

อภินันทนาการ



สำนักหอสมุด



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษกล้วยในจังหวัดพิษณุโลก :
การออกแบบโรงงานต้นแบบ และการตลาดของผลิตภัณฑ์

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ สอดจิตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานสงค์

ดร. รัตเกล้า เปรมประสิทธิ์

ดร. กนกกานต์ วีระกุล

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันลงทะเบียน..... ๒ - ก.พ. ๒๕๕๘.....

เลขทะเบียน..... ๖๖๑๐๖๐๘.....

เลขเรียกหนังสือ..... ๖ Hp.....

๗๕๖๖

๖๕๖๖

๒๕๖๖

มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๗

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ สอดจิตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์
3. ดร. รัดเกล้า เปรมประสิทธิ์
4. ดร. กนกกานต์ วีระกุล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยและการตลาดของผลิตภัณฑ์ เป็นงานวิจัยที่ช่วยลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย และเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว เป็นความร่วมมือของเทศบาล ตำบลห้วยแก้ว อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก กับมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วยมาแปรรูปเป็นน้ำส้มสายชู ผลิตภัณฑ์และหาช่องทางการตลาดในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2555 ในการวิจัย และ คณะทำงานเทศบาล ตำบลห้วยแก้ว อำเภอบางกระทุ่ม ที่ให้ความร่วมมือให้การดำเนินงานสำเร็จไปได้ด้วยดี

มกราคม 2557

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	3
เนื้อหางานวิจัย โครงการออกแบบถังหมัก	3
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	4
2. วัตถุประสงค์	4
3. ขอบเขตของโครงการ	4
4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	5
5. การทบทวนวรรณกรรม	5
6. แผนการดำเนินงานวิจัย	17
7. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	22
8. สรุปผลการทดลอง	25
9. เอกสารอ้างอิง	26
10. Output ที่ได้จากโครงการ	28
11. ภาคผนวก	63

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 7.1	ผลของอุณหภูมิในการหมักไวน์กล้วยต่อการเปลี่ยนแปลงของ แอลกอฮอล์ ความหวาน และ pH	23
ตารางที่ 7.2	ผลของความเร็วการกวนในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยต่อการเปลี่ยนแปลง ของ แอลกอฮอล์ ความหวานและ pH ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	25
ตารางที่ 7.3	กิจกรรมที่ดำเนินการในการวิจัยแนวทางการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์ น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย	48
ตารางที่ 7.4	ผลการระดมความคิดจากอำเภอบางระกำ	50
ตารางที่ 7.5	ผลการระดมความคิดจากอำเภอบางกระทุ่ม	51
ตารางที่ 7.6	ต้นทุนสินค้าทั้งหมด	54
ตารางที่ 7.7	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลก	57
ตารางที่ 7.8	พฤติกรรมการบริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู	58
ตารางที่ 7.9	ทัศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู	59



สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 7.1	ฉลากน้ำส้มสายชูจากกล้วย	52
รูปที่ 7.2	น้ำส้มสายชูจากกล้วยบรรจุขวดแก้วพร้อมฉลากขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร	52



บทสรุปผู้บริหาร

(Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย

(ภาษาอังกฤษ) Fermenter design for banana vinegar

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

1.2.1 รองศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ สอดจิตร์ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขโทรศัพท์ 055-9692742 โทรสาร 055-962703

1.2.2 ดร. กนกกานต์ วีระกุล โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

หมายเลขเบอร์โทรศัพท์ 02-4239435-6 โทรสาร 02-2445000 ต่อ 6408

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชู ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยน้ำว้าสำหรับใช้ในชุมชนกลุ่มเป้าหมาย อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับหมักไวน์ โดยแปรอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส

3.2 ออกแบบถังหมักระบบเปิดสำหรับขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชู โดยแปรระดับการกวน 3 ระดับได้แก่ 100 และ 120 rpm

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักในระดับ mass production

3.4 นำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักไวน์กล้วย โดยศึกษา อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย โดยใช้ลูกแป้งยีสต์ 5% ของน้ำกล้วยเป็นหัวเชื้อ ทำการหมักโดยใช้ถังน้ำดื่มไมโครแบนดัดแปลงติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ในการหมักใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร ออกแบบถังหมักระบบปิด สำหรับหมักไวน์ ทำการหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด คือ 13.00%

4.2 การศึกษาความเร็วรอบในการกวนที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชู โดยแปรระดับการกวน 2 ระดับ คือ 100 และ 120 rpm การหมักใช้ลูกแป้งแบคทีเรีย เป็นหัวเชื้อ ใช้หัวเชื้อ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหมัก ทำการดัดแปลงถังหมักขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว โดยใช้ไวน์กล้วยปริมาตร 18 ลิตร แอลกอฮอล์เริ่มต้น 11% pH 4.5 และความหวาน 6 °Brix ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 15 วัน พบว่าความเร็วทั้ง 2 ระดับ ทำให้เปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ลดลงแต่ได้เปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติกไม่เพิ่ม ดังนั้นการผลิตน้ำส้มสายชูจากสภาวะในการศึกษานี้ ใช้ถังหมักดัดแปลงขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้ไวน์กล้วยปริมาตร 18 ลิตร มีการกวนด้วยใบพัดที่ความเร็วรอบ 100 และ 120 rpm ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกเพิ่มขึ้น

บทคัดย่อ

การออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย (*Musa sapientum* Linn.) cv. Mali-Ong เพื่อใช้ในชุมชนกลุ่มเป้าหมายอำเภอบางกระทู้ จังหวัดพิษณุโลก โดยออกแบบถัง 2 ชนิด ได้แก่ถังหมักไวน์กล้วยและถังหมักน้ำส้มสายชู ถังหมักไวน์กล้วยเป็นถังหมักพลาสติกระบบปิด ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร ทำการหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน ศึกษาอุณหภูมิในการหมัก 3 ระดับ ได้แก่ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส พบว่าระยะเวลาหมัก 15 วัน การหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด ($p \leq 0.05$) คือ 13.00% การออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูระบบเปิด ขนาดบรรจุ ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางเช่นเดียวกับถังหมักไวน์กล้วย ศึกษาความเร็วรอบในการกวน 2 ระดับ คือ 100 และ 120 rpm พบว่าความเร็วในการกวน ทั้ง 2 ระดับ มีผลทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง แต่ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกเพิ่มขึ้น ดังนั้นความเร็วในการกวนและสภาวะในการหมักดังกล่าวไม่เหมาะสมสำหรับการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย



เนื้อหางานวิจัยการออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชู

1. ที่มาและความสำคัญ

โครงการวิจัยนี้เป็นการนำเศษกล้วยที่เหลือจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วย ซึ่งเป็นปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมของชาวจังหวัดพิษณุโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอำเภอบางกระทุ่มและอำเภอบางระกำที่เป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆจากกล้วย ถึงแม้ว่าเศษกล้วยที่เหลือจากกระบวนการผลิต กล้วยตาก กล้วยกวน กล้วยม้วน และกล้วยสอดไส้สับปะรด สามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงปลาได้ แต่มีบางส่วนกองทิ้งก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเสีย และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชนในพื้นที่ดังกล่าว โครงการนี้จึงช่วยแก้ปัญหาโดยได้นำเศษกล้วยมาเพิ่มมูลค่า ผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดนี้สามารถเพิ่มมูลค่าได้มากกว่าใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นเมื่อชุมชนมีต้นทุนทางทรัพยากรอยู่แล้ว และได้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมจากโครงการที่ผ่านมา ในโครงการนี้จึงทำการออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชู เพื่อให้ชุมชนมีถังหมักน้ำส้มสายชูที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูได้เอง

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชู ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยน้ำว่าสำหรับใช้ในชุมชนกลุ่มเป้าหมาย

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับหมักไวน์ โดยแปรอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส

3.2 ออกแบบถังหมักระบบเปิดสำหรับขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชู โดยแปรระดับการกวน 3 ระดับได้แก่ 100 และ 120 rpm

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักในระดับ mass production

3.4 ประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์

3.5 นำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

4.1 การนำวัสดุเหลือทิ้งหรือวัตถุดิบที่ด้อยมูลค่า มาเพิ่มมูลค่าเป็นการใช้ประโยชน์ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4.2 การออกแบบถังหมัก ที่มีการให้อากาศและควบคุมอุณหภูมิในถังหมัก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการหมัก

4.3 การออกแบบกระบวนการผลิตอย่างง่าย และไม่ซับซ้อนทำให้ผู้ผลิตในชุมชนสามารถทำได้ และเป็นการสร้างรายได้สำหรับชุมชนได้

5. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ ที่เกี่ยวข้อง

การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมการหมัก จำเป็นต้องเลี้ยงในภาชนะ และสามารถควบคุมสภาพต่าง ๆ ในการผลิตได้ ภาชนะนี้เรียกว่า ถังหมัก (fermenter) ถังหมักจะต้องมีการออกแบบอย่างดี โดยขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตและเครื่องมือที่ใช้ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิต (auxillary equipments)

5.1 ลักษณะของถังหมักที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ถังหมักที่ใช้ในอุตสาหกรรมควรมีลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้

5.1.1 สามารถควบคุมสภาพการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และสภาพการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี

