบางแห่งในประเทศไทย ทางบริษัทที่จำหน่ายถังหมักจะจำหน่ายเชื้อน้ำส้มสายชูสายพันธุ์ที่ไม่เจริญบนอาหารแข็งธรรมดา และสารอาหารที่เรียกว่าแอซีโตไซม์ (Acetozyme) โดยนำมาผสมกับสารละลายเอทานอลเป็นวัตถุดิบโดยไม่มีการเปิดเผยส่วนประกอบ ทำให้ต้องมีการสำรองกล้าเชื้อไว้เพื่อเหตุขัดข้องซึ่งทำให้มีความยุ่งยากในการผลิต [22]

2.2.8 เครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูหมัก

เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้ น้ำผลไม้และน้ำผึ้ง มีรสออกเปรี้ยวหวานเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของน้ำผึ้ง และมีกลิ่นรสเฉพาะของน้ำส้มสายชูหมักและน้ำผลไม้ที่นำมาเป็นส่วนประกอบหลัก เครื่องดื่มนี้จะไม่แต่งกลิ่น ไม่แต่งสี และไม่ใส่วัตถุกันเสีย เป็นเครื่องดื่มที่ดื่มแล้วจะรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ให้ความสดชื่น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ [43] เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำส้มสายชูหมักสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทย่อย ได้แก่ Shrub Switchet และ Oxymet

2.2.8.1 Shrub คือ เครื่องดื่มที่มีการผสมกันระหว่างน้ำส้มสายชูหมัก น้ำเชื่อมจากผลไม้และผลไม้สด

2.2.8.2 Switchet คือ เครื่องดื่มที่มีการผสมกันระหว่างน้ำส้มสายชูหมักน้ำเปล่าและขิง

2.2.8.3 Oxymet คือ เครื่องดื่มที่มีการผสมกันระหว่างน้ำส้มสายชูหมักน้ำผึ้งและสมุนไพร [44]

2.2.9 แนวโน้มทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

แนวโน้มตลาดเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ Non-Alcohol เติบโตสวนกระแส ในขณะที่ประเทศไทย ภาพรวมตลาดเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (Non-alcoholic Beverages) ในประเทศปี 2564 เติบโตอยู่ที่ประมาณ 1.97-1.99 แสนล้านบาท หรือเติบโตจากปี 2563 ประมาณร้อยละ 0.5-1.5 โดยเฉพาะสินค้าเครื่องดื่มเฉพาะกลุ่มและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ มีส่วนผลักดันตลาดเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ให้เติบโตขึ้นแม้ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด -19 เมื่อได้รับการตอบรับจาก

ตลาดมากขึ้น รัฐบาลไทยจึงมีนโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมนี้ ทำให้ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มไร้แอลกอฮอล์ในประเทศไทย มีหลากหลายประเภท และมีจำนวนผู้ประกอบการมากมาย ซึ่งมีโครงสร้างอุตสาหกรรมแตกต่างกันในแต่ละประเภท ส่งผลให้การส่งออกเครื่องดื่มของไทยส่วนใหญ่เป็นเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เครื่องดื่ม Non–Alcohol ไม่จำกัดเพียงเครื่องดื่มที่ไม่มีปริมาณแอลกอฮอล์ผสมอยู่ แต่มีในปริมาณที่ต่ำ จนกฎหมายอนุญาตให้ใช้คำว่าไร้แอลกอฮอล์ในการเรียกผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งในประเทศไทยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนดให้มีปริมาณแอลกอฮอล์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 0.5 [45]

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องดื่ม (Beverages)

2.3.1 คำจำกัดความของเครื่องดื่ม [46]

เครื่องดื่ม หมายถึง ของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับใช้ในการดับความกระหายหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ โดยปกติแล้วการดับความกระหายเป็นหน้าที่และวัตถุประสงค์หลักของเครื่องดื่ม ตัวอย่างของเครื่องดื่มในที่ใช้ในการดับกระหาย ได้แก่ น้ำ น้ำแร่ และน้ำโซดา สำหรับในวัตถุประสงค์อื่น ๆ ของการดื่มนอกเหนือการดับความกระหาย ได้แก่ การดื่มเพื่อความสดชื่น การดื่มเพื่อให้มีสุขภาพดี การดื่มเพื่อทดแทนการสูญเสียเกลือแร่ หรือการดื่มเพื่อความบันเทิงและความพึงพอใจสำหรับตัวอย่างของเครื่องดื่มในกลุ่มนี้ เช่น กาแฟ ชา น้ำอัดลม น้ำนม น้ำเกลือแร่ น้ำผลไม้ น้ำสมุนไพร และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทต่าง ๆ

2.3.2 การแบ่งประเภทของเครื่องดื่ม [46]

เครื่องดื่มที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้มีมากมายหลายชนิดด้วยกัน ทั้งที่มีกลิ่นรสองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันออกไป นอกจากนั้นแล้วยังมีวิธีการดื่มที่แตกต่างกัน เช่น ดื่มในขณะร้อน ดื่มในขณะเย็น หรือการผสมเครื่องดื่มในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของเครื่องดื่มออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (Non-Alcoholic Beverage) หรือเรียกได้อีกอย่างว่าซอฟต์ดริ๊ง (Soft Drinks) เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (Alcoholic Beverage) หรือเรียกได้อีกอย่างว่า ฮาร์ดดริ๊ง (Hard Drink) ซึ่งเครื่องดื่มแต่ละประเภทจะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามองค์ประกอบ คือ ประเภทที่ไม่มีกาเฟอีน และประเภทที่มีกาเฟอีน ซึ่งทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกันออกไปดังนี้

1) เครื่องดื่มประเภทที่ไม่มีกาเฟอีน นิยมใช้ดื่มเพื่อดับความกระหายน้ำเป็นหลัก ตัวอย่างของเครื่องดื่มนี้ ได้แก่ น้ำ น้ำแร่ หรือน้ำโซดา นอกจากนั้นแล้วเครื่องดื่มประเภทนี้ยังรวมเครื่องดื่มใช้ดื่มเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น ต้องการมีสุขภาพดี ต้องการทดแทนการสูญเสียเกลือแร่ หรือเพื่อทำให้เกิดความบันเทิงและความพึงพอใจเป็นวัตถุประสงค์หลัก โดยมีความต้องการในการ

ดับความกระหายน้ำเป็นวัตถุประสงค์รอง ตัวอย่างของเครื่องดื่มที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น น้ำอัดลม น้ำนม น้ำเกลือแร่ น้ำผลไม้ และน้ำสมุนไพร ซึ่งเครื่องดื่มในกลุ่มนี้จะมีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 4 ชนิด และองค์ประกอบอื่น ๆ อีก 4 ชนิดด้วยกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) น้ำ เป็นองค์ประกอบหลักในซอฟต์ดริ๊งทุกประเภทในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป เช่น น้ำอัดลมจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 86 หรือน้ำผลไม้จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90

(2) สารให้ความหวาน เป็นองค์ประกอบที่มักพบในซอฟต์ดริ๊งทั่วไป ยกเว้นในน้ำแร่ น้ำโซดา และน้ำเปล่าโดยปกติแล้วนิยมใช้น้ำตาลกลูโคส (Glucose) และฟรักโทส (Fructose) เป็นสารให้ความหวานทั้งรูปของเกล็ดน้ำตาลและน้ำเชื่อมกลูโคส สามารถผลิตได้จากพืชหลายชนิดด้วยกัน เช่น อ้อย พืชหัว ข้าวโพด และข้าวสาลี แป้งจะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยกรดหรือเอนไซม์สำหรับในการผลิตฟรักโทสนั้น นิยมทำโดยการเปลี่ยนกลูโคสที่ได้จากแป้งข้าวโพด (Glucose Corn Syrup) ไปเป็น High Fructose Corn Syrup (HFCS) โดยเอนไซม์หรือกรดซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ HFCS เป็นสารให้ความหวานที่ใช้ในเครื่องดื่มกว่าร้อยละ 55 ของสารให้ความหวานอื่น ๆ แต่ในสหราชอาณาจักรและยุโรป HCFC ยังไม่แพร่หลายนัก

(3) กรด เป็นองค์ประกอบหลักอีกชนิดหนึ่งที่มักพบในซอฟต์ดริ๊ง โดยทั่วไปยกเว้นในน้ำเปล่า น้ำแร่ น้ำนม และน้ำสมุนไพรบางชนิด หน้าที่ของกรดในเครื่องดื่มคือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด และกรดยังทำหน้าที่ในการปรุงแต่งรสชาติของเครื่องดื่มให้ชวนดื่มยิ่งขึ้น ชนิดของกรดที่นิยมใช้ในเครื่องดื่ม ได้แก่ กรดซิตริก (Citric Acid) กรดมาลิก (Malic Acid) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) นอกจากนั้นยังมีการใช้กรดแลคติก (Lactic Acid) และกรดทาร์ทาริก (Tartaric Acid) ในเครื่องดื่มเช่นกัน

(4) สารให้กลิ่นรส เป็นอีกหนึ่งในองค์ประกอบหลักที่มักพบในเครื่องดื่มโดยทั่วไป (ยกเว้นในน้ำเปล่าและน้ำแร่) สารให้กลิ่นรสที่ใช้ในเครื่องดื่มนั้นมีทั้งที่เป็นสารสกัดจากธรรมชาติและเป็นสารสังเคราะห์

(5) องค์ประกอบอื่น ๆ

เนื้อหรือน้ำผลไม้ เป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สามารถพบได้ในเครื่องดื่มประเภทซอฟต์ดริ๊ง การมีเนื้อหรือน้ำผลไม้ในเครื่องดื่มจะช่วยให้ผู้ดื่มได้รับรสชาติและเนื้อสัมผัสได้ดียิ่งขึ้นในผลไม้บางชนิด เช่น ส้มมีการนำน้ำมันในเปลือกหรือนำเปลือกส้มไปบดและผสมในน้ำผลไม้เพื่อให้ได้กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ดี

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่พบได้ในเครื่องดื่มที่มีรสซ่า (Fizzy, Sparkling) วิธีการผสมคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มนั้นจะต้องทำภายใต้

สภาวะที่มีความดันสูง สำหรับปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่มโดยส่วนใหญ่แล้วในน้ำผลไม้ น้ำมะนาว และน้ำอัดลม จะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ปานกลาง แต่ในกลุ่มของน้ำโซดา (Soda Water หรือ Carbonate Water) ที่ใช้สำหรับผสมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นจะมีคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ในปริมาณสูง

วัตถุกันเสีย (Preservatives) ซอฟต์ดริ๊งบางชนิดมีการเติมวัตถุกันเสีย แต่ในบางชนิดไม่มีการเติมสารกันบูด ซึ่งผู้บริโภคสามารถสังเกตได้ที่ฉลากระบุไว้ข้างภาชนะบรรจุ หน้าที่ของวัตถุกันเสีย คือ ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์สามารถเจริญในซอฟต์ดริ๊งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มได้นานขึ้น

สี (Colours) เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลให้เครื่องดื่มมีความน่าสนใจและน่าบริโภคมากขึ้นสำหรับสีที่ใช้ในเครื่องดื่มนั้น มีทั้งสีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ในการผสมในอาหาร สำหรับตัวอย่างสีจากธรรมชาติ เช่น สีส้มจากบีตาแคโรทีน (Betacarotene) ที่พบในแครอต หรือผักผลไม้ที่มีสีส้ม

1) เครื่องดื่มประเภทที่ไม่มีกาเฟอีนสามารถแจกแจงออกเป็นเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ได้ ดังนี้

(1) น้ำเปล่า (Water) คือ น้ำที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตทำให้สะอาดไม่มีสิ่งที่เป็นอันตรายเจือปนเหมาะสำหรับการดื่มเพื่อดับกระหาย และเป็นส่วนสำคัญในการดำรงชีวิต

(2) น้ำแร่ธรรมชาติ (Natural Mineral Water) คือ น้ำตามธรรมชาติที่ได้จากแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีแร่ธาตุผสมอยู่เป็นคุณสมบัติของแหล่งน้ำนั้น ๆ น้ำแร่เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากธรรมชาติที่มีเกลือแร่ต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสามารถดื่มได้ทั้งเย็นและตามอุณหภูมิห้อง

(3) น้ำผลไม้สด (Fresh Fruit Juice) คือ น้ำที่ได้มาจากการนำผลไม้ที่ต้องการทำมาคั้นเพื่อนำน้ำผลไม้ที่ได้มาใช้ในการบริโภคโดยไม่มีการปรุงแต่ง น้ำผลไม้สดนี้จัดเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อร่างกายนอกจากสามารถดับกระหายแล้ว ยังทำให้ร่างกายได้รับสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายที่อยู่ในผลไม้แต่ละชนิด

(4) น้ำผลไม้เข้มข้น (Fruit Squash) คือ น้ำผลไม้จากผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีการปรุงแต่งรสชาติ เช่น เติมน้ำตาล หรือน้ำเชื่อม เพื่อให้มีความเข้มข้นมากขึ้น นอกจากนั้นอาจจะมีการปรุงแต่งสีกลิ่นและรสเพิ่มเติม

(5) น้ำเชื่อมผลไม้เทียม (Cordial) คือ น้ำเชื่อมผลไม้ที่มีการเติมแต่งสีกลิ่น รสของผลไม้เทียม ที่ได้จากการสังเคราะห์กระบวนการทางเคมีลงในน้ำเชื่อมตัวอย่าง เช่น น้ำเชื่อมรสมะนาว (Lime Cordial) น้ำเชื่อมรสทับทิม (Grenadine Syrup) และน้ำเชื่อมรสผลไม้ต่าง ๆ

(6) น้ำผัก (Vegetable Juice) คือ น้ำที่ได้มาจากการนำผักที่ต้องการมาผ่านกระบวนการคั้นหรือปั่นละเอียด แล้วจึงกรองเอาแต่น้ำมาทำเป็นเครื่องดื่ม น้ำผักจัดเป็นเครื่องดื่มที่ดีและมีประโยชน์ต่อร่างกายประเภทหนึ่ง เพราะร่างกายจะได้รับสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เครื่องดื่มประเภทนี้สามารถดื่มได้ทั้งเย็นและตามอุณหภูมิห้อง ปัจจุบันมีการนำน้ำผักมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษาและบรรจุในภาชนะต่าง ๆ ลักษณะเดียวกันกับน้ำผลไม้กล่องหรือน้ำผลไม้กระป๋อง

(7) น้ำสมุนไพร (Herbal Juice) คือ เครื่องดื่มที่ได้จากการนำสมุนไพรมาทำเป็นเครื่องดื่มทำโดยการบดสมุนไพรละเอียด กรอง หรือคั้นเฉพาะน้ำจากสมุนไพรนั้นมาปรุงแต่งรสชาติโดยการผสมกับน้ำเชื่อม เพื่อให้ง่ายต่อการดื่มแต่ยังคงกลิ่น รส และคุณค่าทางสมุนไพร น้ำสมุนไพรนี้มีประโยชน์ต่อร่างกายนิยมใช้เป็นเครื่องดื่มสุขภาพ สามารถดื่มได้ทั้งแบบร้อนหรือเย็น ปัจจุบันมีทั้งแบบน้ำสมุนไพรสด กระป๋อง หรือเป็นผง

(8) น้ำโซดา (Soda Water) คือ น้ำบริสุทธิ์มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อทำให้ได้น้ำที่มีรสซ่าใช้ในการดื่มหรือผสมกับเครื่องดื่มอื่น ๆ เพื่อให้ได้รสซ่า

(9) น้ำอัดลม (Aerated Water) คือ เครื่องดื่มที่ได้จากการนำเอาน้ำโซดามาปรุงแต่ง สี กลิ่น และรสชาติตามต้องการ เช่น Coke Pepsi หรือ Seven up

(10) น้ำนม (Milk) คือ ของเหลวที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น วัว แกะ หรือแพะ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นน้ำนมสดและน้ำนมที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามวิธีการต่าง ๆ น้ำนมถูกจัดเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ แต่ในบางครั้งนักโภชนาการจัดน้ำนมเป็นอาหาร เนื่องจากน้ำนมเป็นของเหลวที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมากกว่าเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ

(11) เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา (Sports Drink) คือ เครื่องดื่มที่ถูกนำมาใช้เพื่อดับกระหายให้พลังงานและเกลือแร่กับร่างกายของนักกีฬาที่สูญเสียน้ำและเกลือแร่ไประหว่างการแข่งขันกีฬา เครื่องดื่มชนิดนี้ มีส่วนผสมของน้ำตาล เกลือแร่ และสารอาหารอื่น ๆ เนื่องจากมีการโฆษณาในลักษณะของการให้ทดแทนการสูญเสียเกลือแร่และการให้และคืนความสดชื่นให้กับผู้บริโภคจึงทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่าเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬานี้เป็นเครื่องดื่มประเภทเดียวกันกับเครื่องดื่มชูกำลังหรือเครื่องดื่มให้พลังงาน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันทั้งในส่วนประกอบและจุดประสงค์ สำหรับเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่เป็นที่รู้จักกันในประเทศไทย ได้แก่ สปอนเซอร์ และเกรเตอร์เรต

(12) เครื่องดื่มให้พลังงาน (Energy Drink) คือ เครื่องดื่มที่ถูกผลิตออกมาในครั้งแรกนั้นเพื่อช่วยในการฟื้นตัวและเพื่อสุขภาพของผู้ป่วยหรือผู้ป่วยหลังการผ่าตัด เครื่องดื่มให้พลังงานชนิดแรกที่ออกสู่ตลาด ได้แก่ Lucozade เป็นเครื่องดื่มที่ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศสหราชอาณาจักร และได้เปลี่ยนชื่อเป็น Glucozade ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดเครื่องดื่มประเภทนี้ออกสู่ตลาด สำหรับใน

ประเทศไทยมีการนำเครื่องดื่มประเภทนี้เข้ามาขายหลายชนิดด้วยกัน เช่น ลิโพวิตันดี กลูโคซานดี ฉลามกระทิงแดง M100 M150 และคาราบาวแดง