5.1.2 สามารถใช้งานได้ง่าย

5.1.3 มีความแข็งแรงในการใช้งาน เช่น ทนต่อความดันที่เกิดขึ้นเมื่อมีอาหารเลี้ยงเชื้อในถังหมักเป็นปริมาณมาก

5.1.4 วัสดุที่ใช้ทำถังหมัก ต้องไม่กักกรองผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก รวมทั้งไม่ทำให้เกิดประจุที่เป็นพิษ (toxic ion) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

5.1.5 สามารถควบคุมหรือป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้ดี

5.1.6 ในสภาพการหมักแบบมีอากาศ ถังหมักจะต้องมีเครื่องมือที่ให้อากาศบริสุทธิ์ (sterile air) เข้าไปในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อช่วยเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในอาหาร อย่างไรก็ตามในสภาพเช่นนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นมากในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้งนี้เป็นผลมาจากเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกวน (stirring) เพื่อถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีขึ้น

5.1.7 ในกรณีที่เกิดฟองจากการหมักถัง ควรมีเครื่องมือที่ใช้ในการเติมสารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam)

5.1.8 ต้องมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (temperature control)

5.1.9 ถังหมักจะต้องมีเครื่องมือที่ช่วยทำให้ปราศจากเชื้อ หรือป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อในช่วงเก็บตัวอย่าง

5.1.10 มีเครื่องควบคุม pH เพื่อปรับ pH ในระหว่างการหมัก โดยการเติมกรดหรือด่างลงไปในอาหาร

5.2 ระบบถังหมักที่ใช้

ถังหมักที่ใช้ในอุตสาหกรรมหมัก อาจแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ถังหมักระบบปิด (closed fermenter system) และถังหมักระบบเปิด (open fermenter system)

ถังหมักระบบปิด เป็นระบบที่ส่วนประกอบที่สำคัญในการหมักสามารถนำเข้าหรือเอาออกจากระบบได้ การหมักระบบนี้มีการเติมสารอาหารลงไปในช่วงแรกของการหมักเท่านั้น เชื้อจะใช้อาหารในการเจริญเติบโตเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการเจริญเนื่องจากสารอาหารลดลงหรือเกิดการสะสมสารพิษขึ้น ซึ่งจะเห็นว่าระบบเมตาบอลิซึมของเชื้อที่ใช้ในถังหมักระบบปิดจะอยู่ในสภาพที่ไม่ยั่งยืน (transient states) การหมักระบบปิดนี้อาจเรียกว่า ระบบการหมักแบบครั้งคราว (Batch fermentation system) ก็ได้ ระบบ ถัง

หมักชนิดนี้ใช้กันมากในอุตสาหกรรม โดยที่ถังหมักขนาดเล็กใช้หมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่ราคาแพงและได้ปริมาณน้อย เช่น เอนไซม์ และสารเคมีบางชนิด ส่วนถังหมักขนาดใหญ่ใช้ในการผลิตพวกสารปฏิชีวนะ และกรดอินทรีย์บางชนิด

อย่างไรก็ตามได้มีการดัดแปลงระบบการหมักแบบครั้งคราว กล่าวคือ มีการเติมสารอาหารเพิ่มเข้าไปในระหว่างการหมักเพื่อเพิ่มปริมาณสารอาหาร (เพราะสารอาหารเดิมลดลงมาก) หรือเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์สารประกอบบางอย่าง เราเรียกกระบวนการที่ดัดแปลงนี้ว่า fed batch system เช่นในการผลิตยีสต์ขนมปัง กระบวนการนี้ก็ยังถือว่าเป็นระบบปิด (closed system) เพราะไม่มีการนำน้ำหมักออกจากระบบ

สำหรับถังหมักระบบเปิด ส่วนประกอบของระบบสามารถนำเข้าและออกจากถังหมักได้อย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ มีการนำเข้าสารอาหารอย่างต่อเนื่องในขณะเดียวกันนำเอา น้ำหมักที่ประกอบด้วยมวลชีวภาพ (biomass) พร้อมกับผลิตภัณฑ์ออกจากถังหมักอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบเป็นมวลชีวภาพและผลิตภัณฑ์จะต้องสมดุลกับอัตราการนำออกจากระบบการหมักนี้ เรียกว่า ระบบการหมักอย่างต่อเนื่อง (continuous fermentation)

5.3 การใช้และควบคุมอุปกรณ์การหมัก

อุปกรณ์การหมักมีตั้งแต่ขนาดเล็กที่ใช้ในการค้นคว้าในห้องปฏิบัติการจนถึงขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรม อุปกรณ์การหมัก สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

5.3.1 ถังหมัก

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมการหมัก มีหลายแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น ถังหมักแบบทรงกระบอก (cylindrical shape) ถังหมักที่ใช้กันอยู่ ทำด้วยวัสดุประเภทไม้ คอนกรีต โลหะปลอดสนิม (stainless steel) มีการออกแบบถังหมักแบบมาตรฐาน สัดส่วนและรายละเอียดของถังหมักทั่ว ๆ ไป สัดส่วนต่าง ๆ นี้ไม่จำเป็นต้องแน่นอนเสมอไป อาจมีค่าใกล้เคียงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของกระบวนการหมัก และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขยายถังหมักให้มีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราส่วนของระยะห่างของใบพัดในถังหมัก (D) ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของถังหมัก (D) ค่อนข้างคงที่แต่อัตราส่วนของ

ความสูงของ น้ำหมัก (Z) ต่ระยะห่างของใบพัดในถังหมัก (D) เปลี่ยนแปลงได้โดยถ้ามี Z/D มีค่ามากขึ้นในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวถังคงเดิม ส่วนจำนวนใบพัดอาจเพิ่มขึ้นได้ตามความเหมาะสมเพื่อให้สารอาหารในถังหมักคลุกเคล้ากับเซลล์จุลินทรีย์และอากาศได้ทั่วถึงทุกจุดในถัง สำหรับวัสดุที่ใช้สำหรับถังหมักขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการมักเป็นแก้วโปร่งใส เพื่อสะดวกในการสังเกตขณะทำการทดลอง การออกแบบตัวถังหมักจะเป็นชั้นเดียว การควบคุมอุณหภูมิด้วยการจุ่มลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) หรือ อ่างควบคุมด้วยแท่งวัด (probe) ของระบบทำความเย็นกับแท่งให้ความร้อน (heater) ส่วนถังหมักขนาดกลางและขนาดใหญ่มักทำเป็นตัวถัง 2 ชั้น มีท่อสำหรับให้น้ำเย็นไหลผ่านและท่อไอน้ำร้อนสำหรับฆ่าเชื้อหรือเพิ่มอุณหภูมิขึ้นตามความต้องการ โดยการคำนวณพื้นที่ผิวของท่อให้เหมาะสมกับปริมาณของอาหารเหลวในถังหมัก สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของท่อซึ่งเกิดจากการกวนและกระบวนการทางชีวภาพเคมีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก

5.3.2 ระบบควบคุมการหมัก

ระบบควบคุมการหมักประกอบด้วย

5.3.2.1 การให้อากาศ

ปกติอากาศในถังหมักได้จากอากาศจากเครื่องอัดอากาศที่ผ่านเครื่องกรองอากาศที่สามารถกรองจุลินทรีย์ได้ แผ่นกรองอากาศบางชนิดออกแบบให้มีกรอบไอน้ำล้อมรอบ เรียกว่า steam jacketed air filter ฟองอากาศที่ออกมาจะต้องมีขนาดเล็กพอสมควร เพื่อให้ออกซิเจนในอากาศซึมผ่านสู่ของเหลวได้ดี ฟองอากาศที่มีขนาดเล็กมากเกินไปจะเป็นสาเหตุให้เกิดฟองเหนือผิวอาหารเหลวในปริมาณมาก แต่ฟองอากาศที่ใหญ่เกินไปจะทำให้การซึมผ่านของออกซิเจนจากอากาศสู่อาหารเหลวไม่ดีนัก หัวพ่นที่นิยมใช้มี 3 แบบ คือ 1) single jet nozzle 2) sintered diffuser และ 3) sparger แบบแรกใช้กับถังหมักขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ ส่วนอีกสองแบบใช้กับการหมักเพื่อใช้เลี้ยงแบคทีเรียและยีสต์

5.3.2.2 การกวน

เป็นการทำให้สารอาหาร จุลินทรีย์ และอากาศคลุกเคล้ากันได้อย่างทั่วถึง ระบบการกวนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้การละลายของออกซิเจนในอาหารเหลวมีค่าสูงมีปริมาณเท่า ๆ กันทุกจุดในถังหมัก

ใบพัดที่ใช้ในถังหมัก เรียกว่า Impeller ช่วยในการตีฟองอากาศที่ผ่านเข้าไปจากถังหมักให้เป็น ฟองขนาดเล็กและแตกกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของน้ำหมัก ใบพัดจะติดตั้งอยู่ตรงกลางของถังหมัก การ หมุนของใบพัดจะใช้กำลังไฟฟ้าซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอาหาร เช่น อัตราการละลายของ ออกซิเจน ความหนืดของอาหาร และความสูงของถังหมัก นอกจากนี้ชนิดของใบพัดกวนก็มีผลต่อการกวน ใบพัดกวน (Agitator/Impeller) การกวนในถังหมักมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อให้ของเหลวในถังหมักซึ่งเป็น สารแขวนลอยของเซลล์ในอาหารเลี้ยงเชื้อสามารถผสมกันได้อย่างทั่วถึง (Uniform suspension) เพื่อ ป้องกันการตกตะกอนของเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการกระจายของฟองอากาศ ทำให้ฟองอากาศ มี ขนาดเล็กลง จึงช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทออกซิเจนได้ อีกทั้งยังช่วยในแง่ของการถ่ายเทความร้อนออกจาก ถังหมักด้วย การกวนจะอาศัยพลังงานจากใบพัดกวนที่ติดตั้งอยู่ภายในถังหมัก ชนิดของใบพัดกวนที่ใช้กัน ทั่วไป ได้แก่