2) เครื่องดื่มประเภทที่มีกาเฟอีน เครื่องดื่มประเภทนี้จะมีกาเฟอีนผสมอยู่ ดังนั้น จึงมีฤทธิ์ในการกระตุ้นทำให้ผู้ดื่มรู้สึกตื่นตัว ไม่ง่วง นิยมใช้ดื่มเพื่อกระตุ้นร่างกายให้เกิดความสดชื่น เพื่อสร้างความพึงพอใจ และเพื่อการเข้าสังคม เครื่องดื่มประเภทนี้มีการดื่มทั้งแบบร้อนและเย็น รวมถึงมีการปรุงแต่งให้มีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปหลายรูปแบบด้วยกัน ตัวอย่างของเครื่องดื่มประเภทนี้ ได้แก่ ชา กาแฟ และโกโก้

2.3.2.2 เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามกระบวนการผลิต ได้แก่ ประเภทที่ได้จากการหมัก ประเภทที่ได้จากการกลั่น และประเภทที่ได้จากการหมัก-กลั่นและปรุงรส ซึ่งทั้ง 3 ประเภทมีความแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) ประเภทที่ได้จากการหมัก (Fermented Alcoholic Beverage) เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบวนการหมักเชื้อยีสต์กับวัตถุดิบโดยตรง และใช้เป็นเครื่องดื่มโดยไม่มีกระบวนการกลั่นเพื่อแยกเอาแอลกอฮอล์ออก เครื่องดื่มประเภทนี้สามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ได้แก่

(1) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักโดยใช้วัตถุดิบจากธัญพืช เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในกลุ่มนี้ใช้เมล็ดธัญพืช แป้งจากเมล็ด หรือแป้งจากหัวพืช เป็นวัตถุดิบในการหมัก ตัวอย่างของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทนี้ เช่น เบียร์ อุ สาโท ไวน์ข้าว และสาเก

(2) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักโดยใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำหวาน เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในกลุ่มนี้ใช้น้ำหวานหรือน้ำตาลจากพืชหรือสัตว์เป็นวัตถุดิบในการหมัก ตัวอย่างของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทนี้ เช่น น้ำตาลเมา กะแช่ ไซเดอร์ (Cider) ไวน์ผลไม้ และไวน์น้ำผึ้ง

(3) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากข้อ 1.1 และ 1.2 ผสมกันแล้วแต่งสีกลิ่นและรสชาติด้วยตัวยาสมุนไพรหรือผลไม้ ตัวอย่างของเครื่องดื่มในกลุ่มนี้ เช่น เวอร์มุธ (Vermouth) หรือไวน์พั้นซ์ (Punch Wine)

2) ประเภทหมักและกลั่น (Fermented and Distilled Beverage) เครื่องดื่มประเภทนี้มักถูก เรียกว่า “Spirits” เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากกระบวนการหมักวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ เช่น ข้าว น้ำผลไม้ หรือน้ำตาลกับยีสต์ และเมื่อกระบวนการหมักสิ้นสุดลงจะนำมากลั่นเพื่อแยกน้ำออก ทำให้ได้แอลกอฮอล์ในปริมาณสูง ๆ เครื่องดื่มประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามชนิดของวัตถุดิบได้ ดังนี้

(1) กลุ่มที่ใช้แป้งหรือธัญพืชเป็นวัตถุดิบ เช่น วิสกี้ (Whisky) หรือวอดก้า (Vodka) ตัวอย่างของวิสกี้ ได้แก่ Black & White และ Jim Beam สำหรับในประเทศไทย ได้แก่ แสงโสม แม่โขง และเหล้าโรง (เหล้าขาว)

(2) กลุ่มที่ใช้น้ำตาลจากอ้อยเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ รัม (Rum) ชนิดต่าง ๆ ตัวอย่าง เช่น Jamaica Rum และ Dermarara Ram

(3) กลุ่มที่ใช้ผลไม้หรือน้ำผลไม้เป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ ได้แก่ องุ่นโดยจะนำองุ่นมาหมัก และกลั่นเพื่อได้เป็นบรั่นดี (Brandy) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดนี้เป็นเครื่องดื่มที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เช่น บรั่นดีที่ผลิตในประเทศฝรั่งเศสหรือที่ เรียกว่า “คอนยัค” (Cognac) ซึ่งจะมีการผลิตออกมาในหลายชื่อและหลายบริษัทด้วยกัน เช่น Remy Martin, Hennessey, Camus หรือ Martell ฯลฯ

(4) กลุ่มที่ใช้ส่วนของพืชเป็นวัตถุดิบในการหมัก ได้แก่ ต้นอากาเว่ (Agave Tequilana Webwer) หรือ (Blue Variety) ซึ่งเป็นพืชอวบน้ำ และมีน้ำตาลอยู่ในลำต้นใต้ดิน สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเตกิล่า (Tequila)

3) ประเภทหมัก-กลั่นและปรุงรส

เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบวนการหมัก-กลั่น แล้วจึงนำมาปรุง สี กลิ่น และรสให้ได้ตามต้องการ นิยมใช้ในการปรุงแต่ง หรือผสมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทค็อกเทล (Cocktail) ตัวอย่างของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ จิน (Gin) และเปปเปอร์มินต์ (Peppermint)

2.3.3 น้ำอัดแก๊ส คือ น้ำที่มีส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยผ่านกระบวนการอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำภายใต้ความดัน [47] แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สเฉื่อยไม่มีสี ไม่มีอันตรายและไม่มีรสชาติ สามารถละลายได้ในของเหลว โดยการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของเหลวลดลงเมื่อละลายลงในของเหลวจะให้ความรู้สึกซ่า เนื่องจากเปลี่ยนรูปเป็นกรดคาร์บอนิกและเปลี่ยนเป็นคาร์บอเนตอิออน ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่คงที่ในระดับเหมาะสมจะสามารถช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์และราได้ โดยในกรณีของราแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเข้าไปจับกับออกซิเจนที่ใช้ในการเจริญเติบโตขณะที่ยีสต์นั้น จะหยุดการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทานอลโดยการหมักของซูโครส [47] ในปัจจุบันนี้เครื่องดื่มอัดแก๊สได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องด้วยความรู้สึกซ่าขณะดื่ม (Mouthfeel) ความรู้สึกดังกล่าวนี้จะเกิดจากการระคายเคืองที่เกิดขึ้นบริเวณลิ้น เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์กระทบลิ้นจะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิกโดยเอนไซม์คาร์บอนิกแอนไฮเดรสจะทำให้เกิดความรู้สึกซ่า [48] โดยคุณสมบัติการเกิดฟองของเครื่องดื่มอัดแก๊สขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในสารละลายและมีความสามารถในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปสู่แก๊ส

2.3.3.1 กรรมวิธีการผลิตน้ำอัดแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรม [46]

1) การเตรียมน้ำบริสุทธิ์ เป็นขั้นตอนของการเตรียมน้ำที่จะใช้ในการผสมน้ำตาลและหัวเชื้อให้ได้น้ำอัดแก๊สที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นรสสม่ำเสมอ จำเป็นต้องใช้น้ำที่บริสุทธิ์กว่า

น้ำดื่มปกติ โดยนำน้ำที่มีคุณภาพมาตรฐานตามน้ำดื่มมาปรับปรุงให้มีลักษณะปรากฏ รสชาติ และกลิ่นรสที่ดีขึ้น และกำจัดเกลือแร่บางชนิดซึ่งอาจทำได้หลายวิธี ขึ้นกับคุณภาพของแหล่งน้ำที่นำมาใช้ ในการผลิตวิธีที่ง่ายที่สุด คือ การกำจัดสารแขวนลอยโดยผ่านการกรองด้วยทรายกำจัดกลิ่นรสที่แปลกปลอมที่ไม่ต้องการ โดยเฉพาะกลิ่นคลอรีนด้วยการกรองผ่านผงถ่านกัมมันต์

2) การเตรียมน้ำเชื่อม เป็นการนำน้ำตาลทรายมาผสมกับน้ำกรองให้ได้น้ำเชื่อมใส แล้วผ่านน้ำเชื่อมมายังถังที่ทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิน้ำเชื่อมลงให้เหลือ 24 องศาเซลเซียส จากนั้นนำน้ำเชื่อมไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลตก่อนที่จะนำไปผสมกับหัวเชื้อ ในขั้นตอนต่อไป การผสมน้ำเชื่อมกับหัวเชื้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ในรูปของเหลวและรูปของผลึกหรือผงจะต้องนำทั้งสองส่วนมาผสมเข้าด้วยกันเสียก่อน แล้วจึงนำมาผสมกับน้ำเชื่อมกวนด้วยใบพัดให้เป็นเนื้อเดียวกันจะได้น้ำเชื่อมสำเร็จรูป (Finished Syrup) ซึ่งจะมีความเข้มข้นและความหวานสูงจึงต้องนำไปเจือจางให้มีความหวานตามที่ต้องการสำหรับน้ำอัดแก๊สแต่ละชนิดซึ่งจะอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 9.5-14.0

3) การผสม (Mixing) ส่วนผสมต่าง ๆ เช่น น้ำเชื่อม (Syrup) สี (Coloring - Agent) สารแต่งกลิ่นรส (Flavoing Agent) และกรดซิตริก ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตรวจวัดความเข้มข้นของส่วนผสมด้วยการวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ (ºBrix) และ pH

4) การอัดแก๊ส ในน้ำอัดลมเป็นขั้นตอนสำคัญมากที่สุด เพราะจะทำให้เกิดรสชาติของเครื่องดื่ม การอัดแก๊สจะเป็นการละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในน้ำเชื่อมที่ผสมกับหัวเชื้อและทำให้เจือจางแล้ว ซึ่งการละลายจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำความดันสูง การอัดแก๊สในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะมาอยู่ในรูปแก๊สเมื่อเปิดแก๊สออกแก๊สจะผ่านคาร์โบเนเตอร์ (Carbonator) ที่สามารถควบคุมปริมาณแก๊สที่จะเติมลงในเครื่องมือได้การอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มจะอัดในปริมาตร 1-5 Volumes of Co_2, Gas Dissolved in Water ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่ม

5) การบรรจุ น้ำอัดลมที่ได้ผ่านการอัดแก๊สแล้วจะผ่านเข้าเครื่องบรรจุที่มีขวดหรือกระป๋องมารองรับและปิดฝานำไปบรรจุลังเรียงเป็นกะบะแล้วเก็บไว้ในโรงเก็บ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 นภมณฑล สุดทางธรรม [49] ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดแอซีติกจาก *A.aceti* TISTR 102 โดยศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นที่เหมาะสมของแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 6 ร้อยละ 9 และร้อยละ 12 พบว่า แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 6 ให้ปริมาณกรดแอซีติกสูงที่สุดคือ 16.6 กรัมต่อลิตร และเชื้อ 3 สายพันธุ์ คือ *A. pasteurianus* TISTR 520, *A.pasteurianus* TISTR 521 และ *A. aceti* TISTR 401 และความเข้มข้นเอทานอลที่เหมาะสมเพื่อใช้เลี้ยงเชื้อและผลิตกรดอะซิติกเท่ากับร้อยละ 6

โดย ควบคุม pH ในช่วง 4.0-4.5 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำให้ได้ปริมาณกรดตามลำดับคือ 44.3, 42.6 และ 46 กรัมต่อลิตร

2.4.2 จุฑามาศ มณีวงค์ [2] ศึกษาผลิตน้ำส้มสายชูจากสาโท โดยศึกษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มของแอซีติกแอซิดแบคทีเรีย จากการคัดเลือก พบว่า OR2 ผลิตกรดได้สูงสุด เมื่อจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางพันธุศาสตร์พบว่าเป็นแบคทีเรีย *A. tropicalis* จากการศึกษาคุณสมบัติบางประการพบว่า *A. tropicalis* เจริญได้ในแอลกอฮอล์ร้อยละ 5 และกรดร้อยละ 1 นอกจากนี้ยังทนต่อความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ได้ถึงร้อยละ 15 เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตของ *A. tropicalis* พบว่า เมื่อเลี้ยงในสาโทที่ประกอบด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 8 กรดแอซีติกร้อยละ 3 และเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็ว 140 รอบต่อนาที ที่ 30 องศาเซลเซียส ผลิตกรดได้ร้อยละ 2.17 ในวันที่ 3 ของการเลี้ยง ในขณะที่เลี้ยง *A. tropicalis* ในสาโทกลั่น ซึ่งประกอบด้วย แอลกอฮอล์ร้อยละ 3 กรดแอซีติกร้อยละ 3 และให้อากาศที่มีความเข้มข้นของออกซิเจน 7.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลิตกรดได้ร้อยละ 3.69 ในวันที่ 3 ของการเพาะเลี้ยง

2.4.3 สุภกาญจน์ พรหมขันธ์ และคณะ [50] ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูจากเม่าแดง โดยทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลของเชื้อ *S.cerevisiae* และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดแอซีติกของเชื้อ *A. aceti* TISTR 102 พบว่า อัตราส่วนระหว่างเม่าแดงต่อน้ำ คือ 1:4 ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับปริมาณกรดที่เหมาะสมในการหมักไวน์ คือ ร้อยละ 0.4 จากนั้นปรับให้มีปริมาณกรดร้อยละ 0.45 โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 18 องศาบริกซ์ จากนั้นเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในน้ำเม่าแดงประมาณ 200 ส่วนในล้านส่วน เพื่อทำลายเชื้อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เติม *S.cerevisiae* เติม $(NH_4)_2SO_4$ ร้อยละ 0.03 และเติมวิตามินบี 1 ปริมาณ 0.6 กรัมต่อลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ โดยปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 87.5 และ 9.17 โดยสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดแอซีติก คือ ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหมักและน้ำเม่าแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วร้อยละ 30 และ 70 ตามลำดับ โดยมีร้อยละของแอลกอฮอล์เริ่มต้นการหมักที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 5 จากนั้นเติมเชื้อ *A. aceti* TISTR 102 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามีกรดแอซีติกร้อยละ 4.14

2.4.4 ประวีณา ลาภา [51] ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักน้ำส้มสายชูข้าวเหนียวดำ คือ การปรับไวน์ด้วยสารละลาย NaOH 1 M ให้มีค่า pH เท่ากับ 5.5 และมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 5 โดยใช้ปริมาตรของไวน์เท่ากับ 1 ใน 5 ส่วนของภาชนะที่ใช้หมักและทำการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย *A. aceti* TISTR 354 ด้วยวิธีการเขย่าให้อากาศเป็นเวลา 3 วัน จะได้ปริมาณกรดแอซีติกเท่ากับร้อยละ 5.48 และน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำกล้องที่ได้มีลักษณะใส สีส้มอ่อน

2.4.5 มัลลิกา บุญมี และพัฒนา เหล่าไพบูลย์ [52] ศึกษาการผลิตกรดแอซีติกจากเอทานอลโดยวิธีทางชีวภาพและความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม โดยแบคทีเรียกรดแอซีติกสายพันธุ์ *A.pasteurianus* TISTR 520 พบว่า ความเข้มข้นของเอทานอลเริ่มต้น ร้อยละ 6 เหมาะสมสำหรับใช้ผลิตกรดแอซีติก เนื่องจากแบคทีเรียกรดอะซิติกสายพันธุ์ *A. pasteurianus* TISTR 520 สามารถออกซิไดซ์เอทานอลเป็นกรดแอซีติกได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 4.4 แต่ที่ปริมาณเอทานอลเริ่มต้นสูงกว่าร้อยละ 6 การผลิตกรดแอซีติกจะลดลงและที่ความเข้มข้นของเอทานอลสูงกว่าร้อยละ 10 จะไม่เกิดการผลิตกรด

2.4.6 ศุภาวิชญ์ฐา สุวรรณแพทย์ [53] ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักแบบต่อเนื่องจากไวน์สับปะรด โดยศึกษา การผลิตกรดแอซิติกแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้ไวน์สับปะรดเป็นสารอาหารตั้งต้นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ในถังหมักระดับห้องปฏิบัติการขนาด 2,000 มิลลิลิตร อัตราการกวน 250 รอบต่อนาที ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจากวิธีทากุชิ พิจารณาจากอัตราการผลิตกรดแอซีติกเชิงปริมาตรโดยมีสภาวะดังนี้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ *A. aceti* TISTR 102 กับ *A. aceti* IFRPD ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้นแอลกอฮอล์เริ่มต้นร้อยละ 3 ค่า pH ของไวน์สับปะรดเริ่มต้น 5.5 อุณหภูมิที่บ่มเชื้อ 30 องศาเซลเซียส พบว่า มีน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุดเท่ากับ 3.70 กรัมต่อลิตร ในเวลา 44 ชั่วโมง เหลือแอลกอฮอล์เพียง 5.302 กรัมต่อลิตรเท่านั้น ส่วนปริมาณความเข้มข้นของกรดแอซีติกสามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงที่สุดเท่ากับ 48.080 กรัมต่อลิตรในเวลา 60 ชั่วโมง

2.4.7 ทิวาพร ปานพรม [54] ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักน้ำส้มสายชูจากขมิ้นชัน คือ การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรีย *A. aceti* TISTR 102 ปริมาณร้อยละ 20 ใช้ปริมาตรของไวน์ขมิ้นชันต่อไวน์สับปะรดอัตราส่วน 1:1 ปรับปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นเท่ากับ ร้อยละ 5 เป็นเวลาทั้งหมด 4 วัน น้ำส้มสายชูหมักจากขมิ้นชันผสมไวน์สับปะรดที่ได้มีลักษณะใส สีเหลืองอ่อน มีปริมาณกรดแอซีติกเท่ากับร้อยละ 3.15 ค่า pH เท่ากับ 3.70 และมีปริมาณสารเคอร์คูมินเท่ากับร้อยละ 0.84 โดยน้ำหนัก และนำน้ำส้มสายชูจากขมิ้นชันผสมไวน์สับปะรดไปประยุกต์ใช้ในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วย น้ำสับปะรด ร้อยละ 15 น้ำตาลซูคาโรส ร้อยละ 0.005 น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ขมิ้นและไวน์สับปะรด ร้อยละ 6 และน้ำผึ้ง ร้อยละ 2 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

2.4.8 เกศรินทร์ ไกลถิ่น [55] ศึกษาใช้ข้าวตกเกรดสำหรับการผลิตน้ำส้มสายชูข้าว โดยศึกษาการแปรผันจำนวนวันที่เติมกล้าเชื้อ ดังนี้ เติมกล้าเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์พร้อมกันและเติมกล้าเชื้อแบคทีเรีย *A. aceti* TISTR 102 หลังเติมกล้าเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* BCC 6127 เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็วรอบที่ 150 rpm เป็นเวลา 12 วัน พบว่า

เมื่อเติมกล้าเชื้อ *A. aceti* TISTR 102 หลังจากเดิมกล้าเชื้อยีสต์เป็นเวลา 4 วัน สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุดร้อยละ 4.034

2.4.9 กุลวดี คตชนะเลขา [56] ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำเวย์เต้าหู้และน้ำเวย์เนยแข็ง โดยศึกษาการคัดเลือก Acetic Acid Bacteria จากตัวอย่างผลไม้ 7 ชนิดพบ *Acetobacter* 27 ไอโซเลทเมื่อทดสอบทางเคมีพบว่าเป็น *A. aceti* K10 เมื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำเวย์เต้าหู้และน้ำเวย์เนยแข็ง พบว่า ปริมาณเชื้อเริ่มต้น *A. aceti* K10 ร้อยละ 6 สามารถผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่มีกรดแอซีติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 (น้ำหนักต่อปริมาณ) และปริมาณกรดสูงสุดในน้ำเวย์เต้าหู้และน้ำเวย์เนยแข็งเท่ากับร้อยละ 4.44 และ 4.56 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ตามลำดับ เมื่อใช้เชื้อเริ่มต้น *A. aceti* K10 ร้อยละ 9 นอกจากนี้ น้ำส้มสายชูที่ได้จะมีสีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวของน้ำเวย์ที่เป็นสารตั้งต้น

2.4.10 นิภา พวงทอง [57] ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ที่ได้จากการหมักน้ำผลไม้ในท้องถิ่นจำนวน 3 ชนิด คือ ลิ้นจี่ กระท้อน และกระเจี๊ยบ โดยใช้แบคทีเรีย *A. aceti* เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักผลไม้ทั้ง 3 ชนิด พบว่า น้ำส้มสายชูหมักจากลิ้นจี่มีกรดแอซีติกโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.90 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยเฉลี่ยร้อยละ 4.23 ค่า pH โดยเฉลี่ยร้อยละ 3.34 ปริมาณน้ำตาลโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.2 องศาบริกซ์ น้ำส้มสายชูหมักจากกระท้อนมีกรดแอซีติกโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.28 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยเฉลี่ยร้อยละ 5.10 ค่า pH โดยเฉลี่ยร้อยละ 3.47 ปริมาณน้ำตาลโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.46 องศาบริกซ์ และน้ำส้มสายชูหมักจากกระเจี๊ยบมีกรดแอซีติกโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.79 ปริมาณแอลกอฮอล์โดยเฉลี่ยร้อยละ 6.44 ค่า pH โดยเฉลี่ยร้อยละ 4.13 ปริมาณน้ำตาลโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.48 องศาบริกซ์ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอซีติกร้อยละ 1.79-2.90 มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 4.23-6.4 โดยปริมาณกรดแอซีติกและปริมาณแอลกอฮอล์จากน้ำส้มสายชูหมักจากลิ้นจี่มีปริมาณสูงกว่าในน้ำส้มสายชูหมักจากกระท้อน และกระเจี๊ยบ

2.4.11 มณชัย เดชสังกรานนท์ และคณะ [58] ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตไซรัปจากข้าวหอมมะลิไทยด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ โดยวิธีการหมักข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเชื่อมข้าว คือ อัตราส่วนระหว่างข้าวท่อนหอมมะลิและปลาย ข้าวหอมมะลิเท่ากับร้อยละ 80 : 20 ปริมาณโคจิข้าวเริ่มต้นร้อยละ 15 ปริมาณรำข้าวร้อยละ 3 อุณหภูมิในการบ่ม 30 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำกลั่นที่เติมลงในข้าว เท่ากับร้อยละ 2 ทำการควบคุมอุณหภูมิในการระเหยเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส พบว่า ไซรัปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 องศาบริกซ์ (°Brix) มีคุณภาพโดยรวมดีที่สุด จากการวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า มีค่าความหนืดเท่ากับ 393.20 cP ค่าความใสร้อยละ 2.41 และมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 26.10, 8.24 และ 15.10 ตามลำดับ มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 125.70 กรัมต่อลิตร ค่า pH เท่ากับ 3.43 และปริมาณกรด

ทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 2.51 ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อราและยีสต์ น้อยกว่า 30 CFU/g

2.4.12 เมตตา เถาว์ชาลี [59] ศึกษาการผลิตพรีไบโอติคโอลิโกแซคคาไรด์จากข้าวเหนียวงอกพันธุ์พื้นเมืองไทย เพื่อการผลิตไซรัปข้าวกล้องงอก โดยใช้ข้าวกล้องงอกพื้นเมือง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ 2 สายพันธุ์ (ข้าวกล่ำเปลือกขาวและข้าวกล่ำเปลือกดำ) ข้าวเหนียวขาว (ข้าวนางนวล) ใช้วิธีการสกัดด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และ 121 องศาเซลเซียส ทำการสกัดด้วยเอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลส จากเชื้อรา *Aspergillus oryzae* TISTR 3182 บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณมอลโตเฮปตระโอส พบมากที่สุดในข้าวเหนียวดำ ได้แก่ ข้าวกล่ำเปลือกขาว เท่ากับ 2.52 ± 0.02, 1.78 ± 0.09 mg/mL และข้าวกล่ำเปลือกดำ เท่ากับ 259.84 ± 1.49 mg/mL

2.4.13 เอื้องพลอย ใจลังกา [60] ศึกษาการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน ได้ศึกษาสูตรที่เหมาะสม พบว่า ประกอบไปด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อน ร้อยละ 50 น้ำผึ้ง ร้อยละ 15 และน้ำผลหม่อน ร้อยละ 35 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.92 ± 0.02 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมดในรูปกรดแอซีติก ร้อยละ 0.73 ± 0.01 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 15.73 ± 0.11 องศาบริกซ์ (°Brix) ปริมาณแอลกอฮอล์ที่หลงเหลือร้อยละ 0.35 ± 0.04 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 16.57 ± 0.94 g/100ml มีค่าสี L* a* และ b* 18.90 ± 0.75 1.67 ± 0.17 และ 0.51 ± 0.11 ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ อีกทั้งเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กากสาโท บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

3.1.2 น้ำเชื่อมจากข้าวเหนียว บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.2.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab Colorimeter) ยี่ห้อ Lovibond รุ่น SP 60

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.2.1 เครื่องวัดดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Mapada Instruments รุ่น UV 120

3.2.2.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand Refractometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น Master-2T

3.2.2.3 เครื่องวัดกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Kedida รุ่น CT-6021A

3.2.2.4 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)

3.2.2.5 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)

3.2.2.6 ขาตั้งและตัวจับบิวเรตต์ (Stand & Clamp)

3.2.2.7 บิวเรตต์ (Buret)

3.2.2.8 คิวเวทท์แก้ว (Glass Cuvette)

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

3.2.3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ A&D รุ่น MC Series

3.2.3.2 เครื่องผสมสารละลาย (Vortexmixer) ยี่ห้อ Neutec รุ่น F202A0176

3.2.3.3 เครื่องตีบดผสมตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ SEWARD รุ่น CIR 40

3.2.3.4 เครื่องให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ House Worth รุ่น HW-HP01

3.2.3.5 เครื่องเขย่าสารชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Incubator Shaker) ยี่ห้อ New Brunswick Scientific

3.2.3.6 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อนแรงดันสูง (Autoclave) ยี่ห้อ Tomy

3.2.3.7 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ Scientific รุ่น Series 2000

3.2.3.8 ตู้อบความร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ New Brunswick Scientific

3.2.3.9 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet) ยี่ห้อ Microtech

3.2.3.10 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ยี่ห้อ Memmert

3.2.3.11 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope) ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น CX23

3.2.3.12 เครื่องดูดจ่ายสารอัตโนมัติ (Autopipette) ยี่ห้อ Nichiryo รุ่น NPX-200, NPX-1000

3.2.3.13 ไมโครปิเปตต์ทิป (Micropipette Tip) ยี่ห้อ Nichiryo รุ่น 00-CT-AGR, รุ่น 00-BMT-LRB

3.2.3.14 จานเพาะเลี้ยงเชื้อพลาสติกแบบกลม 90 x 15 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Hycon

3.2.3.15 ถุงพลาสติกปลอดเชื้อสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างทางจุลชีววิทยา

3.2.3.16 ที่ตั้งหลอดทดลองสแตนเลส (Rack for Tube)

3.2.3.17 หลอดทดลอง (Test Tube)

3.2.3.18 บีกเกอร์ (Beaker)

3.2.3.19 ขวดเก็บสารเคมี (Reagent Bottle)

3.2.3.20 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)

3.2.3.21 แท่งแก้วเกลี่ยเชื้อ (Spreader)

3.2.3.22 ห่วงเขี่ยเชื้อ (Loop)

3.2.4 สารเคมี

3.2.4.1 เปปโตน (Peptone) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.2.4.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) บริษัท RHK Chemical

3.2.4.3 สารฟีนอล์ฟทาลีน ($C_2H_{14}O_4$) บริษัท Gammaco

3.2.4.4 กรดแอซีติก (Acetic Acid 99.89% (CH_3COOH)) บริษัท ทาริโก้ ประเทศไทย

3.2.4.5 เอทานอล (Ethanol 99% (C_2H_5OH)) บริษัท เคมีภัณฑ์

3.2.4.6 ชุดทดสอบแอลกอฮอล์ด้วยเอนไซม์ (Ethanol Assay Procedure K-ETOH 08/18) ยี่ห้อ Megazyme

3.2.4.7 ชุดทดสอบปริมาณกรดแอซีติกด้วยเอนไซม์ (Acetic Acid Assay Procedure K-ACETRM 06/18) ยี่ห้อ Megazyme

3.2.4.8 ชุดสีย้อมแกรม (Gram Stain Set) บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัด แล็ป วัลเล่ย์

3.2.5 เชื้อจุลินทรีย์

3.2.5.1 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* สายพันธุ์ TBRC 474 จาก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (Thailand Bioresource Research Center ; TBRC)

3.2.5.2 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* สายพันธุ์ TISTR 401 จาก ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (Thailand Institute of Scientific and Technological Research ; TISTR)

3.2.5.3 เชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter* sp. จาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (IFRPD)

3.2.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.6.1 Plate Count Agar (PCA) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.2.6.2 Nutrient Agar (NA) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.2.6.3 Potato Dextrose Agar (PDA) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3.2.6.4 Glucose Yeast Extract Agar (GYEA)

3.2.6.5 Glucose Yeast Extract Broth (GYEB)

3.2.6.6 Glucose Ethanol Calcium Carbonate Agar (GECA)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนการทดลองได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีวิธีการวางแผนการทดลอง ดังนี้

3.3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

3.3.1.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของกากและน้ำสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

1) ปริมาณความชื้น [61]

2) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต [61]

3) ปริมาณไขมัน [61]

4) ปริมาณโปรตีน [61]

5) ปริมาณเถ้า [61]

6) ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

7) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer Atago รุ่น Master-2T

8) ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้ชุดทดสอบแอลกอฮอล์ด้วยเอนไซม์ (Ethanol Assay Procedure K-ETOH 08/18) ยี่ห้อ Megazyme

นำข้อมูลคุณภาพทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีตั้งต้นที่ใช้ในการหมักน้ำส้มสายชู

3.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

3.3.2.1 การเตรียมกล้าเชื้อแบคทีเรียสำหรับผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose Yeast Extract Broth (GYEB) ปริมาตรขวดละ 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากเย็นแล้วถ่ายเชื้อ *Acetobacter aceti* ทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Acetobacter aceti* TBRC 474, *Acetobacter aceti* TISTR 401 และ *Acetobacter* sp. IFRPD ที่เลี้ยงบนอาหาร Glucose Yeast Extract Calcium Carbonate Agar (GYC) ที่บ่มอุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จำนวน 1 ลูป ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่บรรจุอาหาร GYEB 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที บ่มอุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป ดัดแปลงจากทิวาพร ปานพรม [54]

3.3.2.2 ศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดแอซีติก

เตรียมกากสาโทที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 5 (ร้อยละโดยปริมาตร ; v/v) ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตรขวดละ 150 มิลลิลิตร โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Acetobacter aceti* TBRC 474, *Acetobacter aceti* TISTR 401 และ *Acetobacter* sp. IFRPD และปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 นำไปเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน ดัดแปลงจากทิวาพร ปานพรม [54] โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

สิ่งทดลอง	ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณกล้าเชื้อ (ร้อยละ)
1	TBRC 474	10
2	TBRC 474	20
3	TBRC 474	30
4	TISTR 401	10
5	TISTR 401	20
6	TISTR 401	30
7	IFRPD	10
8	IFRPD	20
9	IFRPD	30

นำสิ่งทดลองในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโททั้ง 9 สิ่งทดลอง มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังนี้

1) ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้ชุดทดสอบแอลกอฮอล์ด้วยเอนไซม์ (Ethanol Assay Procedure K-ETOH 08/18) ยี่ห้อ Megazyme

2) ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต [66]

3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild ; TSS) โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer

จากนั้นวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วางแผนการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Dancan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05 เลือกชนิดของแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อที่ให้ปริมาณกรดแอซีติกสูงที่สุด โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่าร้อยละ 0.5 และมีกรดแอซีติกมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 4 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 204 (พ.ศ.2543) เรื่อง คุณภาพหรือมาตรฐานน้ำส้มสายชู [7] เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.3.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

3.3.3.1 ศึกษาปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่เหมาะสมในเครื่องดื่ม

นำน้ำเชื่อมข้าวที่ผลิตโดยการย่อยข้าวด้วยเอนไซม์อะไมเลสในกระบวนการผลิตสาโทของ บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด ที่ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild, TSS) เป็น 7 องศาบริกซ์ และผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มาผสมกับน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่ได้จากข้อ 3.3.2.2 มาทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 1 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทแปรเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สิ่งทดลองในการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

สิ่งทดลอง	น้ำเชื่อมข้าว (ร้อยละ)	น้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท (ร้อยละ)
1	98	2
2	96	4
3	94	6
4	92	8

นำเครื่องดื่มที่ผสมเรียบร้อยแล้วทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในขั้นตอนต่อไป

3.3.3.2 ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และเคมี

1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

(1) ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter

2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

(1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

(2) ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยการไทเทรต [61]

(3) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild ; TSS) โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer

(4) ปริมาณกรดแอซีติก โดยใช้ชุดทดสอบกรดแอซีติกด้วยเอนไซม์ (Acetic Acid Assay Procedure K-ACETRM 06/18) ยี่ห้อ Megazyme

3.3.3.3 การประเมินทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน โดยสอบถามทางความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม ความชอบโดยรวม ให้คะแนนด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ระดับ 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และเลือกสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด

3.3.4 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

3.3.4.1 เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

นำเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวสูตรที่ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ให้การยอมรับมากที่สุด นำมาอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ (CO_2) โดยเติมเครื่องดื่มลงในถังสแตนเลสขนาดความจุ 19.5 ลิตร โดยลดอุณหภูมิให้เท่ากับ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นอัด CO_2 ที่แรงดัน 40 PSI และเขย่าถัง มาตรวัดความดันก๊าซจะลดลง เนื่องจากก๊าซจะละลายในน้ำจึงทำให้ปริมาณก๊าซในถังลดลง เขย่าจนกว่าจะมีแรงดันในถังเท่ากับ 40 PSI จากนั้นนำมาบรรจุขวดขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3.3.4.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยเลือกผู้บริโภคมีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน ในเขตจังหวัดปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยสอบถามในด้านลักษณะปรากฏทาง ด้านสี กลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว ความซ่า และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) ระดับคะแนน 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

3.3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

เก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างทุก ๆ สัปดาห์ และวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.3.5.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter

3.3.5.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

2) ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยการไทเทรต [61]

3) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild ; TSS) โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer

4) ปริมาณกรดแอซีติก โดยใช้ชุดทดสอบกรดแอซีติกด้วยเอนไซม์ (Acetic Acid Assay Procedure K-ACETRM 06/18) ยี่ห้อ Megazyme

3.3.5.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1) ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count ; TPC) โดยวิธี Pour Plate [62]

2) ตรวจสอบปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and Mold) โดยวิธี Pour Plate [62]

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนมกราคม 2563 – กันยายน 2564

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา อาคารเฉลิมพระเกียรติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต

3.5.2 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.5.3 บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ เบเวอเรจ จำกัด จังหวัดปทุมธานี

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

การวิจัยเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ อีกทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ สรุปผลการทดลองและการวิจารณ์ผล ดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

โดยการนำกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, โปรตีน, เถ้า, ความเป็นกรด-ด่าง, ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และ ปริมาณแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	93.27 ± 0.01
ไนโตรเจน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	10.80 ± 0.10
ไขมัน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	0.02 ± 0.01
โปรตีน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	64.26 ± 0.01
เถ้า (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	0.17 ± 0.01
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	3.40 ± 0.10
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix)	8.00 ± 0.00
แอลกอฮอล์ (v/v)	3.70 ± 0.10

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวัดค่า 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.1 พบว่า กากสาโทของบริษัท ไทยโปรดักส์แอนด์เบเวอเรจ จำกัด มีค่าความชื้นร้อยละ 93.27 ค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละของน้ำหนักแห้ง 10.80 ไขมันร้อยละของน้ำหนักแห้ง 0.02 โปรตีนร้อยละของน้ำหนักแห้ง 64.26 เถ้าร้อยละของน้ำหนักแห้ง 0.17 ความเป็นกรด-ด่าง 3.40 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่าง ซึ่งสอดคล้องกับ Allgeier and Hildebrandt [29] พบว่า *Acetobacter* sp. เจริญเติบโตได้ดีที่พีเอชค่อนข้างต่ำ พบว่า เจริญเติบโตได้ที่ระดับพีเอช 4.0-4.5 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) 8.0 องศาบริกซ์, ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 3.70 โดยปริมาตร (v/v) พบว่า ยังมีปริมาณแอลกอฮอล์ เหลืออยู่ จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้กากสาโทมีสารอาหารที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดแอซีติกได้