- 1) Disc turbine มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลมและมีแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กๆ เชื่อมติดอยู่รอบ วงในแนวตั้งฉาก เป็นใบพัดกวนที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถตีฟองอากาศที่ถูกพ่นเข้าออกมาใน ถังหมักให้แตกกระจายออกได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่เกิด air bubble flooding ที่บริเวณแกนใบพัด
- 2) Vaned disc มีลักษณะคล้ายกับ Disc turbine แต่มีแผ่นสี่เหลี่ยมโลหะเล็กๆ ที่ เชื่อมติดอยู่รอบวงเฉพาะด้านล่างของแผ่น disc ในแนวตั้งฉาก ซึ่งช่วยตีฟองอากาศให้มีขนาดเล็กลงได้ดี
- 3) Open turbine (variable pitch) มีลักษณะคล้ายกับใบพัดเล็กๆ มาเชื่อมต่อโดยให้ ส่วนปลายของใบพายเชื่อมเข้าหากัน และหันด้านใบพายออกด้านนอกในแนว รอบวง
- 4) Marine propeller มีลักษณะคล้ายใบเรือ มีประสิทธิภาพในการตีฟองอากาศให้ กระจายออกให้น้อยกว่าแบบอื่น เนื่องจากแรงของใบพัดชนิดนี้ทำให้เกิดทิศทางการไหลของของเหลวใน แนวตั้ง (axial flow) มากกว่าแนวรัศมี (radial flow) (ศศิวิมล, 2547)

5.3.2.3 การควบคุมอุณหภูมิ

ในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำหมักในถังหมักโดยทั่วไปประกอบด้วย ระบบหล่อเย็นกับตัวทำความ ร้อน โดยอาศัยการทำงานจากแท่งวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (temperature probe sensing) ที่อยู่ใน ถังหมักซึ่งจะมีหัววัดอุณหภูมิ (temperature sensing device) สอดเข้าไปสัมผัสกับน้ำหมักโดยตรง เช่น thermocouple, thermister, bimeatallic strip หรือ mercury-filled column เป็นต้น

5.3.2.4 การควบคุม pH

เครื่องมือวัดและควบคุมประกอบด้วย เครื่องควบคุมซึ่งมีหน้าปัดสำหรับอ่านค่า pH, pH probe และปั๊ม (pump) สำหรับเติมกรดและด่างเข้าถังหมัก เพื่อให้ pH ของอาหารเปลี่ยนไปจากช่วงที่เหมาะสมต่อการหมัก

แท่งวัดการเปลี่ยนแปลง pH (pH sensing electrode) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการหมัก ควรทนอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงได้ และควรมีอายุการใช้งานเป็นเวลานานติดต่อกันไม่ต่ำกว่า 200 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเติมโปแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ขั้วของมัน

5.3.2.5 การควบคุมออกซิเจน

การวัดปริมาณออกซิเจนทำได้โดยเก็บอาหารเหลวออกมาทำการวัดโดยวิธีการไตเตรท (Winkler method) วิธีนี้ไม่สะดวกอาจเกิดผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงใช้การควบคุมออกซิเจนที่ละลาย (dissolve oxygen หรือ D.O.) ในถังหมักแทนโดยสามารถวัดและควบคุมได้ด้วยการใช้แท่งวัดการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (oxygen probe) ที่สามารถทนอุณหภูมิสูง 121 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ polarographic probe และ Galvanic

5.3.2.6 การกำจัดฟอง

แต่เดิมการกำจัดฟองทำได้โดยการใช้ใบพัดสำหรับตีฟองให้แตก (foam breaker) ซึ่งจะติดอยู่เหนืออาหารเหลวพอสมควร และการกำจัดฟองสามารถทำได้อีกโดยการเติมสารกำจัดฟอง (antifoam) โดยจะปั๊มสารกำจัดฟองเข้าไปในถังหมัก ถ้าแท่งวัดฟอง (capacitance probe) สัมผัสกับฟอง จะส่งสัญญาณไปที่ตัวควบคุมซึ่งจะส่งสัญญาณไปที่วาล์วโซลินอยด์ทำให้มีการเติมสารกำจัดฟองเข้าไปในถังหมัก ต่อมาเมื่อฟองลดจำนวนลงจะทำให้สัญญาณหยุดลง สารกำจัดฟอง เป็นสารเคมีที่ช่วยลดความตึงผิวของอาหารเหลว สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ Silicone-oil, cotadecanol และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนมาก

5.4 การควบคุมระดับน้ำหมักในถังหมัก

เพื่อให้เกิดการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะถ้าน้ำหมักมากจนเกินไป อาจทำให้เกิดปัญหา ฟองล้นสู่ภายนอกถังหมักได้ซึ่งจะทำให้เสียปริมาตรของน้ำหมักที่ควรจะได้และก่อให้เกิดการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ

5.5 การดำเนินงานในสภาพปราศจากเชื้อ

5.5.1 การเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงสู่ถังเพิ่มปริมาณหัวเชื้อ

5.5.2 การเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ

5.5.3 การปิดแกนหมุนที่ฝาบนของถังหมักเพื่อให้ได้สภาพปราศจากเชื้อปนเปื้อนจากภายนอก

5.6 ระบบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

การฆ่าเชื้อในระบบการหมัก โดยส่วนมากนิยมการพ่นไอน้ำร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 20-30 นาที เป็นอย่างน้อย เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำภาชนะและขนาดของภาชนะ เครื่องฆ่าเชื้อที่นิยมใช้เป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous sterilizers)

5.7 วิวัฒนาการในการออกแบบถังหมัก

ลักษณะพื้นฐานถังหมัก ประกอบด้วย การป้องกันจุลินทรีย์จากภายนอกที่ปนเปื้อนได้สามารถ ควบคุมปริมาณน้ำหมักได้คงที่ รักษาระดับออกซิเจนที่ละลายลงสู่ น้ำหมัก ควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่ เหมาะสมต่อการหมัก เช่น อุณหภูมิ pH ได้ดี ทำให้น้ำหมักมีการผสมกันอย่างดี

วัสดุที่ใช้ในการทำถังหมัก จะต้องมียลักษณะดังนี้ วัสดุทั้งหมดที่เคลือบอยู่ในถังจะต้องมีความ ด้านทานต่อการกัดกร่อนได้ ไม่เป็นพิษ ทนต่อการฆ่าเชื้อด้วยความดันไอสุง ถ้าวัสดุเป็นพวกโปร่งใสจะ เป็นการดี เนื่องจากจะทำให้สังเกตเห็นการทดลองได้

การออกแบบถังหมักแบ่งเป็น 2 แนวทางคือ

5.7.1 ระบบการกวนและการให้อากาศโดยเชิงกล (mechanical agitation and aeration system)

ถังหมักแบบนี้จำเป็นต้องใช้พลังงานมาก แต่จะให้การส่งถ่ายมวลสารของก๊าซและของเหลวที่ดี มีการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสม และมีการผสมของน้ำหมักได้ดี ถังหมักลักษณะนี้เป็นพื้นฐานของถังหมักที่เรียกว่า ถังหมักที่มีระบบการกวนอย่างต่อเนื่อง (continuous stirred tank reactor, CSTR)

5.7.1.1 ถังหมักรูปหอคอก หรือ Tower fermenter ถังหมักชนิดนี้ใช้ผลิตจุลินทรีย์โปรตีนและเอนไซม์

5.7.1.2 ถังหมักระบบย้อนกลับหรือแบบลูป (recycle or loop fermenter) ถังหมักนี้ใช้ในการผลิตจุลินทรีย์โปรตีนที่มีชื่อทางการค้าว่า ICI Pruteen ที่ประเทศอังกฤษ

5.7.1.3 ถังหมักระบบไร้อากาศ (anaerobic digestion) ถังหมักนี้ออกแบบมาเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารใช้ระบบการให้อากาศที่เรียกว่า Activated sludge

5.7.2 ระบบการกระจายอากาศ (air distribution system)

ระบบการกระจายอากาศ ให้อากาศโดยปั๊มอากาศที่สะอาดเข้าไปด้านล่างของถังหมัก และภายในถังหมักจะมีท่อ draft tube อยู่ด้วย อากาศจะเกิดการไหลเวียนเป็นวงจร ถังหมักกรณีนี้ได้แก่ ถังหมักระบบการยกอากาศ (airlift fermenter)

นอกจากนี้แล้วยังมีถังหมักอีก 2 แบบ คือ Deep jet fermenter และ WB-submerged reactor ถังหมักสองชนิดนี้อาศัยหลักการกระจายตัวของอากาศเช่นเดียวกัน

5.8 กระบวนการหมักที่เหมาะสม (fermentation process)