4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

4.2.1 ศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดแอซีติก

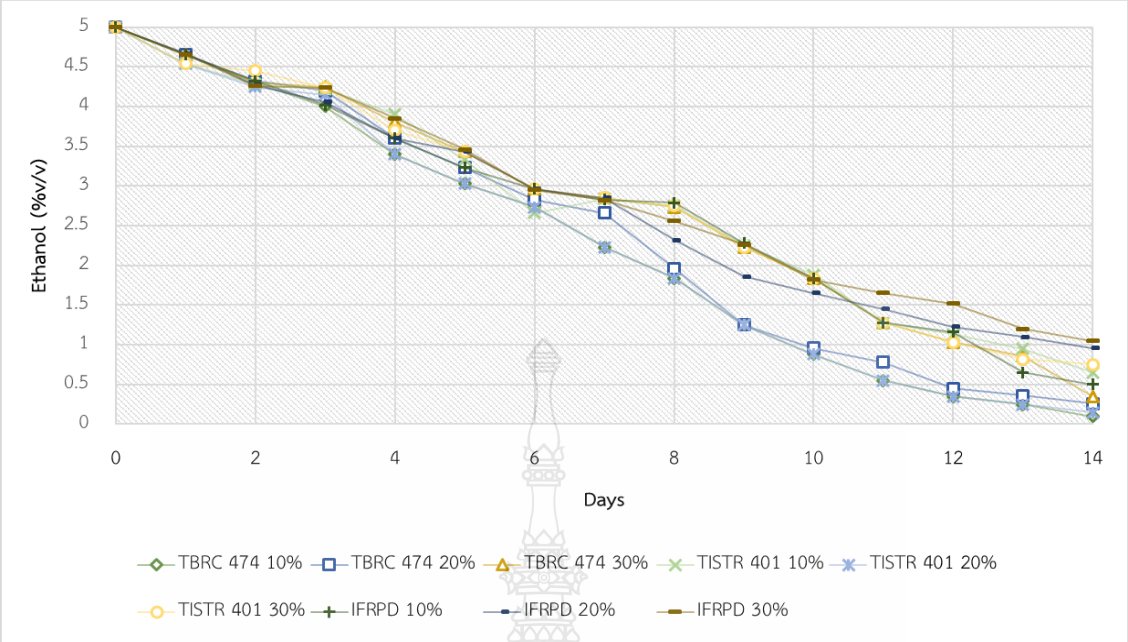
จากการทดลองชนิดของเชื้อแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Acetobacter aceti* TBRC 474, *Acetobacter aceti* TISTR 401 และ *Acetobacter* sp. IFRPD และปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 ได้สิ่งทดลอง 9 สิ่งทดลอง นำไปเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีจากการหมักโดยชนิดของเชื้อแบคทีเรียและปริมาณกล้าเชื้อต่าง ๆ เป็นเวลา 14 วัน

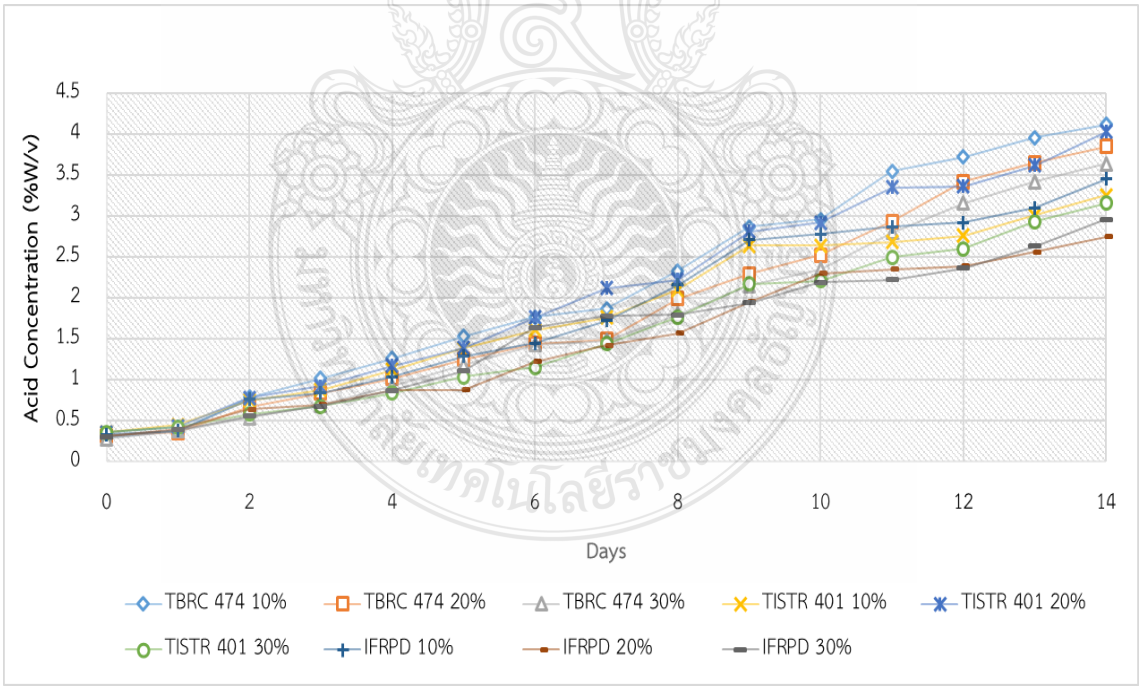
สิ่งทดลอง	ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณกล้าเชื้อ (ร้อยละ)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (v/v)	ปริมาณกรดแอซีติก (w/v)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix)
1	TBRC 474	10	$0.10^{i} \pm 0.00$	$4.14^{a} \pm 0.03$	$3.12^{g} \pm 0.00$	$3.20^{b} \pm 0.00$
2	TBRC 474	20	$0.26^{g} \pm 0.00$	$3.86^{c} \pm 0.01$	$3.16^{f} \pm 0.00$	$3.00^{e} \pm 0.01$
3	TBRC 474	30	$0.34^{f} \pm 0.01$	$3.64^{d} \pm 0.00$	$3.20^{e} \pm 0.00$	$2.80^{d} \pm 0.01$
4	TISTR 401	10	$0.66^{d} \pm 0.01$	$4.04^{b} \pm 0.01$	$3.14^{f} \pm 0.00$	$3.80^{a} \pm 0.02$
5	TISTR 401	20	$0.16^{h} \pm 0.01$	$3.26^{g} \pm 0.01$	$3.20^{e} \pm 0.00$	$3.00^{e} \pm 0.02$
6	TISTR 401	30	$0.75^{c} \pm 0.01$	$3.16^{f} \pm 0.00$	$3.28^{d} \pm 0.00$	$2.80^{d} \pm 0.01$
7	IFRPD	10	$0.49^{e} \pm 0.01$	$3.45^{e} \pm 0.02$	$3.30^{c} \pm 0.00$	$3.20^{b} \pm 0.02$
8	IFRPD	20	$0.96^{b} \pm 0.96$	$2.96^{h} \pm 0.00$	$3.37^{a} \pm 0.00$	$2.80^{d} \pm 0.01$
9	IFRPD	30	$1.03^{a} \pm 0.03$	$2.74^{i} \pm 0.00$	$3.35^{b} \pm 0.00$	$2.60^{e} \pm 0.01$

หมายเหตุ : a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

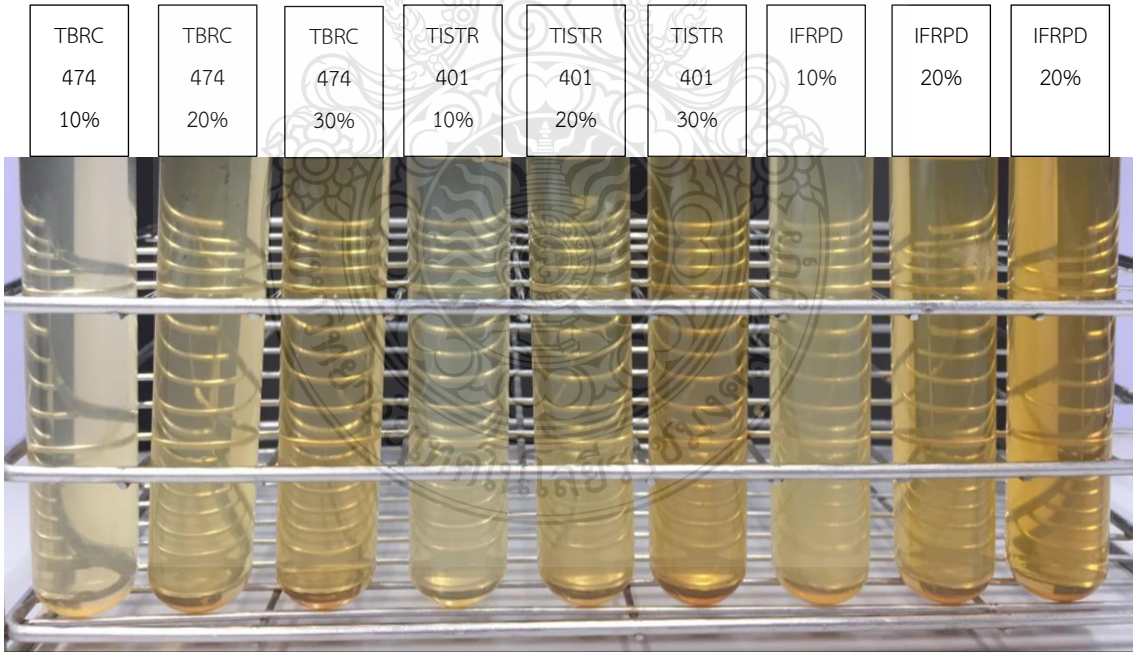


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v) ของสิ่งทดลองทั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณกรดแอซีติก (%w/v) ของสิ่งทดลองทั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน

รูปที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโททั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่เลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน



รูปที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโททั้ง 9 สิ่งทดลอง ที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อ

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 พบว่า *A.aceti* TBRC 474 และ *A.aceti* TISTR 401 ที่เติมปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 10 สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด คือร้อยละ 4.14 (w/v) และ ร้อยละ 4.04 (w/v) ตามลำดับ และมีปริมาณแอลกอฮอล์คงเหลือ คือร้อยละ 0.10 (v/v) และร้อยละ 0.6 (v/v) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเติมปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 10 สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมะลิวัลย์ ชิ่วสุวรรณ [63] ซึ่งได้ศึกษาปริมาณของกล้าเชื้อที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 พบว่า กล้าเชื้อ *A. aceti* ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ให้ปริมาณกรดน้ำส้มสูงที่สุด คือ 56.6 กรัม/ลิตร และเมื่อเติมปริมาณกล้าเชื้อที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความสามารถในออกซิไดซ์เอทานอลให้เป็นกรดแอซีติกได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากเกิดภาวะการแข่งขันในการเจริญ (Competition) [16] แต่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 204 (พ.ศ.2543) เรื่อง คุณภาพหรือมาตรฐานน้ำส้มสายชู โดยน้ำส้มสายชูต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า ร้อยละ 0.5 และมีกรดแอซีติกมากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 4 [7] ดังนั้น จึงเลือก *A.aceti* TBRC 474 ที่สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด คือ ร้อยละ 4.10 (w/v) และมีปริมาณแอลกอฮอล์คงเหลือ คือ ร้อยละ 0.10 (v/v) ลักษณะน้ำส้มสายชูที่ได้มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม กลิ่นไม่ฉุน มีความเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู และนำไปศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวต่อไป

4.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ศึกษาปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่เหมาะสมในเครื่องดื่ม โดยนำน้ำเชื่อมข้าวที่ผลิตโดยการย่อยข้าวด้วยเอนไซม์อะไมเลสในกระบวนการผลิตสาโทของ บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์ - เบเวอเรจ จำกัด ที่ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild, TSS) เป็น 7 องศาบริกซ์ และผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาผสมกับน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่ผ่านการคัดเลือก คือ *A. aceti* TBRC 474 ที่เติมปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 10 โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทแปรเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ได้ผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab Colorimeter ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ค่าสีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 4 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	L*	a*	b*
1	$97.88^{a} \pm 0.05$	$0.15^{c} \pm 0.15$	$4.60^{ab} \pm 0.06$
2	$96.12^{b} \pm 0.08$	$0.23^{bc} \pm 0.00$	$4.66^{ab} \pm 0.08$
3	$95.75^{c} \pm 0.13$	$0.48^{ab} \pm 0.10$	$4.91^{ab} \pm 0.04$
4	$94.21^{d} \pm 0.01$	$0.53^{a} \pm 0.07$	$4.97^{a} \pm 0.21$

หมายเหตุ : a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าความสว่าง L คือ ถ้ามีค่าที่มากแสดงว่ามีค่าความสว่างมาก (0 = สีดำ และ 100 = สีขาว)

ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และ a* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว

ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง b* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท จากการวิเคราะห์ ค่า L* ทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าสิ่งทดลองที่มีค่า L* มากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 1 คือ 97.88 ซึ่งมีผลมาจากการเติมปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 2 แต่เมื่อเติมปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทร้อยละ 8 จะทำให้สิ่งทดลอง มีค่า L* น้อยที่สุด เป็นผลมาจากสีของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่มีสีเหลืองอ่อน เมื่อเติมลงไปในปริมาณที่มากขึ้นจะมีผลต่อค่าความสว่างในผลิตภัณฑ์

ผลการวิเคราะห์ค่าสี a* และ b* ทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) พบว่าจากการวิเคราะห์ค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 0.15 – 0.53 โดยค่า a* มีค่าเป็น + ทำให้ค่าสีเป็นไปในทิศทางสีแดง ส่วนค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 4.60 – 4.97 โดยค่า b* มีค่าเป็น + ทำให้ค่าสีเป็นไปในทิศทางสีเหลือง ทั้งนี้ มีผลมาจากสีของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่มีสีเหลืองอ่อน เมื่อเติมในปริมาณที่ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 จึงทำให้ค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3.2 คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบของ 4 สิ่งทดลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท 4 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต (ร้อยละ,w/v)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด^{ns} (TSS, °Brix)	ปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบ (ร้อยละ,w/v)
1	$3.49^{a} \pm 0.00$	$0.01^{d} \pm 0.00$	7.00 ± 0.00	$0.01^{d} \pm 0.00$
2	$3.33^{b} \pm 0.00$	$0.02^{c} \pm 0.00$	7.00 ± 0.00	$0.02^{c} \pm 0.00$
3	$3.17^{c} \pm 0.00$	$0.03^{b} \pm 0.00$	7.00 ± 0.00	$0.03^{b} \pm 0.00$
4	$3.01^{c} \pm 0.00$	$0.04^{a} \pm 0.00$	7.00 ± 0.00	$0.04^{a} \pm 0.00$

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทแปรเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 ได้ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - ด่าง คือ 3.49 ± 0.00, 3.33 ± 0.00, 3.17 ± 0.00 และ 3.01 ± 0.00 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งจัดเป็นอาหารในกลุ่มที่มีลักษณะเป็นกรด (Acid Food) [64] ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต คือ ร้อยละ 0.01 ± 0.00, 0.02 ± 0.00, 0.03 ± 0.00, และ 0.04 ± 0.00 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทั้ง 4 สิ่งทดลอง คือ 7.00 ± 0.00 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบ ได้ผลเป็นค่าเช่นเดียวกับวิธีการไทเทรต

4.3.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนด้วยการประเมินทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	17	34.00
หญิง	33	66.00
รวมทั้งสิ้น	50	100.00
2. อายุ		
15 – 24 ปี	27	54.00
25 – 34 ปี	10	20.00
35 – 44 ปี	9	18.00
ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป	4	8.00
รวมทั้งสิ้น	50	100.00
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	14	28.00
อนุปริญญา / ปวส.	10	20.00
ปริญญาตรี	21	42.00
ปริญญาโท	4	8.00
ปริญญาเอก	1	2.00
รวมทั้งสิ้น	50	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียนหรือนักศึกษา	16	32.00
ข้าราชการหรือพนักงานรัฐวิสาหกิจ	5	10.00
พนักงานบริษัทเอกชน	6	12.00
เจ้าของกิจการหรือ ค้าขาย	9	18.00
อาชีพอิสระ	11	22.00
อื่นๆ (โปรดระบุ)	3	6.00
รวมทั้งสิ้น	50	100.00

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม	ความถี่	ร้อยละ
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	16	32.00
15,001 - 20,000 บาท	21	42.00
20,001 - 25,000 บาท	6	12.00
25,001 - 30,000 บาท	6	12.00
มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป	1	2.00
รวมทั้งสิ้น	50	100.00

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.00 โดยส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 15-24 ปี มากที่สุด ร้อยละ 54.00 รองลงมา คือ 25-34 ปี ร้อยละ 20.00 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 42.00 รองลงมา คือ มัธยมปลาย/ปวช. ร้อยละ 28.00 ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนหรือนักศึกษา ร้อยละ 32.00 รองลงมา คือ อาชีพอิสระ ร้อยละ 22.00 และผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,001 - 20,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 42.00 รองลงมา คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท ร้อยละ 32.00 ตามลำดับ

จากการประเมินความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

สิ่งทดลอง	คะแนนความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่นรสน้ำส้มสายชู	รสชาติเปรี้ยว	ความรู้สึกหลังชิม	ความชอบโดยรวม
1	$5.50^{b} \pm 0.50$	$4.60^{b} \pm 0.50$	$4.60^{b} \pm 0.49$	$5.36^{b} \pm 0.94$	$5.46^{b} \pm 0.64$	$5.74^{b} \pm 0.73$
2	$4.18^{c} \pm 0.43$	$4.02^{c} \pm 0.79$	$4.22^{c} \pm 0.73$	$5.06^{b} \pm 0.93$	$4.38^{c} \pm 0.60$	$4.46^{c} \pm 0.54$
3	$8.00^{a} \pm 0.64$	$6.80^{a} \pm 0.78$	$6.38^{a} \pm 0.60$	$8.16^{a} \pm 0.79$	$7.52^{a} \pm 0.95$	$8.04^{a} \pm 0.85$
4	$3.84^{d} \pm 0.68$	$3.86^{c} \pm 0.88$	$4.32^{c} \pm 0.65$	$3.90^{c} \pm 0.64$	$4.00^{d} \pm 0.70$	$3.72^{d} \pm 0.67$

หมายเหตุ : a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จากตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท พบว่า ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท คือ สิ่งทดลองที่ 3 มากที่สุด ที่มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท ร้อยละ 6 ผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับทิวาพร ปานพรม [54] ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มผสมน้ำสับปะรด สูตรที่เหมาะสม คือ ประกอบด้วย น้ำสับปะรด ร้อยละ 15 น้ำตาลซูคาโรส ร้อยละ 0.005 น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ขมิ้นและไวน์สับปะรด ร้อยละ 6 และน้ำผึ้ง ร้อยละ 2 และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด จะมีปริมาณน้ำส้มสายชูอยู่ที่ร้อยละ 5 - 6 [65] ดังนั้น จึงเลือกเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท ร้อยละ 6 โดยจะมีปริมาณกรดแอซีติกร้อยละ 0.03 (w/v) สาเหตุอาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ยังไม่สามารถยอมรับกลิ่นรสของน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทที่มีกลิ่นค่อนข้างแรง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของน้ำส้มสายชูได้ ทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำส้มสายชูที่น้อย จากนั้นได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

4.4 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

นำเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวสิ่งทดลองที่ 3 จากผลการทดลองข้อ 4.3 ที่มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักร้อยละ 6 ที่ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ให้การยอมรับมากที่สุด นำมาอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ (CO_2) จากนั้นนำมาบรรจุขวดขนาด 200 มิลลิลิตร นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และนำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.4.1 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ ผู้บริโภคมีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไปในเขตจังหวัดปทุมธานี จำนวน 100 คน ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน รายงานผลการสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	35	35.00
หญิง	65	65.00
รวม	100	100.00
2. อายุ		
15 - 24 ปี	44	44.00
25 - 34 ปี	40	40.00
35 - 44 ปี	12	12.00
ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป	4	4.00
รวม	100	100.00
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมปลาย	0	0.00
มัธยมปลาย / ปวช.	14	14.00
อนุปริญญา / ปวส.	25	25.00
ปริญญาตรี	57	57.00
ปริญญาโท	4	4.00
ปริญญาเอก	0	0.00
รวม	100	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียน / นักศึกษา	46	46.00
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	8	8.00
พนักงานบริษัทเอกชน	24	24.00
เจ้าของกิจการ / ค้าขาย	12	12.00
อาชีพอิสระ	6	6.00
อื่นๆ (แม่บ้าน, รับเหมาก่อสร้าง)	4	4.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.7 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	53	53.00
15,001 - 20,000 บาท	34	34.00
20,001 - 25,000 บาท	5	5.00
25,001 - 30,000 บาท	5	5.00
มากกว่า 30,001 ขึ้นไป	3	3.00
รวม	100	100.00

จากตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.00 โดยส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 15-24 ปี มากที่สุด ร้อยละ 44.00 รองลงมา คือ 25-34 ปี ร้อยละ 40.00 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 57.00 รองลงมา คือ อนุปริญญา/ปวส.ร้อยละ 28.00 ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนหรือนักศึกษา ร้อยละ 46.00 รองลงมา คือ พนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 24.00 และผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 53.00 รองลงมา คือ 15,001 – 20,000 บาท ร้อยละ 34.00 ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อมูลดำเนินการสำรวจเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว รายงานผลการสำรวจได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน

ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
1. ท่านบริโภคน้ำส้มสายชูหรือไม่		
บริโภค	100	100.00
ไม่บริโภค	0	0.00
รวม	100	100.00
2. ความถี่ในการบริโภคน้ำส้มสายชู		
1 - 2 ครั้ง / สัปดาห์	28	28.00
2 - 4 ครั้ง / สัปดาห์	34	34.00
4 - 6 ครั้ง / สัปดาห์	32	32.00
มากกว่า 6 ครั้ง / สัปดาห์	6	6.00
รวม	100	100.00
3. ท่านมักพบเจอน้ำส้มสายชูที่ผสมหรือเติมแต่งในอาหารใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ก๋วยเตี๋ยว	75	75.00
น้ำสลัด	88	88.00
อาหารตามสั่ง	73	73.00
เครื่องดื่ม	36	36.00
ซูชิ	88	88.00
อื่นๆ	0	0.00
4. ท่านรู้จักน้ำส้มสายชูประเภทใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว	94	94.00
น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล	92	92.00
น้ำส้มสายชูกลั่น	78	78.00
น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด	31	31.00
น้ำส้มสายชูเทียม	76	76.00
อื่น ๆ	0	0.00

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน (ต่อ)

ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
5. ท่านเคยทราบหรือไม่ ว่าน้ำส้มสายชูหมักมีประโยชน์ต่อสุขภาพ		
ทราบ	52	52.00
ไม่ทราบ	48	48.00
รวม	100	100.00
6. ปัจจุบันท่านมีปัญหาเรื่องสุขภาพด้านมากที่สุด		
โรคเบาหวาน	8	8.00
โรคระบบทางเดินอาหาร	67	67.00
โรคความดันโลหิต	3	5.00
โรคระบบประสาท	6	6.00
โรคหัวใจ	3	3.00
โรคอื่น ๆ	6	6.00
ไม่มีปัญหาสุขภาพใด ๆ	7	7.00
รวม	100	100.00
7. ปัจจุบันท่านดูแลสุขภาพของตัวเองอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ออกกำลังกาย	94	94.00
ปรึกษาแพทย์	92	92.00
ควบคุมการรับประทานอาหาร	78	78.00
ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ	31	31.00
รับประทานอาหารเสริม	76	76.00
อื่น ๆ	0	0.00
8. ท่านให้ความสำคัญกับอาหารและเครื่องดื่มที่ท่านรับประทานมากเพียงใด		
เน้นโภชนาการและดีต่อสุขภาพ	23	23.00
ขอให้ไม่ให้ทำลายสุขภาพเพิ่ม	35	35.00
ช่วยบรรเทาและรักษาโรคที่เป็นอยู่	15	15.00
เลือกรับประทานรสชาติอร่อย สะดวก	27	27.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน (ต่อ)

ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
9. ปัจจุบันท่านดื่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพบ่อยแค่ไหน		
ดื่มทุกวัน	21	21.00
ดื่มสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง	22	22.00
ดื่มมากกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง	26	26.00
ดื่มเดือนละครั้ง 1-3 ครั้ง	31	31.00
อื่น ๆ	0	0.00
รวม	100	100.00
10. ปัจจุบันท่านซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากช่องทางจำหน่ายใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ซุปเปอร์มาร์เกต	68	68.00
โรงพยาบาล	23	23.00
ร้านสะดวกซื้อ	61	61.00
ร้านจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ	65	65.00
ช่องทางจำหน่ายออนไลน์	44	44.00
ตลาด	17	17.00
ตัวแทนจำหน่าย	11	11.00
อื่น ๆ	0	0.00

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน (ต่อ)

ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่	ร้อยละ
11. ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (เลือกคำตอบได้เพียง 4 ข้อ)		
ราคาสมเหตุสมผล	76	76.00
พบเห็นโฆษณาในรายการทีวี	12	12.00
มีโปรโมชั่นการขายจูงใจ	37	37.00
ต้องการทดลองสินค้าใหม่	34	34.00
หาซื้อได้ง่าย / สะดวก	50	50.00
มีข้อมูลทางโภชนาการ	67	67.00
มีมาตรฐานรับรอง เช่น อย. หรือสถาบันรับรอง	45	45.00
มีการรับรองจากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	23	23.00
รูปลักษณ์ภายนอก เช่น รูปแบบบรรจุภัณฑ์	56	56.00
อื่นๆ โปรดระบุ	0	0.00

จากตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามบริโภคน้ำส้มสายชูคิดเป็นร้อยละ 100.00 ความถี่ในการบริโภค คือ 2 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 34.00 และมักพบเจอน้ำส้มสายชูที่ผสมอยู่มากที่สุด คือ ในน้ำสลัดและซูชิ คิดเป็นร้อยละ 88.00 และรู้จักน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.00 โดยผู้บริโภคทราบว่าน้ำส้มสายชูหมักมีประโยชน์ต่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 52.00 ปัจจุบันผู้บริโภคมีปัญหาเรื่องสุขภาพ คือ โรคระบบทางเดินอาหาร คิดเป็นร้อยละ 67.00 ส่วนใหญ่ผู้บริโภคดูแลสุขภาพของตัวเองโดยการออกกำลังกาย คิดเป็นร้อยละ 94.00 และให้ความสำคัญกับอาหารเครื่องดื่ม คือ ขอให้ไม่ให้ทำลายสุขภาพเพิ่ม คิดเป็นร้อยละ 35.00 ผู้บริโภคดื่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 26.00 โดยเลือกซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากช่องทางจัดจำหน่ายมากที่สุด คือ ซุปเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 68.00 ปัจจัยที่ทำให้ตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากที่สุด คือ ราคาสมเหตุสมผล คิดเป็นร้อยละ 76.00 รองลงมา ต้องมีข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการคิดเป็นร้อยละ 67.00

ส่วนที่ 3 ข้อมูลคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ในเขตปทุมธานี ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-Point Hedonic Scale) รายงานผลการสำรวจได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

การทดสอบความชอบของผู้บริโภค	ค่าเฉลี่ยความชอบ	การแปรผลค่าเฉลี่ย
ลักษณะที่ปรากฏ	7.40 ± 0.91	ชอบปานกลาง
สี	7.06 ± 0.66	ชอบปานกลาง
กลิ่นรสน้ำส้มสายชู	7.30 ± 0.56	ชอบปานกลาง
รสหวาน	7.33 ± 0.83	ชอบปานกลาง
รสชาติเปรี้ยว	7.44 ± 0.90	ชอบปานกลาง
ความซ่า	7.48 ± 0.64	ชอบปานกลาง
ความชอบโดยรวม	7.74 ± 0.79	ชอบปานกลาง

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.9 พบว่า คะแนนการทดสอบความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ในเขตปทุมธานี โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-Point Hedonic Scale) ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 ± 0.79 รองลงมา ด้านความซ่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 ± 0.64 รสชาติเปรี้ยว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 ± 0.90 ลักษณะที่ปรากฏ 7.40 ± 0.91 รสหวาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 ± 0.83 กลิ่นรสน้ำส้มสายชู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 ± 0.56 และสี 7.06 ± 0.66 ตามลำดับ ซึ่งค่าคะแนนอยู่ในระดับความชอบปานกลาง แสดงว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

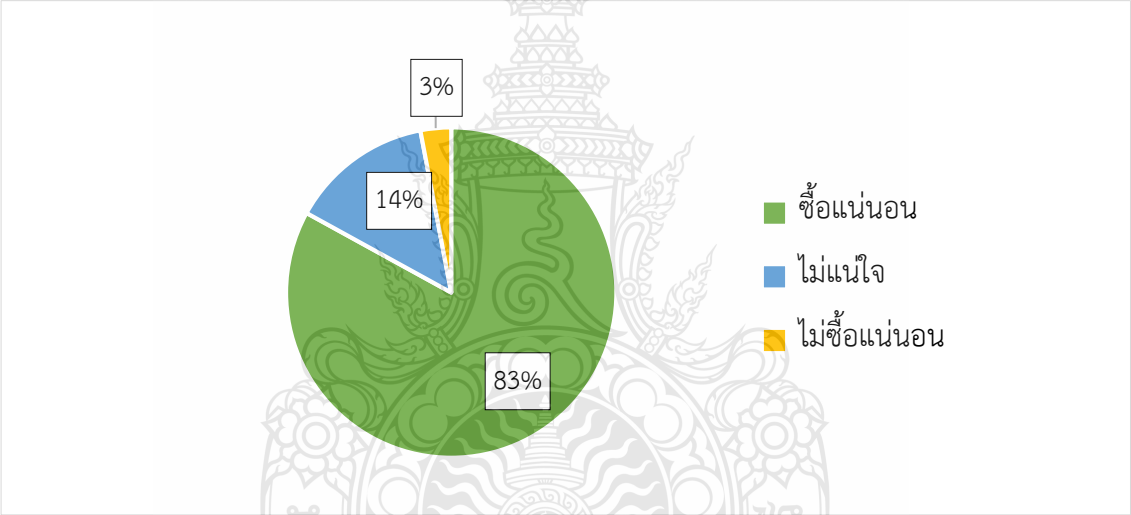
จากข้อมูลคะแนนค่าเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ในเขตปทุมธานี ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 5 (5-Point Hedonic Scale) รายงานผลการสำรวจได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คะแนนค่าเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

การยอมรับของผู้บริโภค	$\bar{x}$ ± S.D.	การแปลผลค่าเฉลี่ย
การยอมรับของผู้บริโภค	3.36 ± 0.61	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.10 ระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ± 0.61

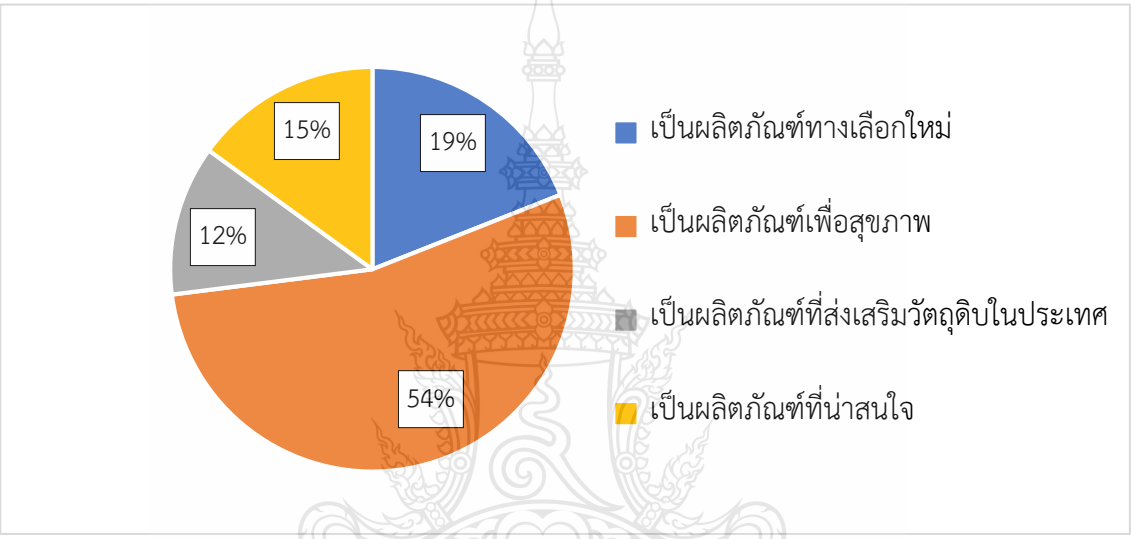
จากนั้นทำการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แล้วสอบถามการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

จากรูปที่ 4.5 เมื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภค ถึงประโยชน์ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว สามารถช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นความอยากอาหาร ส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียม [6] และยังมีการนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารได้อีกมากมาย น้ำส้มสายชูหมักที่จะนำมาบริโภคจะต้องเป็นของเหลวที่ปราศจากสีและสิ่งเจือปน [7] อีกทั้งมีส่วนผสมจากน้ำเชื่อมข้าว (Rice Syrup) เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ผลิตจากข้าวขาว ข้าวกล้องหรือข้าวอินทรีย์ ที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ทำให้ได้น้ำเชื่อมข้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าน้ำเชื่อมทั่วไป เพราะมีไฟเบอร์สูง ไม่มี

กลูเตน และสารที่ก่อให้เกิดการแพ้ ไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินเพิ่มสูงขึ้น เพราะหลังจากการบริโภคน้ำเชื่อมข้าว คาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ที่กล้ามเนื้อทำให้เกิดการเผาผลาญเพียงแค่บางส่วน ซึ่งแตกต่างจากคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งอื่น ๆ ที่ร่างกายเผาผลาญได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น [18] มีผลทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ คือ ซื้อแน่นอน จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 83.00 รองลงมาคือ ไม่แน่ใจ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 14.00 และไม่ซื้อแน่นอน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.00 โดยเหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

จากรูปที่ 4.6 ผู้บริโภคได้ให้เหตุผลที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 54.00 ซึ่งเครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูหมักเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ดื่มแล้วจะรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ให้ความสดชื่น และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ [43] และน้ำส้มสายชูหมัก สามารถช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิต [5] ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นความอยากอาหาร ส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียม [6] ซึ่งเป็นเหตุผลทำให้ผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา คือ เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 19.00 เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมวัตถุดิบในประเทศ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

การตอบแบบสอบถามปลายเปิด ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว ประกอบด้วย ควรมีรสชาติที่หลากหลาย เช่น รสผลไม้รวม ลิ้นจี่ เสาวรส ฯลฯ และควรพัฒนาบรรจุภัณฑ์เป็นขวดพลาสติกให้พกพาได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างทุก ๆ สัปดาห์ และวิเคราะห์คุณภาพ เคมี และจุลินทรีย์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ระยะเวลา	อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส)		
(สัปดาห์)	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	$95.76^{a} \pm 0.01$	$0.49^{k} \pm 0.01$	$4.92^{j} \pm 0.01$	$95.76^{a} \pm 0.01$	$0.49^{k} \pm 0.01$	$4.91^{j} \pm 0.01$
1	$94.64^{c} \pm 0.01$	$1.74^{i} \pm 0.01$	$5.61^{h} \pm 0.01$	$94.83^{b} \pm 0.01$	$1.23^{j} \pm 0.01$	$5.22^{i} \pm 0.01$
2	$90.24^{g} \pm 0.01$	$2.02^{g} \pm 0.01$	$6.26^{f} \pm 0.02$	$93.86^{d} \pm 0.01$	$1.77^{h} \pm 0.01$	$5.89^{g} \pm 0.01$
3	$89.63^{h} \pm 0.01$	$2.52^{e} \pm 0.01$	$7.97^{c} \pm 0.01$	$92.86^{e} \pm 0.01$	$2.08^{f} \pm 0.01$	$6.25^{f} \pm 0.01$
4	$87.52^{j} \pm 0.01$	$2.99^{b} \pm 0.01$	$8.43^{b} \pm 0.01$	$90.70^{f} \pm 0.01$	$2.56^{d} \pm 0.01$	$6.89^{e} \pm 0.01$
5	$85.67^{k} \pm 0.01$	$3.42^{a} \pm 0.01$	$8.86^{a} \pm 0.01$	$89.21^{i} \pm 0.00$	$2.94^{c} \pm 0.00$	$7.05^{d} \pm 0.02$