เนื่องจากกระบวนการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูนี้ จำเป็นต้องมีการให้อากาศอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นกระบวนการหมักที่เหมาะสมจึงเป็นกระบวนการหมักในสภาพอาหารเหลว (submerged fermentation) การหมักในสภาพนี้จำเป็นต้องใช้ถังหมักและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุม

สำหรับถังหมักที่ใช้ในการหมัก เพื่อผลิตน้ำส้มสายชูในสภาพอาหารเหลวนี้ จำเป็นต้องใช้ถังหมักที่จะได้รับการออกแบบที่เฉพาะ เพื่อให้การหมักเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ที่สุด ถังหมักเหล่านี้พอจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

5.8.1 Frings acetator

เป็นถังหมักที่ได้รับการออกแบบให้มีระบบการให้อากาศได้อย่างต่อเนื่องและไม่หยุดชะงัก อีกทั้งฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กเพียงพอที่จะสามารถให้อากาศกระจายไปทั่วน้ำหมักได้อย่างทั่วถึง จึงทำให้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูได้ในระดับที่ต้องการ ถังหมักชนิดนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Heinrich Frings Co., Bonn. ทำให้สามารถผลิตน้ำส้มสายชูได้สูงกว่า 12% ในสภาพการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous fermentation) ทั้งนี้โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มต้นประกอบด้วยกรดอะซิติก 7.5 % และ แอลกอฮอล์ 5.5 % (โดยปริมาตร) หลังจากการหมักผ่านไปช่วงหนึ่งจึงค่อย ๆ เพิ่มปริมาณกรดอะซิติกขึ้นทีละน้อย ๆ จนกระทั่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 8-10 % และเมื่อสิ้นสุดการหมักครั้งแรกจะทำให้ได้น้ำส้มสายชูผลิตออกมาประมาณ 12-15 % หลังจากนั้นจะเริ่มการหมักต่อไปอีกครั้งหนึ่ง ถังหมักชนิดนี้อาจเรียกว่า "acetator" ก็ได้ ถังหมัก acetator นี้ ทำขึ้นมาจากโลหะปลอดสนิมหรือไม้ ส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมทำขึ้นจากโลหะปลอดสนิมเช่นกัน หรืออาจใช้โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) สำหรับขนาดของถังหมักที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมมีหลายขนาดด้วยกัน ตั้งแต่ถังหมักขนาดที่เติมแอลกอฮอล์ลงไปได้ 75, 150, 300, 600 และ 1,200 ในเวลา 24 ชั่วโมง ถังหมัก acetator นี้มีใช้กันมากในสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น และประเทศอื่น ๆ อีกหลายประเทศ

สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญของ Frings acetator ประกอบด้วย

5.8.1.1 Frings aerator เป็นเครื่องให้อากาศในถังหมัก Frings acetator เครื่องให้อากาศชนิดนี้ทำงานโดยมีการให้อากาศผ่านเข้าไปในน้ำหมักด้วยตัวมันเอง หรือที่เรียกว่า "self aspiration" โดยไม่จำเป็นต้องใช้การอัดอากาศเข้าไป นอกจากนี้แล้วปริมาณของอากาศที่ผ่านเข้าไปในถังหมักจะเพียงพอหรือไม่ ยังขึ้นกับทิศทางของ rotor (ส่วนที่เคลื่อนที่) และ stator (ส่วนที่อยู่กับที่) ของเครื่องว่าเหมาะสมหรือไม่ ตามปกติแล้ว aerator นี้จะช่วยให้มีอากาศกระจายไปในน้ำหมักได้อย่างทั่วถึง ซึ่งจะช่วยให้เชื้อ Acetobacter เจริญได้ดี และมีอัตราการทำลายต่ำซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการหมักสูงขึ้น

5.8.1.2 Frings defoamer ตามปกติแล้วฟองที่เกิดขึ้นมาในระหว่างการหมักมักจะถูกแยกออกไปจากถังหมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสุดท้ายของวงจรการหมัก (fermentation cycle) ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสะสมของฟองในถังหมักในกรณีที่ทำการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง การกำจัดฟองในถังหมัก Frings acetator มักจะใช้เครื่องกำจัดฟองเชิงกล (mechanical defoamer) ซึ่งติดกับส่วนของเครื่องให้อากาศหรือ Frings acetator เครื่องกำจัดฟองชนิดนี้สามารถกำจัดฟองได้อย่างอัตโนมัติตามต้องการได้ โดยอาศัยการกระตุ้นด้วย foam electrode (ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดการเกิดฟอง โดยอาศัยการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า)

5.8.1.3 Frings alkograph เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดเปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์อย่างอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการควบคุมการหมัก สำหรับหลักการทำงานของเครื่องพอจะสรุปได้ดังนี้ เมื่อน้ำหมักผ่านเข้าไปในเครื่องวัดนี้ จะผ่านไปยังบริเวณที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น จากนั้นจึงผ่านไปยัง boiling vessel 2 ส่วน ส่วนแรกจะมีการบันทึกอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำหมักที่เข้าไป จากนั้นจึงผ่านเข้าไปในส่วนที่สอง ซึ่งในระหว่างนี้แอลกอฮอล์จะถูกกลั่นออกไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำหมักในส่วนนี้สูงกว่าส่วนแรก และทำการบันทึกอุณหภูมิในช่วงนี้ไว้เช่นกัน ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่บันทึกได้จาก boiling vessel ทั้ง 2 ส่วน คือปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในน้ำหมักในเวลานั้นนั่นเอง

5.8.2 Yeomans cavitator

ระบบการให้อากาศของถังหมักแบบนี้ประกอบด้วยแกนใบพัด ซึ่งอยู่ภายในท่อทรงกระบอก จะมีแขนและใบพัดติดอยู่ตามแกนของใบพัดนั้นตลอดแนวตั้งแต่บริเวณด้านบนสู่ด้านล่าง ในขณะที่แกนใบพัดหมุนจะทำให้อากาศถูกดูดเข้าไปในน้ำหมัก นอกจากนี้แล้วยังมีระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างอัตโนมัติโดยอาศัยระบบ cooling coil ถังหมัก cavitator นี้นิยมใช้ในการผลิต cider vinegar (น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักแอปเปิ้ล) อย่างต่อเนื่อง แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถทำการหมักได้ในสภาพที่มีความเข้มข้นของวัตถุดิบสูง ถังหมักชนิดนี้ยังคงมีใช้กันอยู่ในประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา โดยมีประสิทธิภาพในการผลิตรวมประมาณ 50 ล้านลิตรต่อปี

นอกจากกระบวนการหมักในสภาพอาหารเหลวที่ทำการหมักในถังหมักทั้ง 2 แบบ ดังกล่าวมาแล้วนั้น แต่เดิมในการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูนี้ใช้กระบวนการหมักที่เรียกว่า "Trickling Process" โดยอาศัยวิธีการทำให้แบคทีเรียยีสต์ติดและเจริญอยู่ที่ผิวของตัวกลาง (carrier material) ในสภาพที่มีอากาศอยู่

ล้อมรอบตัวกลางที่ใช้ได้แก่ เปลือกไม้ กิ่งไม้ (ของต้นขนาดเล็ก) หรือซังข้าวโพด สำหรับเปลือกไม้หรือกิ่งไม้ที่ใช้ขึ้นกับบริเวณที่ผลิตเช่น ในแถบทวีปยุโรปจะใช้เปลือกไม้ของต้นบีช (beech) หรือกิ่งไม้ของต้นเบิร์ช (birch) เป็นต้น จะเห็นได้ว่าน้ำหมักจากถังหมักนี้จะถูกปั๊มจากส่วนด้านล่างขึ้นไปด้านบนของถังหมักแล้วจึงถูกพ่นให้กระจายไปทั่วตัวกลาง น้ำหมักจะไหลผ่านไปตามตัวกลางก็就会被 *Acetobacter* ที่เกาะอยู่ที่ผิวของตัวกลางออกซิไดซ์ให้เป็นน้ำส้มสายชูออกมา และสะสมอยู่บริเวณด้านล่างของถังหมักตามปกติแล้วน้ำหมักที่ใช้มีกรด อะซิติกในระดับความเข้มข้นสูง ในขณะที่มีแอลกอฮอล์ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าน้ำหมักดังกล่าวนี้จะต้องถูกปั๊มผ่านตัวกลางประมาณอย่างต่ำ 3 รอบ จึงจะเกิดการหมักขึ้นอย่างสมบูรณ์ออกมา ถึงแม้ว่าการหมักแบบ trickling process นี้จะดูเหมือนว่าทำได้ง่าย ในความเป็นจริงแล้วระบบนี้มีข้อเสียอยู่หลายประการ กล่าวคือ ไม่สามารถทำให้น้ำหมักไหลไปสัมผัสกับตัวกลางได้อย่างทั่วถึง จึงทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สัมผัสกับตัวกลางไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในบริเวณของถังหมักบางส่วน จึงมีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นอันตรายต่อเซลล์ของเชื้อ *Acetobacter* ที่เกาะที่ผิวของตัวกลางบริเวณนั้น อาจถูกทำลายลงได้ดังสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้วซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการหมักโดยตรง จนทำให้ปริมาณน้ำส้มสายชูที่ได้อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้แล้วในระบบนี้จำเป็นต้องใช้น้ำหมักที่มีสารอาหารในระดับความเข้มข้นสูง แต่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ต่ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาการเกิดเมือกของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนได้ โดยเมือกที่เกิดขึ้นจะไปอุดรูหรือช่องว่างระหว่างตัวกลาง จนทำให้อากาศไม่สามารถถ่ายเทได้สะดวกก็จะส่งผลกระทบต่อเซลล์ของ *Acetobacter* โดยตรงจนทำให้เซลล์ตายลงไป ประสิทธิภาพการหมักก็ลดต่ำลงไปอีก อย่างไรก็ตามข้อดีของระบบนี้อยู่ตรงที่ปัญหาของการขาดอากาศ หรือออกซิเจนจะส่งผลกระทบต่ำกว่าของระบบการหมักในสภาพอาหารเหลว เพราะระบบนี้จะมี การสะสมของอากาศอยู่ภายในและภายนอกตัวกลางเป็นตัวช่วย

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหมักของระบบ trickling process นี้กับระบบการหมักในสภาพอาหารเหลว พบว่าประสิทธิภาพของระบบ trickling process นี้ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันก็ยังคงมีการใช้ระบบนี้ในการผลิตน้ำส้มสายชูในระดับอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ใช้ข้าวหมอลดเป็นวัตถุดิบ (วรารุณ, 2539)

5.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มัลลิกา และคณะ (2550) ทำการทดลองการผลิตกรดอะซิติกจากเอทานอล ที่ผลิตจากกระบวนการหมักนอกเหนือจากการนำไปผสมกับน้ำมันเพื่อผลิตแก๊สโซฮอล์ พบว่า *Acetobacter pasteurianus*

TISTR 520 และ TISTR 521 สามารถเจริญและผลิตกรดอะซิติกได้ช่วงอุณหภูมิแปรปรวนที่กว้างกว่า *A. acetii* TISTR 401 อย่างไรก็ตามเมื่อควบคุมอุณหภูมิในการเพาะเลี้ยง *Acetobacter* spp. ทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ 30 องศาเซลเซียส การผลิตกรดอะซิติกของทั้ง 3 สายพันธุ์เกิดขึ้นในเวลาเร็วกว่าเมื่อไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ (19-26 องศาเซลเซียส) โดยความเข้มข้นของกรดที่ผลิตได้ของทั้ง 3 สายพันธุ์ ทั้งในสภาวะที่อุณหภูมิแปรปรวนและควบคุมอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันคือในช่วง 43-46 กรัมต่อลิตร และค่าผลได้กรดอะซิติกต่อเอทานอลที่ใช้เฉลี่ยเป็น 73.46% ของค่าผลได้ตามทฤษฎี เมื่อเพาะเลี้ยงแบบที่เรียทั้ง 3 สายพันธุ์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่มีการควบคุมค่าออกซิเจนละลายได้ ความเข้มข้นและผลได้ของกรดอะซิติกต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงในฟลาสก์ เนื่องจากการสูญเสียเอทานอลจากการให้อากาศในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นที่สภาวะค่าความเป็นกรดต่างยังไม่เหมาะสมต่อการผลิตกรดอะซิติก (<http://home.kku.ac.th>)

วิเศษณ์และกุลพร (2553) ได้ศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ โดยศึกษาสายพันธุ์ยีสต์ *Saccharomyces* และอัตราส่วนของเงาะที่เหมาะสมในขั้นตอนการผลิตแอลกอฮอล์ โดยศึกษาสายพันธุ์แบคทีเรีย *Acetobacter* ร่วมกับการใช้สาร KMS ระดับความสูงของน้ำหมัก และการใช้ $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ เป็นสารอาหารเสริมในน้ำหมักในขั้นตอนการผลิตกรดอะซิติก ผลการวิจัยพบว่าสายพันธุ์ *S. cerevisiae* (TISTR5606) ที่อัตราส่วนเงาะต่อน้ำ 1:1 ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด 16.17% โดยปริมาตร และให้ลักษณะคุณภาพทางกายภาพที่ดีในขั้นตอนการผลิตกรดอะซิติก พบว่าสายพันธุ์ *A. acetii* (TISTR 103) ร่วมกับการใช้ KMS ให้ปริมาณกรดอะซิติก สูงสุดเท่ากับ 3.58% โดยปริมาตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับการไม่ใช้สาร KMS ผลการศึกษาสายพันธุ์ *Acetobacter* กับระดับความสูงของน้ำหมัก พบว่าสายพันธุ์ *A. acetii* ทั้ง 2 สายพันธุ์ (TISTR102 และ TISTR103) ที่ระดับความสูงของน้ำหมัก 1-3 นิ้ว ให้ปริมาณกรดอะซิติก 3.33-3.42 % โดยปริมาตร ส่วนการใช้สารเสริม $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ พบว่าสายพันธุ์ *A. acetii* ทั้ง 2 สายพันธุ์ร่วมกับการใช้ $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 0.1-1.0 g/l ให้ปริมาณกรดอะซิติก 3.50-4.10% โดยปริมาตรสูงกว่าชุดทดลองอื่น และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายมีคุณภาพได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (<http://kucon.lib.ku.ac.th>)

ดวงกมลและคณะ (2550) ที่ทำการทดลองเติมอากาศในไวน์มะเขือในระหว่างกระบวนการหมักกรดอะซิติกด้วยเครื่องกวนที่ความเร็ว 200 400 และ 600 rpm พบว่า 200-400 ให้ปริมาณกรดอะซิติก 2.38 และ 2.37% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเพิ่มความเร็วเป็น 600 rpm ให้ปริมาณกรดอะซิติกลดลง (1.72%)

6. แผนการดำเนินงานวิจัย

การผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* Linn.) cv. Mali-Ong โดยนำเทคโนโลยีการผลิตที่ได้จากโครงการการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยที่ได้รับทุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2554 โครงการย่อยที่ 1 (จิราภรณ์ และกนกกานต์, 2555) มาใช้ในการทดลอง

6.1 ขั้นตอนและกรรมวิธีการผลิตน้ำส้มสายชู

การผลิตน้ำส้มสายชูมี 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1.1 การผลิตไวน์กล้วย

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 จากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี

6.1.1.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

นำเชื้อ *S. cerevisiae* ที่อยู่ในลักษณะผงแห้งจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเลี้ยงใน Potato dextrose broth ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้ออย่างน้อยสามครั้งเพื่อกระตุ้นให้เชื้อมีการเจริญและมีความแข็งแรง

เตรียมเซลล์แขวนลอยเซลล์ของ *S. cerevisiae* ใช้รูปทำการถ่ายเชื้อที่ได้จากข้อ 2) ลงใน potato dextrose agar slant บ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เป็นเซลล์แขวนลอย โดยใส่น้ำกลั่นปราศจากเชื้อลงในหลอดหลอดละ 10 มิลลิลิตร เทเซลล์แขวนลอยของเชื้อลงขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 10 slant จะได้เซลล์แขวนลอยของเชื้อที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 8 log cfu/ml นับปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ได้

6.1.1.2 การผลิตลูกแป้งยีสต์

สูตรลูกแป้งยีสต์

ใช้แป้งข้าวเจ้า กระเทียม ขิง ข่า ชะเอม พริกไทย และดีปลี่ ในปริมาณ 500, 8, 8, 4, 8, 1.2 และ 1.2 กรัม ตามลำดับ ใช้เซลล์แขวนลอยของเชื้อ *S. cerevisiae* 600 มิลลิลิตร ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $8 \log \text{ cfu/ml}$

กรรมวิธีการผลิตลูกแป้งยีสต์

- (1) นวดส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนแป้งเหนียว
- (2) บ่มส่วนผสมทั้งหมดที่นวดเข้ากันดีแล้ว ที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง
- (3) ปั้นลูกแป้งเป็นลูกกลมๆ ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร วางลูกแป้งในถาดสเตนเลสที่รองพื้นด้วยใบตอง และปิดคลุมด้วยผ้าขาวบาง
- (4) อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง
- (5) ตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อยีสต์ของลูกแป้งที่ได้ ด้วยเทคนิค spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ rose bengal agar
- (6) ได้ลูกแป้งสีขาว

6.1.1.3 การเตรียมวัตถุดิบในการหมักไวน์กล้วย

ใช้กล้วยน้ำว้าสุก (ระยะ 7) นำมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบางๆ ตามขวาง โดยเตรียมอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 นำไปต้มให้เดือด นาน 30 นาที ปรับความหวานให้ได้ 22 Brix และ pH 4.6 เติมโปตัสเซียมเมตาไบซัลเฟต 250 ppm ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เติมลูกแป้งยีสต์ 0.5%

6.1.2 การผลิตน้ำส้มสายชู

6.1.2.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

จุลินทรีย์ที่ใช้ คือ *Acetobacter aceti* TISTR 103 จากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 การเตรียมเชื้อ นำเชื้อ

A. aceti ที่อยู่ในลักษณะผงแห้งจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งลงใน glucose yeast extract broth ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้ออย่างน้อยสามครั้งเพื่อกระตุ้นให้เชื้อมีการเจริญและมีความแข็งแรง

เตรียมเซลล์แขวนลอยเซลล์ของ *A. aceti* ใช้รูปทำการถ่ายเชื้อที่ได้จากข้อ 2) ลงใน glucose yeast extract broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำมะพร้าวปริมาตร 300 มิลลิลิตร ที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อแล้ว มาล้างเซลล์ออกจาก glucose yeast extract agar slant จำนวน 10 slant จะได้เซลล์แขวนลอยของเชื้อที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 6 log cfu/ml นับปริมาณเชื้อเริ่มต้นด้วยเทคนิค spread plate บนอาหาร glucose yeast extract agar