หมายเหตุ : a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าความสว่าง L* คือ ถ้ามีค่าที่มากแสดงว่ามีค่าความสว่างมาก (0 = สีดำ และ 100 = สีขาว)

ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และ a* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว

ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง b* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.11 เมื่อนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างทุก ๆ สัปดาห์ หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี พบว่า เครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) มีค่า L* ค่าความสว่างสัปดาห์ 0 – 5 คือ 95.76 - 85.67 และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) คือ 95.76 - 89.21 จะสังเกตได้ว่าเครื่องดื่มที่เก็บทั้งสองอุณหภูมิ มีค่าความสว่างลดน้อยลง ส่วนค่า a* ค่าสีแดงของเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) สัปดาห์ที่ 0 – 5 คือ 0.49 - 3.42 และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) คือ 0.49 - 2.94 ทำให้เครื่องดื่มมีค่าสีแดงที่เพิ่มมากขึ้น และมีค่า b* ค่าสีเหลืองของเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) สัปดาห์ที่ 0 – 5 คือ 4.92 - 8.86 และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) b* คือ 4.91 - 7.05 มีผลให้เครื่องดื่มมีค่าสีเหลืองที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองอุณหภูมิ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L* a* และ b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีในผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ต้องเก็บรักษาอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) ไม่เกิน 4 สัปดาห์ จะทำให้ค่าสีไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพทางจุลินทรีย์ที่สามารถเก็บรักษาได้ ไม่เกิน 4 สัปดาห์ เช่นกัน

4.5.2 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter, ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยการไทเทรต [61], ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Soild ; TSS) โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer และปริมาณกรดแอซีติก โดยใช้ชุดทดสอบกรดแอซีติกด้วยเอนไซม์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส)				อุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส)			
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต^{ns} (ร้อยละ,w/v)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix)	ปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบ^{ns} (ร้อยละ,w/v)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต^{ns} (ร้อยละ,w/v)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix)	ปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบ^{ns} (ร้อยละ,w/v)
0	3.17^{a} ± 0.01	0.03 ± 0.00	7.01^{a} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.18^{a} ± 0.01	0.03 ± 0.00	7.01^{a}± 0.01	0.03 ± 0.00
1	3.10^{d} ± 0.00	0.03 ± 0.00	6.91^{b} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.15^{b} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.91^{b} ± 0.01	0.03 ± 0.00
2	3.09^{ef} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.81^{c} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.12^{c} ± 0.00	0.03 ± 0.00	6.81^{c} ± 0.01	0.03 ± 0.00
3	3.05^{g} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.71^{d} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.12^{c} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.71^{d} ± 0.01	0.03 ± 0.00
4	3.03^{h} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.51^{f} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.10^{de}± 0.01	0.03 ± 0.00	6.71^{d} ± 0.01	0.03 ± 0.00
5	3.00^{i} ± 0.01	0.03 ± 0.00	6.41^{g} ± 0.01	0.03 ± 0.00	3.08^{f} ± 0.00	0.03 ± 0.00	6.61^{e} ± 0.01	0.03 ± 0.00

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

a,b,c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.12 พบว่า เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีแนวโน้มสูงขึ้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง เกิดจากการที่แบคทีเรียเริ่มสร้างกรดในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี (L* a* และ b*) ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต และปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 สัปดาห์

4.5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count ; TPC) โดยวิธี Spread Plate [62] และตรวจสอบปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and Mold) โดยวิธี Spread Plate [62] ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส)	
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์รา (CFU/ml)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์รา (CFU/ml)
0	ND	ND	ND	ND
1	ND	ND	ND	ND
2	ND	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	ND
4	44	2	24	4
5	7.9×10^2	1.9×10^2	3.0×10^2	38

หมายเหตุ : ND = ไม่มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา

จากตารางที่ 4.13 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาไม่เกิน 4 สัปดาห์ หรือ 28 วัน เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 4 ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา แต่ยังอยู่ในเกณฑ์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ที่ปลอดภัย

เป็นไปตามข้อกำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 346) พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม ต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number) และตรวจพบยีสต์และเชื้อราน้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) และ ข้อ 3 (3) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที [66]

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ อีกทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ ซึ่งสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากสาโทเหลือทิ้งในอุตสาหกรรม

กากสาโทของบริษัท ไทยโปรดักส์แอนด์เบเวอเรจ จำกัด มีค่าความชื้นร้อยละ 93.27 ค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 10.80 ไขมันร้อยละ 0.02 โปรตีนร้อยละ 64.26 เถ้าร้อยละ 0.17 ความเป็นกรด-ด่าง 3.40 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix) 8.0 องศาบริกซ์, ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 3.70 โดยปริมาตร (v/v) จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้กากสาโทมีสารอาหารที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดแอซีติกได้

5.1.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

จากการทดลองชนิดของเชื้อแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ และปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมแปรเป็น 3 ระดับ ผลปรากฏว่า *A.aceti* TBRC 474 ที่ปริมาณกล้าเชื้อร้อยละ 10 สามารถผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด คือ ร้อยละ 4.10 (w/v) และมีปริมาณแอลกอฮอล์คงเหลือ คือ ร้อยละ 0.10 (v/v) ลักษณะน้ำส้มสายชูที่ได้มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม กลิ่นไม่ฉุน มีความเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู

5.1.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

จากการศึกษา พบว่า สูตรที่เหมาะสมมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทร้อยละ 6 ค่าสี คือ L* 95.75 ± 0.13 a* 0.48 ± 0.10 และb* 4.91 ± 0.04 ความเป็นกรด-

ด่าง (pH) คือ 3.17 ± 0.00 ปริมาณกรดแอซีติกด้วยการไทเทรต (w/v) คือ ร้อยละ 0.03 ± 0.00 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS, °Brix) คือ 7.00 ± 0.00 และปริมาณกรดแอซีติกโดยใช้ชุดทดสอบได้ผลเช่นเดียวกันกับการไทเทรต

จากการประเมินความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม และความชอบโดยรวม สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีปริมาณน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทร้อนละ 6 ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด คือ 8.00 ± 0.64, 6.80 ± 0.78, 6.38 ± 0.60, 8.16 ± 0.79, 7.52 ± 0.95 และ8.04 ± 0.85 ตามลำดับ

5.1.4 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ ผลจากการศึกษา โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสน้ำส้มสายชู รสชาติเปรี้ยว ความรู้สึกหลังชิม และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนในด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 ± 0.79 รองลงมา คือ ด้านความซ่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 ± 0.64 รสชาติเปรี้ยว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 ± 0.90 ลักษณะที่ปรากฏ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.40 ± 0.91 รสหวาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 ± 0.83 กลิ่นรสน้ำส้มสายชู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 ± 0.56 และด้านสี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.06 ± 0.66 ตามลำดับ และระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-Point Hedonic Scale) กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ± 0.61 เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามได้รับข้อมูลประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ จึงตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 83 โดยเหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 54.00

5.1.5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าวอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาไม่เกิน 4 สัปดาห์ หรือ 28 วัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ที่ปลอดภัยเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว โดยมีข้อเสนอแนะในขั้นตอนการดำเนินงานและส่วนที่ควรจะเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการทดลองที่ได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.2.1 ควรศึกษาการผลิตในระดับโรงงานต้นแบบ เพื่อยืนยันสภาวะการหมักด้วยปัจจัยที่ได้ค่าจากผลการทดลอง เพื่อให้สามารถผลิตเครื่องดื่มในระดับอุตสาหกรรมได้

5.2.2 ควรเพิ่มเติมรสชาติจากผลไม้ชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการต้องผู้บริโภค

5.2.3 ควรศึกษาส่วนประสมทางการตลาด (4P) ของผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย

บรรณานุกรม

[1] ปรีชา มณีศรี, “น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์เปรี้ยว (Vinegar),” *วารสารศูนย์บางพระ*, ฉบับที่ 1, 42 – 46, 2538.

[2] จุฑามาศ มณีวงค์, “การผลิตน้ำส้มสายชูจากสาโท,” รายงานการวิจัย, ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2551.

[3] S. Mazza, Y. Murooka, “Vinegars Through the Ages,” *Vinegars of the World*, L. Solieri and P. Giudici, Eds., ed, Milano : Springer, 2009, pp. 17-39.

[4] ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์, *อุตสาหกรรมอาหารหมักดอง*, กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

[5] C. H. Chou, C. W. Liu, D. J. Yang, Y. H. Wu, Y. C. Chen, “Amino acid, mineral, and polyphenolic profiles of black vinegar, and its lipid lowering and antioxidant effects in vivo,” *Food Chemistry*, vol. 168, pp. 63-69, 2015.

[6] มาลัย บุญรัตนกรกิจ และฉกามาศ วงศ์ข้าหลวง, “การผลิตน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม,” เอกสารประกอบการฝึกอบรม, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2552.

[7] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.), “คุณภาพหรือมาตรฐานน้ำส้มสายชู,” ประกาศกระทรวงฉบับที่ 204, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพมหานคร, 2543.

[8] ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย, *ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร*. ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, 2548.

[9] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, *เทคโนโลยีของแป้ง*, พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[10] *โครงสร้างอะไมโลส, (ออนไลน์)*, (ม.ป.ป), สืบค้นจาก: http://www.foodnetworksolution.com /wiki/word/0184/amylose-อะไมโลส, (25 มกราคม 2563).

[11] *โครงสร้างอะไมโลเพคติน, (ออนไลน์)*, (ม.ป.ป), สืบค้นจาก: http://www.foodnetworksc .com/wiki/word/0566/amylopectin- อะไมโลเพกทิน, (25 มกราคม 2563).

[12] คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559.

[13] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสาโท (มผช.3/2546), กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2546.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[14] *ลูกแป้งสาโท, (ออนไลน์)*, 2559, สืบค้นจาก: https://puechkaset.com/ ลูกแป้ง/, (25 มกราคม 2563).

[15] วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต, *เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม*. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์, 2532.

[16] นภา โล่ห์ทอง, *กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต*, พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, 2537.

[17] ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์ และสุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์, *กระบวนการและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตอาหารหมัก*. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.

[18] นพวรรณ เดชรักษา, “การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำเชื่อมข้าวเหนียว,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2558.

[19] C. W. Bamfort, *Food Fermentation and Micro-organisms*, USA : Blackwell Publishing, 2005.

[20] Robert W. Hutkins, *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, USA : Blackwell Publishing, 2006.

[21] มณชัย เดชสังกรานนท์, “เทคโนโลยีชีวภาพกับวิถีไทยสู่ครัวโลก,” *เกษตรแปรรูป2,* หน้า 106-109, 2547.

[22] M. R. Adams, *Vinegar in Microbiology of Fermented Foods*. London : Elsevier Applied Science Publishers, 1985.

[23] ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล, *ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก,* ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์. นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2548.

[24] B. J. B. Wood, *Microbiology of Fermented Foods.Vol. 1.* Scotland : Elsevier Applied Science Publishers, 1985.

[25] กองบรรณาธิการเกษตรกรรมธรรมชาติ, “จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักน้ำส้มสายชู,” *วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ,* ฉบับที่ 11, หน้า 50, 2548.

[26] ดุษณี ธนะบริพัฒน์, *จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม*, พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

[27] พรพรรณ รพี, *โภชนาการเพื่อสุขภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุขภาพใจ, 2537.

[28] สัณฐานวิทยาของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*, (ออนไลน์), 2563, สืบค้นจาก: https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae, (23 มกราคม 2563).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[29] R. J. Allgeier and F. M. Hildebrandt, "Newer developments in vinegar manufacture," *Advances in Applied Microbiology*, vol. 2, pp. 163-182, 1960.

[30] J. De Ley, M. Gillis and J. Swings, "Family Acetobacteraceae," *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, N. R. Krieg and J. G. Holt, Eds., Baltimore : The Williams and Wilkin Co., 1984.

[31] H. Shimizu, K. Miyai, H. Matsushisa, E. Iwasaki and M. Tomoyeda, "Effect of ethanol on acetic acid oxidation by Acetobacter aceti," *European Journal of Applied Microbiology,* vol. 3, pp. 303-311, 1977.

[32] กำเนิด สุภัณวงษ์, *จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2534.

[33] *สัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรีย Acetobacter aceti, (ออนไลน์)*, 2559, สืบค้นจาก: https://fineartamerica.com/featured/1-acetobacter-aceti-bacteria-scimat.html (23 มกราคม 2563).

[34] วารุณี ประดิษฐ์ศรีกุล, *เทคโนโลยีการหมักดอง*. พระนครศรีอยุธยา : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545.

[35] M. R. R Rao, "Acetic acid bacteria," *Review of Microbiology*, vol. 11, pp. 317-337, 1957.

[36] S. Ohmori, T. Uozumi and T. Beppu, "Loss of Acetic Acid Resistance and Ethanol Oxidizing Ability in an Acetobacter Strain," *Journal Agricultural and Biological Chemistry.*, vol. 46, No. 2, pp. 381-389, 1982.

[37] รสสุคนธ์ เหล่าไพบูลย์, "การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมต่อวิธีการผลิตแบบต่าง ๆ," ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

[38] J. Osuga, A. Mori and J. dato, "Acetic Acid production by immobilized *Acetobacter aceti* cell entrapped in a K-Carrageenan gel," *Journal of Fermentation Technology,* vol. 62, pp. 139-149, 1984.

[39] H. Ebner, "Vinegar," in *Prescott, Dunn's. Industrial microbiology*. 4thed. Germany : G. Reed, 1982, pp. 802-834.

[40] C. W.Bamfort, *Food Fermentation and Micro-organisms*, USA : Blackwell Publishing, 2006.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[41] G. B. Nickol, "Vinegar," in *Microbiology technology*. 2nded. New York : Academic Press, 1979, pp. 155-172.

[42] O. Hromatka and H. Ebner, "Vinegar by submerged oxidative fermentation," *Journal* of *Industrial* and *Engineering Chemistry*, vol. 51, No. 10, pp. 1279-1280, 1959.

[43] MGR Online, *Fruit Vinegar Drink เครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูผสมน้ำผลไม้, (ออนไลน์)*, 2554, สืบค้นจาก: http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9540000091065, (18 มีนาคม 2563).

[44] S. Belsinger and T. M. Wilcox, "Drinking Vinegars," *Herbarist,* vol. 82, pp. 4-9, 2016.

[45] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, *ตลาดเครื่องดื่มไร้แอลกอฮอล์ปี 64 (ออนไลน์),* 2564, สืบค้นจาก: https://brandinside.asia/non-alcoholic-beverage-in-2021-will-reach-200-billion-baht/, (25 ตุลาคม 2564).

[46] ประสงค์สม ปุญยอุปพันธ์, *การผลิตเครื่องดื่มและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์*. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

[47] M. B Jacobs, *Carbonated Beverages*, New York : Chemical Publishing Co., Inc., 1959.

[48] J. G. Woodroof and G. F. Philips, *Beveragas : Carbonated and non Carbonated*, Westport, Connecticut : AVI Publishing Co., Inc., 1981.

[49] นภมณฑล สุดทางธรรม, "การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดแอซีติกจาก A.aceti TISTR 102," ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[50] สุภกาญจน์ พรหมขันธ์, ศุกฤชชญา สัพโพ และพัชริน อุทัยสา, "การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเม่าแดง," รายงานการวิจัย, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร, 2553.

[51] ประวีณา ลาภา, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำกล้อง," ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[52] มัลลิกา บุญมี และพัฒนา เหล่าไพบูลย์, “การศึกษาการผลิตกรดแอซีติกจากเอทานอลโดยวิธีทางชีวภาพและความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม,” รายงานฉบับสมบรูณ์ โครงการวิจัยการส่งเสริมการผลิตและจำหน่ายเอทานอล ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

[53] ศุภาวิชญ์ฐา สุวรรณแพทย์. “การผลิตน้ำส้มสายชูหมักแบบต่อเนื่องจากไวน์สับปะรด,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

[54] ทิวาพร ปานพรม. “การพัฒนาน้ำส้มสายจากขมิ้นชัน,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557.

[55] เกศรินทร์ ไกลถิ่น. “การใช้ข้าวตกเกรดสำหรับการผลิตน้ำส้มสายชูข้าว,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2557.

[56] กุลวดี คตชนะเลขา. “การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำเวย์เต้าหู้และน้ำเวย์เนยแข็ง,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.

[57] นิภา พวงทอง. “การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากลิ้นจี่ กระท้อนพื้นบ้านและกระเจี๊ยบ,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2551.

[58] มณชัย เดชสังกรานนท์, อมรรัตน์ สีสุกอง และหทัยรัตน์ ปิ่นแก้ว. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตไซรัปจากข้าวหอมมะลิไทยด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ,” รายงานการวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, 2550.

[59] เมตตา เถาว์ชาลี. “การผลิตพรีไบโอติคโอลิโกแซคคาไรด์จากข้าวเหนียวงอก พันธุ์พื้นเมืองไทยเพื่อการผลิตไซรัปข้าวกล้องงอก,” รายงานการวิจัย, สาขาวิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.

[60] เอื้องพลอย ใจลังกา. “การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.