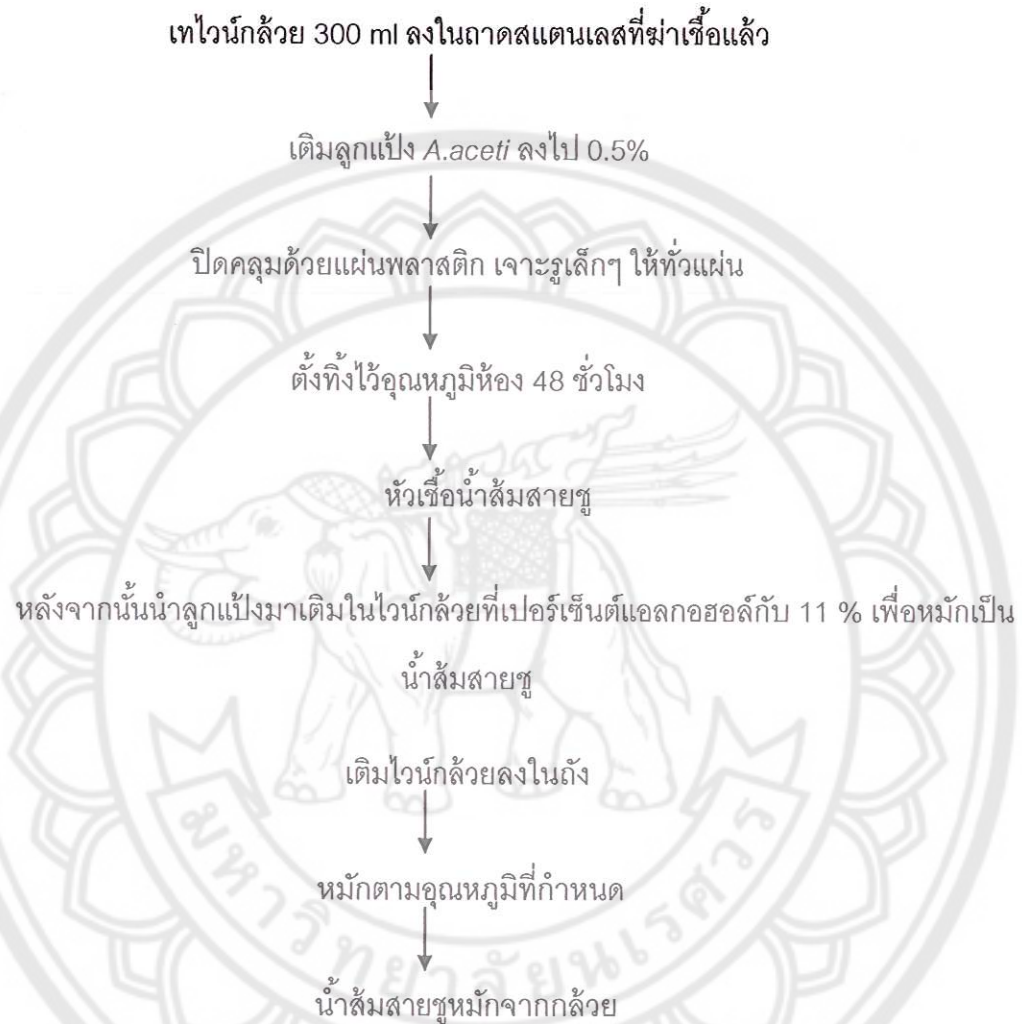
6.1.2.2 การผลิตลูกแป้งแบคทีเรีย

นวดผสมลูกแป้งด้วยแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม พริกไทยขาว 15 กรัม ดอกจันทร์ 15 กรัม ลูกจันทร์ 5 กรัม และกล้าเชื้อ *A. aceti* ในน้ำมะพร้าว 600 มิลลิลิตร ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 6 log cfu/ml และกรดโพธิอินิก 0.2 เปอร์เซ็นต์ บ่มส่วนผสมทั้งหมดที่นวดเข้ากันดีแล้วที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำส่วนผสมทั้งหมดที่นวดเข้ากันดี แล้วที่บ่มอุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นปั้นลูกแป้งเป็นลูกกลมๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร วางลูกแป้งบนถาด สแตนเลสที่ปูด้วยใบตอง และปิดคลุมด้วยผ้าขาวบาง อบลูกแป้ง 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำลูกแป้งที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อด้วยเทคนิค spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ glucose yeast extract agar แล้วนำไปทดลองการหมักไวน์กล้วยต่อไป

นวดผสมลูกแป้งด้วยแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม น้ำมะพร้าว กล้าเชื้อ *A. aceti* 600 มิลลิลิตร พริกไทยขาว 15 กรัม ดอกจันทร์ 15 กรัม ลูกจันทร์ 5 กรัม และกรดโพธิอินิก 0.2 %

6.1.2.3 การเตรียมวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชู

นำไวน์กลัวยที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 11% มาหมักโดยใช้ลูกแป้งแบบคิที่เรีย โดยมีขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อดังนี้



6.2 ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับขั้นตอนการหมักไวน์

ใช้ถังหมักพลาสติก ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ออกแบบโดยมีการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ แปรอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส ทำการทดลองในระบบปิด เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ความหวาน ค่า pH และ เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก ทุก 3 วัน คัดเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด

6.3 ออกแบบถังหมักระบบเปิดสำหรับขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชู

ใช้ถังหมักพลาสติกขนาดบรรจุ 20 ลิตร ดัดแปลงใบพัดให้มีการกวน แปรระดับความเร็ว การกวน 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 120 rpm ทำการทดลองในระบบเปิด เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ ปริมาณ แอลกอฮอล์ ความหวาน ค่า pH และ เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก ทุก 3 วัน คัดเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณ กรดอะซิติกสูงสุด

6.4 ทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักในระดับ mass production

ทำการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยแบบต่อเนื่อง 2 ขั้นตอน ได้แก่การผลิตไวน์กล้วย และ น้ำส้มสายชู

6.5 ประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์

คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์

6.6 นำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มเป้าหมาย

ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กลุ่มเป้าหมาย

7. ผลการทดลอง

7.1 ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับหมักไวน์กล้วย

จากการศึกษาการหมักน้ำส้มสายชูกล้วย โดยใช้ลูกแป้งยีสต์ เป็นหัวเชื้อ ใช้หัวเชื้อ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำกล้วยทำการหมักในถังหมักดัดแปลงติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว การหมักใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับหมักไวน์กล้วย แปรอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส หมักไวน์กล้วยตามขั้นตอนการผลิตตามข้อ 6.1.1 เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ความหวาน และค่า pH คัดเลือกสภาวะที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 7.1

ผลของอุณหภูมิในการหมักไวน์กล้วยต่อการเปลี่ยนแปลงของ แอลกอฮอล์ ความหวาน และ pH การเปลี่ยนของแอลกอฮอล์ พบว่าที่อุณหภูมิ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 13.00 0 ถึง 11.50 และ 0 ถึง 10.00 ตามลำดับ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน อุณหภูมิในการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสให้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนของความหวานของการหมักไวน์กล้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงลดลงจาก 22-7.0 22-7.2 และ 22-7.3 %brix ตามลำดับ ในวันที่ 15 ของการหมัก การเปลี่ยนแปลงของความหวานของน้ำหมัก พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเปลี่ยนของ pH ของน้ำหมัก พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงจาก 4.6 -3.4 ที่อุณหภูมิ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับหมักโดยใช้ขูดแก้ว ขนาดบรรจุน้ำหมัก 1.5 ลิตร หมักในขวดที่สภาวะการหมัก อัตราส่วนกล้วยต่อน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ความหวานเริ่มต้นในการหมัก 22 %brix ใช้ลูกแป้งยีสต์ 5% และหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 15 วัน ได้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ 10.30% พบว่าการทดลองนี้ให้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์มากกว่า (จิราภรณ์ และ กนกกานต์, 2555) ดังนั้นจึงเลือกสภาวะอุณหภูมิการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป (ตารางที่ 7.1)

ตารางที่ 7.1 ผลของอุณหภูมิในการหมักไวน์กล้วยต่อการเปลี่ยนแปลงของ แอลกอฮอล์ ความหวาน และ pH