[61] A.O.A.C., Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol.1, 15th ed., Washington D.C.,2016.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[62] FDA., Bacteriological Analytical Manual (BAM), Aerobic Plate Count, Yeast and Mold, : U.S. Food and Drug Administration, 2001.

[63] มะลิวัลย์ ชิ่วสุวรรณ. “การแยกและการคัดกรองจุลินทรีย์เพื่อการผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำผึ้ง,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556.

[64] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, อาหารเป็นกรด (ออนไลน์), ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0583/acid-food-อาหารเป็นกรด, (20 มกราคม 2564).

[65] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, เครื่องดื่มจากน้ำส้มสายชูผสมน้ำผลไม้ (ออนไลน์), ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก:http://www.ifrpd.ku.ac.th/th/products/ifrpd-fruit.php, (5 กุมภาพันธ์ 2564).

[66] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท, สืบค้นจาก:http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P356.pdf, (23 เมษายน 2564).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

แบบสอบถามความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว เพื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ อนึ่งผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุดเพื่อความถูกต้องของผลการศึกษา ข้อมูลของท่านนั้นจะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีการเปิดเผยชื่อ - สกุลของผู้ทำแบบสอบถามซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น อันเป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์แห่งปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิตของนางสาวรมิตา เรือนสังข์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยทำการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว ซึ่งแบบสอบถามจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์

โดยกรุณาระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเลือกในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

นางสาวรมิตา เรือนสังข์

ผู้ดำเนินการวิจัย

แบบสอบถามผู้บริโภค

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง A ☐

2. อายุ

☐ 15 - 24 ปี ☐ 25 - 34 ปี B ☐

☐ 35 - 44 ปี ☐ ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมปลาย ☐ มัธยมปลาย / ปวช. C ☐

☐ อนุปริญญา / ปวส. ☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ D ☐

☐ พนักงานบริษัทเอกชน ☐ เจ้าของกิจการ / ค้าขาย

☐ อาชีพอิสระ ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท E ☐

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,001 - 30,000 บาท

☐ มากกว่า 30,001 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความชอบของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีระดับคะแนนดังต่อไปนี้

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

คำแนะนำ : กรุณาดื่มน้ำเปล่าก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
	526	**213**	**894**	**140**
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่นรสน้ำส้มสายชู				
รสชาติเปรี้ยว				
ความรู้สึกหลังชิม				
ความชอบโดยรวม				

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทและการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว อนึ่งผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อความถูกต้องของผลการศึกษาและข้อมูลของท่านนั้นจะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีการเปิดเผยชื่อ - สกุลของผู้ทำแบบสอบถาม ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้นอันเป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์แห่งปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ของนางสาวรมิตา เรือนสังข์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว ซึ่งแบบสอบถามจะประกอบด้วย 4 ส่วน จำนวนทั้งหมด 6 หน้า โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

โดยกรุณาระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเลือกในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

นางสาวรมิตา เรือนสังข์

ผู้ดำเนินการวิจัย

แบบสอบถามผู้บริโภค

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง A ☐

2. อายุ

☐ 15 - 24 ปี ☐ 25 - 34 ปี B ☐

☐ 35 - 44 ปี ☐ ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาสูงสุด

☐ ต่ำกว่ามัธยมปลาย ☐ มัธยมปลาย / ปวช. C ☐

☐ อนุปริญญา / ปวส. ☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ D ☐

☐ พนักงานบริษัทเอกชน ☐ เจ้าของกิจการ / ค้าขาย

☐ อาชีพอิสระ ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท E ☐

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,001 - 30,000 บาท

☐ มากกว่า 30,001 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.1 ท่านบริโภคน้ำส้มสายชูหรือไม่

☐ บริโภค F ☐

☐ ไม่บริโภค

2.2 ความถี่ในการบริโภคน้ำส้มสายชู

☐ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 4-6 ครั้ง/สัปดาห์ G ☐

☐ 2-4 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ มากกว่า 6 ครั้ง/สัปดาห์

2.3 ท่านมักพบเจอน้ำส้มสายชูที่ผสมหรือเติมแต่งในอาหารใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ก๋วยเตี๋ยว ☐ น้ำสลัด H1 ☐ H2 ☐

☐ อาหารตามสั่ง ☐ เครื่องดื่ม H3 ☐ H4 ☐

☐ ซูชิ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... H5 ☐ H6 ☐

2.4 ท่านรู้จักน้ำส้มสายชูประเภทใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ☐ น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล I1 ☐ I2 ☐

☐ น้ำส้มสายชูกลั่น ☐ น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด I3 ☐ I4 ☐

☐ น้ำส้มสายชูเทียม ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ..... I5 ☐ I6 ☐

2.5 ท่านเคยทราบหรือไม่ ว่าน้ำส้มสายชูหมักมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

☐ ทราบ J ☐

☐ ไม่ทราบ

2.6 ปัจจุบันท่านมีปัญหาเรื่องสุขภาพด้านมากที่สุด

☐ โรคเบาหวาน ☐ โรคระบบทางเดินอาหาร K ☐

☐ โรคความดันโลหิต ☐ โรคระบบประสาท

☐ โรคหัวใจ ☐ โรคอื่น ๆ โปรดระบุ.....

☐ ไม่มีปัญหาสุขภาพใด ๆ

2.7 ปัจจุบันท่านดูแลสุขภาพของตัวเองอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ออกกำลังกาย ☐ ปรึกษาแพทย์ L1 ☐ L2 ☐

☐ ควบคุมการรับประทานอาหาร ☐ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ L3 ☐ L4 ☐

☐ รับประทานอาหารเสริม ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ..... L5 ☐ L6 ☐

2.8 ท่านให้ความสำคัญกับอาหารและเครื่องดื่มที่ท่านรับประทานมากเพียงใด

☐ เน้นโภชนาการและดีต่อสุขภาพ ☐ ขอให้ไม่ให้ทำลายสุขภาพเพิ่ม M ☐

☐ ช่วยบรรเทาและรักษาโรคที่เป็นอยู่ ☐ เลือกรับประทานรสชาติอร่อย สะดวก

2.9 ปัจจุบันท่านดื่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพบ่อยแค่ไหน

☐ ดื่มทุกวัน ☐ ดื่มสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง N ☐

☐ ดื่มมากกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ☐ ดื่มเดือนละครั้ง 1-3 ครั้ง

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2.10 ปัจจุบันท่านซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากช่องทางจำหน่ายใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ซุปเปอร์มาร์เกต	☐ โรงพยาบาล	O1 ☐	O2 ☐
☐ ร้านสะดวกซื้อ	☐ ร้านจำหน่ายอาหาร เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ	O3 ☐	O4 ☐
☐ ช่องทางจำหน่ายออนไลน์	☐ ตลาด	O5 ☐	O6 ☐
☐ ตัวแทนจำหน่าย	☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....	O7 ☐	O8 ☐

2.11 ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (เลือกคำตอบได้เพียง 4 ข้อ)

☐ ราคาสมเหตุสมผล	☐ พบเห็นโฆษณาในรายการทีวี	P1 ☐	P2 ☐
☐ มีโปรโมชั่นการขายจูงใจ	☐ ต้องการทดลองสินค้าใหม่	P3 ☐	P4 ☐
☐ หาซื้อได้ง่าย / สะดวก	☐ มีข้อมูลทางโภชนาการ	P5 ☐	P6 ☐
☐ มีมาตรฐานรับรอง เช่น อย. หรือสถาบันรับรอง	☐ มีการรับรองจากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	P7 ☐	P8 ☐
☐ รูปลักษณ์ภายนอก เช่น รูปแบบบรรจุภัณฑ์	☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....	P9 ☐	P10☐

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตอนที่ 3 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

คำชี้แจง : โดยกรุณาระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเลือกในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

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

3.1 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่นรสน้ำส้มสายชู	
รสหวาน	
รสชาติเปรี้ยว	
ความซ่า	
ความชอบโดยรวม	

3.2 ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าวเพียงใด กรุณาระบุการยอมรับ

ระดับการยอมรับ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	Q

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูผสมน้ำเชื่อมข้าว

น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว (Rice Vinegar) สามารถช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นความอยากอาหาร ส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียม และยังมีการนำน้ำส้มสายชูหมักไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารได้อีกมากมาย น้ำส้มสายชูหมักที่จะนำมาบริโภคจะต้องเป็นของเหลวที่ปราศจากสีและสิ่งเจือปน

น้ำเชื่อมข้าว (Rice Syrup) เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ผลิตจากข้าวขาว ข้าวกล้องหรือข้าวอินทรีย์ ที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ทำให้ได้น้ำเชื่อมข้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าน้ำเชื่อมทั่วไป เพราะมีไฟเบอร์สูง ไม่มีกลูเตน และสารที่ก่อให้เกิดการแพ้ ไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินเพิ่มสูงขึ้น เพราะหลังจากการบริโภคน้ำเชื่อมข้าว คาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ที่กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการเผาผลาญเพียงแค่บางส่วน ซึ่งแตกต่างจากคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งอื่น ๆ ที่ร่างกายเผาผลาญได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น

3.3 เมื่อท่านได้รับข้อมูลประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำเชื่อมข้าวท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

☐ ซื้อแน่นอน ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่ซื้อแน่นอน R ☐

3.4 เหตุผลใดท่านจึงสนใจรับประทานผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักผสมน้ำเชื่อมข้าว

☐ เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ ☐ เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ S ☐

☐ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมวัตถุดิบในประเทศ ☐ เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

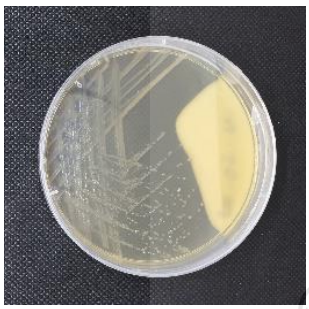
ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

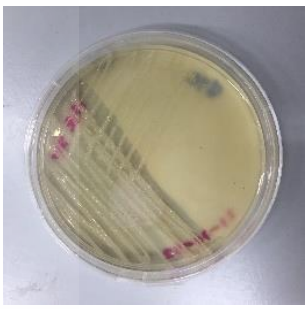
ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อ

ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อแบคทีเรียสำหรับผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

นำอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose Yeast Extract Broth (GYEB) ปริมาตรขวดละ 100 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และเย็นแล้ว





Acetobacter aceti TBRC 474 *Acetobacter aceti* TISTR 401 *Acetobacter* sp. IFRPD

นำเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ที่เลี้ยงในอาหารวุ้นแข็ง Glucose Ethanol Calcium Carbonate Agar (GECA) โดยทำการขูดเชื้อจำนวน 1 ลูป ใส่ลงอาหารเหลวเลี้ยงเชื้อ

จากนั้นนำไปเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที บ่มอุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส

Acetobacter aceti TBRC 474 *Acetobacter aceti* TISTR 401 *Acetobacter* sp. IFRPD

เมื่อทำการบ่มที่อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้กล้าเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ภาคผนวก ค

รายงานผลการวิเคราะห์

ศูนย์สิ่งแวดล้อม และทดสอบผลิตภัณฑ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เลขที่ 80 หมู่ 9
ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776054

รายงานผลการทดสอบ

รายงานผลเลขที่ : 025/2564
รหัสปฏิบัติการเลขที่ : 015-07/01/64
วันที่ออกรายงานผล : 15 มกราคม 2564

ชื่อลูกค้า : นางสาวรมิตา เรือนสังข์
ที่อยู่ : 76 หมู่ 5 ถนนวัดใหม่หน้าค่าย ตำบลรอบเวียง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000
ข้อมูลติดต่อ : โทรศัพท์ 082-4822924, ramita8550@gmail.com
วันที่รับตัวอย่าง : 7 มกราคม 2564
วันที่ทำการทดสอบ : 7-13 มกราคม 2564
ชื่อตัวอย่าง : เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมจากข้าว (C1)
อุณหภูมิขณะรับ : -
ลักษณะตัวอย่าง : อาหาร เครื่องดื่มน้ำส้มสายชู บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท : จำนวน 1 ขวด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

ลำดับ	รายการทดสอบ	ค่าที่ทดสอบได้	หน่วย	วิธีทดสอบ
1	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	44	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA-BAM, 2001 (chapter 3)
2	ยีสต์และรา	2	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA BAM, 2001 (chapter 18)

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ

ผู้ทบทวน
(นางสาวอังคณา ไพสิฐเพื่องฟู)
หัวหน้าฝ่ายจุลชีววิทยา

ผู้อนุมัติ
(นายทินกร คุณะแสงคำ)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ยกเว้นสำเนาทั้งฉบับ
รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ค่าที่ทดสอบได้เป็นไปตามสภาพตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ศูนย์สิ่งแวดล้อม และทดสอบผลิตภัณฑ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เลขที่ 80 หมู่ 9
ตำบลบ้านดู่ *อำเภอเมืองเชียงราย* จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776054

รายงานผลการทดสอบ

รายงานผลเลขที่ : 034/2564
รหัสปฏิบัติการเลขที่ : 028-18/01/64
วันที่ออกรายงานผล : 2 กุมภาพันธ์ 2564

ชื่อลูกค้า : นางสาวรมิตา เรือนสังข์
ที่อยู่ : 76 หมู่ 5 ถนนวัดใหม่หน้าค่าย ตำบลรอบเวียง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000
ข้อมูลติดต่อ : โทรศัพท์ 082-4822924, ramita8550@gmail.com
วันที่รับตัวอย่าง : 18 มกราคม 2564
วันที่ทำการทดสอบ : 18-28 มกราคม 2564
ชื่อตัวอย่าง : เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมจากข้าว (C2)
อุณหภูมิขณะรับ : -
ลักษณะตัวอย่าง : อาหาร เครื่องดื่มน้ำส้มสายชู บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท
: จำนวน 1 ขวด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

ลำดับ	รายการทดสอบ	ค่าที่ทดสอบได้	หน่วย	วิธีทดสอบ
1	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	7.9×10^{2}	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA-BAM, 2001 (chapter 3)
2	ยีสต์และรา	1.9×10^{2}	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA BAM, 2001 (chapter 18)

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ

ผู้ทบทวน
(นางสาวอังคณา ไพสิฐเพื่องฟู)
หัวหน้าฝ่ายจุลชีววิทยา

ผู้อนุมัติ
(นายทินกร คุณะแสงคำ)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ยกเว้นสำเนาทั้งฉบับ
รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ค่าที่ทดสอบได้เป็นไปตามสภาพตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ศูนย์สิ่งแวดล้อม และทดสอบผลิตภัณฑ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เลขที่ 80 หมู่ 9
ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776054

รายงานผลการทดสอบ

รายงานผลเลขที่ : 024/2564
รหัสปฏิบัติการเลขที่ : 014-07/01/64
วันที่ออกรายงานผล : 15 มกราคม 2564

ชื่อลูกค้า : นางสาวรมิตา เรือนสังข์
ที่อยู่ : 76 หมู่ 5 ถนนวัดใหม่หน้าค่าย ตำบลรอบเวียง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000
ข้อมูลติดต่อ : โทรศัพท์ 082-4822924, ramita8550@gmail.com
วันที่รับตัวอย่าง : 7 มกราคม 2564 **วันที่ทำการทดสอบ** : 7-13 มกราคม 2564
ชื่อตัวอย่าง : เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมจากข้าว (T1) **อุณหภูมิขณะรับ** : -
ลักษณะตัวอย่าง : อาหาร เครื่องดื่มน้ำส้มสายชู บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท : จำนวน 1 ขวด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

ลำดับ	รายการทดสอบ	ค่าที่ทดสอบได้	หน่วย	วิธีทดสอบ
1	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	24	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA-BAM, 2001 (chapter 3)
2	ยีสต์และรา	4	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA BAM, 2001 (chapter 18)

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ

ผู้ตรวจสอบ
(นางสาวอังคณา ไพสิฐเฟื่องฟู)
หัวหน้าฝ่ายจุลชีววิทยา

ผู้อนุมัติ
(นายทินกร คุณะแสงคำ)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ยกเว้นสำเนาทั้งฉบับ
รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ค่าที่ทดสอบได้เป็นไปตามสภาพตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ศูนย์สิ่งแวดล้อม และทดสอบผลิตภัณฑ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เลขที่ 80 หมู่ 9
ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 053-776054

รายงานผลการทดสอบ

รายงานผลเลขที่ : 033/2564
รหัสปฏิบัติการเลขที่ : 027-18/01/64
วันที่ออกรายงานผล : 2 กุมภาพันธ์ 2564

ชื่อลูกค้า : นางสาวรมิตา เรือนสังข์
ที่อยู่ : 76 หมู่ 5 ถนนวัดใหม่หน้าค่าย ตำบลรอบเวียง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000
ข้อมูลติดต่อ : โทรศัพท์ 082-4822924, ramita8550@gmail.com
วันที่รับตัวอย่าง : 18 มกราคม 2564 **วันที่ทำการทดสอบ** : 18-28 มกราคม 2564
ชื่อตัวอย่าง : เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมจากข้าว (T2) **อุณหภูมิขณะรับ** : -
ลักษณะตัวอย่าง : อาหาร เครื่องดื่มน้ำส้มสายชู บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท
: จำนวน 1 ขวด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

ลำดับ	รายการทดสอบ	ค่าที่ทดสอบได้	หน่วย	วิธีทดสอบ
1	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	3.0×10^{2}	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA-BAM, 2001 (chapter 3)
2	ยีสต์และรา	38	โคโลนีต่อมิลลิลิตร	FDA BAM, 2001 (chapter 18)

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ

ผู้ทบทวน
(นางสาวอังคณา ไพสิฐเพื่องฟู)
หัวหน้าฝ่ายจุลชีววิทยา

ผู้อนุมัติ
(นายทินกร คุณะแสงคำ)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ยกเว้นสำเนาทั้งฉบับ
รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ค่าที่ทดสอบได้เป็นไปตามสภาพตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ภาคผนวก ง
แบบตอบรับการตีพิมพ์เผยแพร่

SCA 3/4

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
WESTERN UNIVERSITY

๖๐๐ ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี ๗๑๑๗๐
๖๐๐ SRALONGRUA, HUAYKRACHAO, KANCHANABURI ๗๑๑๗๐
TEL. ๐-๓๕๖๙-๔๐๐๐ FAX. ๐-๓๕๖๙-๔๑๔๙ http://www.western.ac.th

ที่ มท.๐๓๐๐/ว.๘๔๕/๒๕๖๓

๓๑ ตุลาคม ๒๕๖๓

เรื่อง รับรองการส่งบทความเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๗

เรียน นางสาวรมิตา เรือนสังข์

ตามที่มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นร่วมกับสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเนชั่น วิทยาลัยนอร์ทเทิร์นและเครือข่ายวิจัยประชาชื่น ได้จัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๗ ในวันเสาร์ที่ ๒๘ และวันอาทิตย์ที่ ๒๙ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๗.๐๐ น. ณ อาคารคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น วิทยาเขตวัชรพล นั้น

ในการนี้มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นในฐานะผู้จัดงานขอรับรองว่าบทความเรื่อง **การคัดเลือกจุลินทรีย์เพื่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท** ได้ผ่านการพิจารณาให้เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๗ และจะได้ลงตีพิมพ์ ในเอกสารรวบรวมบทความต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัครดา เกิดประทุม)
รองอธิการบดี

สำนักวิจัยและบริการวิชาการ
โทรศัพท์. ๐-๒๕๖๓-๕๒๕๒ ต่อ ๕๐๓๗

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเนชั่น วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น และเครือข่ายวิจัยประชาชื่น
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางสาวรมิตา เรือนสังข์

ได้นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๗
วันที่ ๒๘-๒๙ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓
ณ.อาคารคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๙ เดือน พฤศจิกายน พุทธศักราช ๒๕๖๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัครดา เกิดประทุม)
รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

เดลินิวส์
Daily News
Circulation: 720,000
Ad Rate: 2,100

Section: กีฬา/การศึกษา
วันที่: จันทร์ 27 มกราคม 2563
ปีที่: - ฉบับที่: 25673 หน้า: 22(บนขวา)
Col.Inch: 115.78 คลิป: สี่สี
คอลัมน์: บอกกล่าว เล่าความ: 'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

บอกกล่าว เล่าความ

กากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงาน นำมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก ได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เครื่องดื่มสำหรับผู้รักสุขภาพ เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัย "**การใช้ประโยชน์จากกากสาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ**" *ในโครงการวิจัย* "**การพัฒนาระบบการจัดการเชิงพื้นที่ด้วยการใช้นวัตกรรม : เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการของเสียและสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี**" *โดย* **ผศ.ดร.เจริญ เจริญชัย** อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) ธัญบุรี ร่วมกับ **น.ส.รมิดา เรือนสังข์** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พร้อมด้วย **นายสุรัตน์ ยกยิ่ง** ผู้ประกอบการสุรากลั่น จังหวัดปทุมธานี แบรนด์ไทยสาโทและสุรากลั่นอังเคิลทอม

ผศ.ดร.เจริญ กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของผลงานวิจัยนี้เกิดจากปัญหาของ บริษัท ไทยโปรดักส์ แอนด์เบเวอร์เรจ จำกัด ผู้ผลิตสาโท และสุรากลั่น จากสาโท ในแบรนด์ไทยสาโท และสุรากลั่นอังเคิลทอม ซึ่งเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัดปทุมธานี ที่มีกำลังผลิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ : 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก(คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

เดลินิวส์
Daily News
Circulation: 720,000
Ad Rate: 2,100

Section: กีฬา/การศึกษา
วันที่: จันทร์ 27 มกราคม 2563
ปีที่: - ฉบับที่: 25673 หน้า: 22(บนขวา)
Col.Inch: 115.78 คลิป: สี่สี
คอลัมน์: บอกกล่าว เล่าความ: 'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

สาโทและสุรากลั่นจากข้าว 50,000 ลิตรต่อเดือน และมีเศษเหลือเป็นกากข้าวเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตที่สูงถึงประมาณ 5,000 กิโลกรัมต่อเดือน โดยกากข้าวเหลือทิ้งดังกล่าวต้องนำไปบำบัดในระบบบำบัดของบริษัท แต่ก็มีข้อจำกัดในด้านขนาดของระบบ เนื่องจากมีการขยายกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและต้องเพิ่มกำลังการผลิต นอกจากนี้บริษัทยังต้องการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากสาโท ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหลือทิ้งในกระบวนการผลิตจากความผิดพลาดในการบรรจุ รวมถึงการรั่วไหลระหว่างการขนส่ง ให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดประโยชน์อย่างมีคุณค่า จึงได้นำกากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงาน มาศึกษาวิจัยและนำมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก สู่เครื่องดื่มสุขภาพ และเพื่อจำหน่ายให้ร้านอาหารญี่ปุ่นสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร

ในการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากกากสาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนโดยสรุปคือ (1) ศึกษาคุณสมบัติของกากสาโทและนำสาโทเหลือทิ้ง ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดอะซิติก และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอะซิติกและจำนวนแบคทีเรียหลังการหมัก (3) การทดสอบทางประสาทสัมผัส (4) ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในระดับต้นแบบ จากนั้นขยายขนาดการผลิตและเก็บตัวอย่างระหว่างการหมักมาวิเคราะห์กรดอะซิติกและการเจริญของแบคทีเรีย และ (5) การทดสอบกับผู้บริโภค ด้วยการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากการทดสอบผู้บริโภค 100 คน ในระดับมากร้อยละ 50 รองลงมายอมรับมากที่สุด ร้อยละ 28 และยอมรับปานกลาง ร้อยละ 22 และบอกอีกด้วยว่า "น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวนี้ นับว่าเป็นเครื่องดื่ม ประเภทเฮลท์ตี้ดริ้งค์ ช่วยทำให้ร่างกายสดชื่น รวมถึงช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี"

ด้าน **นายสุรัตน์** กล่าวว่า นับเป็นเรื่องที่ดี ที่ทางมหาวิทยาลัยเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ โดยน้ำส้มสายชูหมักนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เสริมให้กับทางบริษัท หากนำไปเป็นส่วนผสมกับน้ำผลไม้ก็จะได้รสชาติที่อร่อยยิ่งขึ้น ซึ่งน้ำส้มสายชูหมักในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น แต่จะต้องสร้างสรรค์รสชาติให้ถูกจริตกับคนไทย ขณะเดียวกันน้ำส้มสายชูหมักยังใช้เป็นเครื่องปรุงสำคัญของอาหารอาหารญี่ปุ่น รวมถึงตำรับอาหารอื่น ๆ มากมาย

นับว่าเป็นแนวทางที่น่าสนใจสำหรับการจัดการของเหลือทิ้งและยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างแท้จริง.

อลงกรณ์ รัตตะวทิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ : 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก(คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

ไทยโพสต์
Thai Post
Circulation: 950,000
Ad Rate: 975

Section: X-CITE/Jobs
วันที่: อังคาร 21 มกราคม 2563
ปีที่: 24 ฉบับที่: 8471 หน้า: 24(เต็มหน้า)
Col.Inch: 99.12 คลิป: สี่สี
หัวข้อข่าว: วิจัย'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

วิจัย'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

นักวิจัย มทร.ธัญบุรี นำกากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงาน มาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักเพื่อเป็นเครื่องดื่มสำหรับผู้รักสุขภาพ ย้ำถึงประโยชน์สำคัญคือ ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิต

ผศ.ดร.เจริญ เจริญชัย อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) ธัญบุรี ร่วมกับ น.ส.รมิตา เรือนสังข์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พร้อมด้วย นายสุรัตน์ ยกยิ่ง ผู้ประกอบการสุรากลั่น จังหวัดปทุมธานี แบรนด์ไทยสาโทและสุรากลั่นอังเคิลทอม ศึกษาวิจัยผลงาน "การใช้ประโยชน์จากกากสาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ" ในโครงการวิจัยการพัฒนาระบบการจัดการเชิงพื้นที่ด้วยการใช้นวัตกรรม : เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการของเสียและสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

ผศ.ดร.เจริญเปิดเผยว่า จุดเริ่มต้นของผลงานวิจัยเกิดจากปัญหาของบริษัท ไทยโปรดักส์แอนด์เบเวอร์เรจ จำกัด ผู้ผลิตสาโทและสุรากลั่นจากสาโท ในแบรนด์ไทยสาโท และสุรากลั่นอังเคิลทอม ซึ่งเป็นสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ หรือโอท็อปของจังหวัดปทุมธานี ที่มีกำลังผลิตสาโทและสุรากลั่นจากข้าว 50,000 ลิตรต่อเดือน และมีเศษเหลือเป็นกากข้าวเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตที่สูงถึงประมาณ 5,000 กิโลกรัมต่อเดือน

โดยกากข้าวเหลือทิ้งดังกล่าวต้องนำไปบำบัดในระบบบำบัดของบริษัท แต่มีข้อจำกัดในด้านขนาดของระบบ เนื่องจากมีการขยายกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและต้องเพิ่มกำลังการผลิต อีกทั้งบริษัทยังมีความต้องการที่จะเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากสาโทที่เป็นของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตจากความผิดพลาดในการบรรจุ รวมถึงการรั่วไหลระหว่างการขนส่ง ให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดประโยชน์อย่างมีคุณค่า จึงได้นำกากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงานมาศึกษาวิจัยและนำมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก สู่เครื่องดื่มสุขภาพ และเพื่อจำหน่ายในร้านอาหารญี่ปุ่น สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร

การศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากกาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ : 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก(คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

ไทยโพสต์
Thai Post
Circulation: 950,000
Ad Rate: 975

Section: X-CITE/Jobs
วันที่: อังคาร 21 มกราคม 2563
ปีที่: 24 **ฉบับที่:** 8471 **หน้า:** 24(เต็มหน้า)
Col.Inch: 99.12 **คลิป:** สี่สี
หัวข้อข่าว: วิจัย'น้ำส้มสายชูหมัก' จากกากสาโทเหลือทิ้ง

สาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยสรุป คือ 1.ศึกษาคุณสมบัติของกากสาโทและนำสาโทเหลือทิ้งมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี 2.ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดอะซิติก และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอะซิติกและจำนวนแบคทีเรียหลังการหมัก

3.การทดสอบทางประสาทสัมผัส 4.ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในระดับต้นแบบ จากนั้นขยายขนาดการผลิตและเก็บตัวอย่างระหว่างการหมักมาวิเคราะห์กรดอะซิติกและการเจริญของแบคทีเรีย และ 5.การทดสอบกับผู้บริโภค ด้วยการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากการทดสอบผู้บริโภค 100 คน ในระดับการยอมรับมากที่สุด ร้อยละ 50 รองลงมายอมรับมาก ร้อยละ 28 และยอมรับปานกลาง ร้อยละ 22 และบอกอีกด้วยว่า "น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวนี้นับว่าเป็นเครื่องดื่มประเภทเฮลตี้ดริงก์ ช่วยทำให้ร่างกายสดชื่น รวมถึงช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี"

ด้านนายสุวัตน์กล่าวว่า เป็นเรื่องที่ดีอย่างยิ่งที่ มทร.ธัญบุรีได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ โดยน้ำส้มสายชูหมักนี้จะเป็นตัวเสริมให้กับทางบริษัท หากนำไปเป็นส่วนผสมในน้ำผลไม้ก็จะได้รสชาติที่อร่อยยิ่งขึ้น ซึ่งน้ำส้มสายชูหมักในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น แต่จะต้องสร้างสรรค์รสชาติให้ถูกจริตกับคนไทย ขณะเดียวกันน้ำส้มสายชูหมักยังใช้เป็นเครื่องปรุงสำคัญของอาหารญี่ปุ่น รวมถึงตำรับอาหารอื่นๆ มากมาย นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการจัดการของเหลือทิ้งและการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างแท้จริง.

สยามรัฐ
Siam Rath
Circulation: 900,000
Ad Rate: 1,050

Section: First Section/-
วันที่: อังคาร 21 มกราคม 2563
ปีที่: 70 **ฉบับที่:** 24205 **หน้า:** 1(ล่างซ้าย), 9
Col.Inch: 75.84 **คลิป:** สี่สี
คอลัมน์: ด้วยสมองและสองมือ: 'มทร.ธัญบุรี' แปรรูปจากกากสาโท สู่เครื่องดื่ม'เฮลธ์ตี้ดริงก์

ด้วยสมองและสองมือ

'มทร.ธัญบุรี' แปรรูปจาก 'กากสาโท' สู่เครื่องดื่ม ►9 'เฮลธ์ตี้ดริงก์'

'มทร.ธัญบุรี' แปรรูปจากกากสาโท สู่เครื่องดื่ม 'เฮลธ์ตี้ดริงก์

ด้วยสมองและสองมือ

อีกหนึ่งผลงานด้วยสมองและสองมือของนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่นำกากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงาน มาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักเพื่อเป็นเครื่องดื่มสำหรับผู้รักสุขภาพ

ผศ.ดร.เจริญ เจริญชัย อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) ธัญบุรี ร่วมกับ **น.ส.รมิตา เรือนสังข์** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พร้อมด้วย **นายสุรัตน์ ยกยิ่ง ผู้ประกอบการสุรากลั่น จังหวัดปทุมธานี แบรนด์ไทยสาโทและสุรากลั่นอังเคิลทอม** ศึกษาวิจัยผลงาน **'การใช้ประโยชน์จากกากสาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ'** ในโครงการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ : 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก(คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

สยามรัฐ
Siam Rath
Circulation: 900,000
Ad Rate: 1,050

Section: First Section/-
วันที่: อังคาร 21 มกราคม 2563
ปีที่: 70 **ฉบับที่:** 24205 **หน้า:** 1(ล่างซ้าย), 9
Col.Inch: 75.84 **คลิป:** สี่สี
คอลัมน์: ด้วยสมองและสองมือ: 'มทร.ธัญบุรี' แปรรูปจากกากสาโท สู่เครื่องดื่ม'เฮลธ์ตี้ดริงก์

วิจัย **'การพัฒนาระบบการจัดการเชิงพื้นที่ด้วยการใช้นวัตกรรม : เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการของเสียและสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี'**

ผศ.ดร.เจริญ เผยว่า จุดเริ่มต้นของผลงานวิจัยเกิดจากปัญหาของบริษัท ไทยโปรดักส์แอนด์เบเวอร์เรจ จำกัด ผู้ผลิตสาโท และสุรากลั่นจากสาโท ในแบรนด์ไทย สาโท และสุรากลั่นอังคิลหอม ซึ่งเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัดปทุมธานี ที่มีกำลังผลิตสาโทและสุรากลั่นจากข้าว 50,000 ลิตรต่อเดือน และมีเศษเหลือเป็นกากข้าวเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตที่สูงถึงประมาณ 5,000 กิโลกรัมต่อเดือน

ผศ.ดร.เจริญ

โดยกากข้าวเหลือทิ้งดังกล่าว ต้องนำไปบำบัดในระบบบำบัดของบริษัท แต่มีข้อจำกัดในด้านขนาดของระบบ เนื่องจากมีการขยายกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและต้องเพิ่มกำลังการผลิต อีกทั้งบริษัทยังมีความต้องการที่จะเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากสาโท ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหลือทิ้งในกระบวนการผลิต

จากความผิดพลาดในการบรรจุ รวมถึงการรั่วไหลระหว่างการขนส่งให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดประโยชน์อย่างมีคุณค่า จึงได้นำกากสาโทเหลือทิ้งจากโรงงานมาศึกษาวิจัยและนำมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมัก สู่เครื่องดื่มสุขภาพ และเพื่อจำหน่ายในร้านอาหารญี่ปุ่น สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร

ในการศึกษาวิจัย การใช้ประโยชน์จากกากสาโทเหลือทิ้งเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวด้วยปฏิกรณ์ชีวภาพ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนโดยสรุปคือ (1) ศึกษาคุณสมบัติของกากสาโทและนำสาโทเหลือทิ้ง ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดอะซิติก และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอะซิติกและจำนวนแบคทีเรียหลังการหมัก

(3) การทดสอบทางประสาทสัมผัส (4) ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในระดับต้นแบบ จากนั้นขยายขนาดการผลิตและเก็บตัวอย่างระหว่างการหมักมาวิเคราะห์กรดอะซิติกและการเจริญของแบคทีเรีย และ (5) การทดสอบกับผู้บริโภค ด้วยการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากการทดสอบผู้บริโภค 100 คน ในระดับมากร้อยละ 50 รองลงมายอมรับมากที่สุด ร้อยละ 28 และยอมรับปานกลาง ร้อยละ 22 และบอกอีกด้วยว่า "น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวนี้ นับว่าเป็นเครื่องดื่มประเภทเฮลธ์ตี้ดริงก์ ช่วยทำให้ร่างกายสดชื่น รวมถึงช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี"

ด้านนายสุรัตน์ กล่าวว่า เป็นเรื่องที่ดีอย่างยิ่ง ที่มหาวิทยาลัยได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ โดยน้ำส้มสายชูหมักนี้จะเป็นตัวเสริมให้กับทางบริษัท หากนำไปเป็นส่วนผสมกับน้ำผลไม้ก็จะได้รสชาติที่อร่อยยิ่งขึ้น ซึ่งน้ำส้มสายชูหมักในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น แต่จะต้องสร้างสรรค์รสชาติให้ถูกจริตกับคนไทย ขณะเดียวกัน น้ำส้มสายชูหมักยังใช้เป็นเครื่องปรุงสำคัญของอาหารญี่ปุ่น รวมถึงตำรับอาหารอื่นๆ มากมาย

"นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการจัดการของเหลือทิ้งและการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างแท้จริง"

อลงกรณ์ รัตตะเวทิน
"มทร.ธัญบุรี"

น้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโท

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากกากสาโทผสมน้ำเชื่อมข้าว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวรมิตา เรือนสังข์
วัน เดือน ปีเกิด	10 พฤศจิกายน 2536
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 76 หมู่ที่ 5 ตำบลรอบเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย รหัสไปรษณีย์ 57000
การศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการ เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2558 – 2560
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย
เบอร์โทรศัพท์	082-482-2924
อีเมล์	ramita_r@mail.rmutt.ac.th