อุณหภูมิ (°C)		ระยะเวลา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
% alcohol	30	0.00 ± 0.00 ^f	9.90 ± 0.01 ^a	10.50 ± 0.00 ^d	12.00 ± 0.01 ^c	12.40 ± 0.02 ^b	13.00 ± 0.02 ^{aA}
% brix		22.00 ± 0.00 ^a	11.50 ± 0.03 ^b	11.00 ± 0.01 ^c	9.12 ± 0.04 ^d	8.40 ± 0.01 ^e	7.00 ± 0.00 ^{fA}
pH		4.60 ± 0.00 ^a	4.07 ± 0.01 ^b	4.04 ± 0.01 ^b	4.03 ± 0.02 ^b	3.80 ± 0.00 ^c	3.40 ± 0.00 ^{dA}
% alcohol	35	0.00 ± 0.00 ^f	3.50 ± 0.02 ^a	4.80 ± 0.00 ^d	6.10 ± 0.02 ^c	8.00 ± 0.00 ^b	10.50 ± 0.00 ^{aB}
% brix		22.00 ± 0.00 ^a	13.50 ± 0.01 ^b	11.00 ± 0.02 ^c	9.50 ± 0.00 ^d	8.50 ± 0.02 ^e	7.20 ± 0.00 ^{fA}
pH		4.60 ± 0.00 ^a	4.08 ± 0.03 ^b	3.96 ± 0.49 ^c	4.03 ± 0.00 ^b	3.81 ± 0.07 ^d	3.50 ± 0.00 ^{dA}
% alcohol	37	0.00 ± 0.00 ^f	3.40 ± 0.02 ^a	4.70 ± 0.00 ^d	6.00 ± 0.02 ^c	8.00 ± 0.00 ^b	10.00 ± 0.00 ^{aB}
% brix		22.00 ± 0.00 ^a	12.50 ± 0.01 ^b	10.00 ± 0.02 ^c	9.40 ± 0.00 ^d	8.40 ± 0.02 ^e	7.30 ± 0.00 ^{fA}
pH		4.60 ± 0.00 ^a	4.05 ± 0.03 ^b	3.94 ± 0.49 ^c	4.01 ± 0.00 ^b	3.80 ± 0.07 ^c	3.40 ± 0.00 ^{dA}

ตัวอักษร a ที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร A ที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

30 °C คือ อุณหภูมิห้อง (เดือน ตุลาคม- พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ของจังหวัดพิษณุโลก)

35 °C - 37 °C คือ อุณหภูมิห้อง (เดือน มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2556 ของจังหวัดพิษณุโลก)

7.2 ออกแบบถังหมักระบบเปิดสำหรับหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย

การเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติก การกวนที่ความเร็วใบพัด 100 rpm พบว่ามีการเปลี่ยนจาก 0.36-0.37% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในช่วงระยะเวลาการหมัก 15 วัน ที่ความเร็วใบพัด 120 rpm การเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติก พบว่ามีการเปลี่ยนน้อยมากจาก 0.40-0.60%

การเปลี่ยนของแอลกอฮอล์ การกวนที่ความเร็วใบพัด 100 rpm พบว่ามีการเปลี่ยนลดลงจาก 11-4% และ ที่ความเร็วใบพัด 120 rpm การเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกจาก 11-10% ในช่วงระยะเวลาการหมัก 15 วัน

การเปลี่ยนแปลงของความหวาน พบว่าการกวนที่ความเร็วใบพัด 100 และ 120 rpm ในช่วงระยะเวลาการหมัก 15 วัน ค่าความหวานไม่เปลี่ยนแปลง ($p > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH พบว่าการกวนที่ความเร็วใบพัด 100 และ 120 rpm ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงลดลง จาก 4.5-3.7 และ 4.5-4.0 ในช่วงระยะเวลาการหมัก 15 วัน (ตารางที่ 7.2)

จากการทดลอง พบปัญหาเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ลดลงตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกไม่เพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะในการหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้เชื้อ *A. aceti* ไม่เหมาะสมในบางประการ ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยในงานวิจัยนี้ ได้ทำการปรับน้ำหมักไวน์ให้มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เริ่มต้น 11 % (แอลกอฮอล์เริ่มต้นเหมาะสม) ซึ่งการหมักน้ำส้มสายชูจากเชื้อ *A. aceti* สามารถสร้างกรดอะซิติกจากการออกซิไดส์แอลกอฮอล์ในช่วง ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมในการหมักอยู่ในช่วง 10-13% (De Ley and Feature, 1998) ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *A. aceti* คือ 30 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญเหมาะสมอยู่ในช่วง pH 5.4 -6.3 ขณะที่การออกซิไดส์เอทานอลไปเป็นกรดอะซิติกจะเกิดได้ดีที่สุด ที่ pH 4.5 (De Ley and Feature, 1998) จากการทดลองใช้อุณหภูมิในการหมัก 30 ± 1 องศาเซลเซียส และ pH 4.5 ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสม

ปริมาณออกซิเจนในถังหมัก การวางแผนการทดลองให้มีการกวนในถังหมัก เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน โดยการกวนน้ำหมักที่ความเร็วใบพัด 100 และ 120 rpm พบว่าเปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ลดลงแต่ไม่ได้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติก แสดงให้เห็นว่าการกวนดังกล่าวไม่ได้ช่วยให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากระดับปริมาตรน้ำหมักในถังมากเกินไป ทำให้เชื้อได้รับออกซิเจนน้อย ซึ่งสภาวะออกซิเจนน้อย มีผลต่อการเจริญของเชื้อในการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก และการออกซิไดส์เอทานอลไปเป็นกรดดังกล่าว จะต้องอยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้นและจะต้องมีออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง การที่น้ำหมักในอยู่สภาพที่มีออกซิเจนที่ต่ำ หรือขาดออกซิเจนจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อเชื้อ *Actebacter* เป็นอย่างมาก และเชื้อนี้จะถูกทำลายอย่างรวดเร็ว (Hitschmann and Stockinger, 1985; Mesa *et al.*, 2008; ศุภาวิษฐ์ธูรา, 2551) ผลของการวิจัยนี้ให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิเศษนมและ กุลพร (2549) ที่ทำการทดลองหมักน้ำส้มสายชูจากเงาะ พบว่าได้ปรับความสูงของน้ำหมักตั้งแต่ 4 นิ้วขึ้นไปมีผลทำให้น้ำหมักอยู่ในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือขาดออกซิเจน

ดังนั้นในขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูจากการศึกษาครั้งนี้ ถังหมักดัดแปลงขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้โวน์กล้วยปริมาตร 18 ลิตร ที่มีการกวน 100 และ 120 rpm ไม่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มออกซิเจนในถังหมักน้ำส้มสายชู ต้องหาวิธีการใหม่



ตารางที่ 7.2 ผลของความเร็วการกวนในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยต่อการเปลี่ยนแปลงของ

แอลกอฮอล์ ความหวานและ pH ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

i. 6710608

๒ - ก.พ. ๒๕๕๕

ความเร็วใบพัด (rpm)		ระยะเวลา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
% acetic acid	100	0.36±0.01	0.37±0.02 ^a	0.37±0.45 ^a	0.37±0.04 ^a	0.37±0.50 ^a	0.37±0.40 ^a
% alcohol		11.00±0.03 ^b	10.00±0.05 ^b	9.30±0.07 ^b	7.70±0.08 ^b	4.70±0.05 ^b	4.00±0.07 ^b
% brix		6.00±0.01	6.00±0.21	6.00±0.41	6.00±0.61	6.00±0.08	6.00±0.014 ^{ns}
pH		4.50±0.05 ^a	3.80±0.61 ^b	3.80±0.41 ^b	3.78±0.71 ^b	3.72±0.02 ^b	3.71±0.31 ^b
% acetic acid	120	0.40±0.61 ^b	0.6±0.21 ^a	0.6±0.22 ^a	0.6±0.54 ^a	0.6±0.31 ^a	0.60±0.41 ^a
% alcohol		11.00±0.21 ^a	10.00±0.35 ^b	10.00±0.42 ^b	10.00±0.31 ^b	10.00±0.41 ^b	10.00±0.22 ^b
% brix		6.00±0.42	6.00±0.59	6.00±0.45	6.00±0.63	6.00±0.21	6.00±0.31 ^{ns}
pH		4.50±0.59 ^a	4.00±0.41 ^b	4.00±0.84 ^b	4.00±0.61 ^b	4.00±0.55 ^b	4.00±0.74 ^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

8. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบถังหมักดัดแปลง โดยศึกษา อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 30 35 และ 37 องศาเซลเซียสในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย ทำการหมักโดยใช้ถังหมักพลาสติกดัดแปลง ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร ออกแบบถังหมักระบบปิดสำหรับหมักไวน์ ทำการหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าการหมัก ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด คือ 13.00%

การออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูระบบเปิด โดยใช้ถังหมักพลาสติกดัดแปลง ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร ศึกษาความเร็วในการกวน 2 ระดับ คือ 100 และ 120 rpm โดยใช้น้ำกล้วยปริมาตร 18 ลิตร มีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 11% pH 4.5 และความหวาน 6 °Brix ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 วัน พบว่าความเร็วในการกวน ทั้ง 2 ระดับ ทำให้เปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ลดลงแต่ไม่ได้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติก ดังนั้นสภาวะการหมักในถังดัดแปลง ขนาดบรรจุ 20 ลิตร ความสูง 14 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว ปริมาตรไวน์กล้วย 18 ลิตร กวนด้วยใบพัดที่ความเร็วรอบ 100 และ 120 rpm ไม่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วย

ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูระบบเปิด จะต้องมียุทธศาสตร์การเพิ่มออกซิเจนที่มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอสำหรับเชื้อ *Acetobacter* และมีการป้องกันการระเหยของแอลกอฮอล์ จึงจะทำให้กระบวนการหมักมีประสิทธิภาพ

9. เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ สอดจิตร์ และกนกกานต์ วีระกุล. 2555. การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย. วารสารเกษตรนเรศวร. 14(2) : 1-12.
- ศุภาวิษฐ์ ฐาวรณแพทย์. 2551. การผลิตน้ำส้มสายชูหมักแบบต่อเนื่องจากไวน์ลัมเบรต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2551.
- วิเศษณ์ นิลนนท์ และ กุลพร พุทธิมี. 2553. การหาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักน้ำส้มสายชูแบบถาด. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 261-268.
- มัลลิกา บุญมี สุทรวรรณ อินทรพานิช และอรอนงค์ โคตะโน. 2550. ผลของการควบคุมอุณหภูมิต่อการผลิตกรดอะซิติกของ *Acetobacter* spp. (<http://home.kku.ac.th/mallikab/publications/2007-TempAcetic.pdf>) สืบค้นเมื่อ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2556
- รวารุณี ครูส่ง. 2539. เทคโนโลยีชีวภาพ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- ศศิวิมล ชื่นอิม อาเหม็ด. 2547. การออกแบบถังหมัก. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบถังหมัก. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- Aiba, S., A. E. Humphrey and N. E. Millis. 1965. Biochemical Engineering. Academic Press. New York.
- Crueger, W. and A. Crueger. 1990. Biotechnology : A Textbook of Industrial Microbiology. 2nd.ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- De Ley, J. and Frateur, J. 1898. Bergey's manual of Determinative Bacteriology; Eighth edition: 276-278.
- Higgins, I. J., D. J. Best and J. Jone. 1985. Biotechnology : Principles, and Application. Blackwell Scientific Publication. Oxford.
- Hitschmann, A., and Stockinger, H. 1985. Oxygen deficiency and its effect on the adenylate system in *Acetobacter* in the submerge acetic fermentation. Appl. Microbiol. Biotechnol. 22:46-49.
- Horiuchi, J., Narumi, M., Tada, K., Kobayashi, M., Kanno, T. and Suzuki, T. 2002. A shaking bioreactor equipped with twin ceramic membranes for acetic acid production using *Acetobacter pasteurianus*. Biotechnology Letters 24: 1987-1991.

10. Output ที่ได้จากโครงการ

นำผลงานไปใช้ประโยชน์ คือ

1. ตีพิมพ์ในวารสาร

ชื่อเรื่องที่ตีพิมพ์: การออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยสำหรับใช้ประโยชน์ในชุมชน อำเภอ
บางกระพุ่ม จังหวัด พิษณุโลก

2. ถ่ายทอดเทคโนโลยี

เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและแนวทางการตลาดของน้ำส้มสายชู

รายละเอียดดังเอกสารแนบภาคผนวก



บทสรุปผู้บริหาร

(Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) ความเป็นไปได้ทางการตลาดของน้ำส้มสายชูจากกล้วย

(ภาษาอังกฤษ) Marketing Possibility on Banana Vinegar

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

- รองศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ สอดจิตร์ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขโทรศัพท์ 055-9692742 โทรสาร 055-962703

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเลขโทรศัพท์ 055-9692742 โทรสาร 055-962703

- ดร. รัตเกล้า เปรมประสิทธิ์

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาสังคมวิทยาและมนุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำส้มสายชู วิจัยตลาด และกำหนดแนวทางการตลาดของผลิตภัณฑ์

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 3.1 คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นที่จะดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยในชุมชนที่มีขยะจากเศษกล้วย ในพื้นที่อำเภอบางระกำและอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก 4 คน ในพื้นที่เป้าหมาย 2 ชุมชน
- 3.2 ออกแบบตลาดและมีข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์
- 3.3 ระดมความคิดเห็นจากการดำเนินการของสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน จากผลิตภัณฑ์สำรวจลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการสำรวจ
- 3.5 วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย
- 3.6 ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่งและเก็บข้อมูลการจำหน่ายเพื่อวิเคราะห์การตลาด
- 3.7 ถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ที่ได้สู่กลุ่มเป้าหมาย

4. ผลการวิจัย

การพัฒนাবรรจุภัณฑ์ของน้ำส้มสายชูจากกล้วย การวิจัยตลาด และกำหนดแนวทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร มีต้นทุนการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วย ขนาดบรรจุ 30 มล. มีต้นทุนการผลิตโดยรวม 15.72 บาท และราคาจำหน่าย 25 บาท

ผลการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคในจังหวัดพิษณุโลกต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วย พบว่าผู้บริโภคมีการบริโภคน้ำส้มสายชู ร้อยละ 78 ความถี่ในการบริโภคส่วนใหญ่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 66) ร้านที่บริโภคส่วนใหญ่คือ ร้านก๋วยเตี๋ยว ทศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู พบว่าร้อยละ 75 ตัดสินใจเลือกซื้อน้ำส้มสายชูขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ราคา 25 บาท และร้อยละ 70 ทราบว่าน้ำส้มสายชูหมักมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคมากที่สุดคือ แหล่งซื้อสินค้า ต้องหาซื้อง่าย และเหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกในการเลือกน้ำส้มสายชูมาบริโภค เนื่องจากไม่ทราบข้อแตกต่างของน้ำส้มสายชู การจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วยสามารถวางจำหน่ายในเบื้องต้น ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร แหล่งของฝากบัมเบลล์หนองอ้อ

ตลาดบ้านคลอง ตลาดท่าทอง ตลาดร่วมใจ ตลาดนัดในมหาวิทยาลัยนเรศวร ร้านจำหน่ายสินค้า
หมู่บ้านหรรษนันท์ 7 และร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 5 ขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ราคา
25 บาท



บทคัดย่อ

การศึกษา ทักษะ ทักษะ และอิทธิพลในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วยของผู้บริโภคในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อหาช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 100 คน ผู้บริโภคเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีอายุระหว่าง 19-25 ปี ผลการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีการบริโภคน้ำส้มสายชูร้อยละ 78 ความถี่ในการบริโภคส่วนใหญ่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนใหญ่บริโภคจากร้านก๋วยเตี๋ยวทัศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชูพบว่าตัดสินใจเลือกซื้อน้ำส้มสายชูขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ราคา 25 บาท ทราบประโยชน์ของน้ำส้มสายชูหมักต่อสุขภาพ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคมากที่สุดคือ แหล่งซื้อสินค้าต้องหาง่าย สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วยสามารถวางจำหน่ายในเบื้องต้น ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร แหล่งจำหน่ายของฝากปั้มเซลล์หนองอ้อ ตลาดบ้านคลอง ตลาดท่าทอง ตลาดร่วมใจ ตลาดนัดในมหาวิทยาลัยนเรศวร ร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 7 และร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 5

คำสำคัญ : กล้วย น้ำส้มสายชู พฤติกรรมผู้บริโภค

Abstract

This research studied the attitude, behavior and effect of decision making on purchasing of fermented banana vinegar of consumers in Phitsanulok province in order to find the channel of product distribution. The consumer survey was conducted on 100 consumers which composed of females more than males and aging between 19-25 years old. From the consumer behavior survey, it was found that 78% of the consumers were normally eaten vinegar mostly at the noodle restaurant with the frequency of 1-2 times a week. The consumers' attitude to the vinegar revealed that they preferred to buy vinegar at a size of 300 mL with the price of 25 Baht. The consumers were conscious on the health benefits of the fermented vinegar. The most important effect on the decision making to purchase was the place of sell which should be easy to buy. The selling places that the consumers preferred were WatPhrasriMahathat Woramahawiharn, Shell pump at Nong-O, Ban Klongfresh market, Tathongfresh market, Ruamjaifresh market, Naresuan University fresh market and Hatsanan Villages5 and 7 grocery shops.

Keywords: banana, banana vinegar, consumer behavior

เนื้อหางานวิจัย การตลาดของน้ำส้มสายชูจากกล้วย

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พิษณุโลกเป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย ได้แก่ กล้วยตาก กล้วยอบกรอบ กล้วยม้วน และผลิตภัณฑ์อื่นๆจากกล้วยจำหน่ายเป็นของฝากและของที่ระลึก ซึ่งมีแหล่งการผลิตและแปรรูปอยู่ในอำเภอบางกระทุ่มและอำเภอบางระกำ จากกระบวนการแปรรูปกล้วยดังกล่าวก่อให้เกิดเศษกล้วยเหลือทิ้งเป็นขยะจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม คือ ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค วิธีการกำจัดขยะจากเศษกล้วยที่ทำกันอยู่ในขณะนี้ องค์การบริหารส่วนตำบลจะจัดเก็บและกำจัดโดยการเผา การบริหารจัดการขยะดังกล่าวเป็นวิธีการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งยังไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้วัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยนเรศวร และเทศบาลตำบลห้วยแก้ว อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ได้ร่วมมือกันหาวิธีนำเศษกล้วยมาเพิ่มมูลค่า โดยนำเศษกล้วยดังกล่าวมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูได้ ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากกล้วยและทำการศึกษาช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ เพื่อทำการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคและความเป็นไปได้ในทางการตลาดของน้ำส้มสายชูจากกล้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำส้มสายชู วิจัยตลาด และกำหนดแนวทางการตลาดของผลิตภัณฑ์

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นที่จะดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยในชุมชนที่มีขยะจากเศษกล้วย ในพื้นที่อำเภอบางระกำและอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก 4 คน ในพื้นที่เป้าหมาย 2 ชุมชน

3.2 ออกแบบฉลากและมีข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์

3.3 ระดมความคิดเห็นจากการดำเนินการของสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน จากผลิตภัณฑ์

ชนิดอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการจัดรูปแบบการดำเนินการทางการตลาด 4 ด้าน คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) จัดเวทีชุมชนละ 1 เวที รวมทั้งสิ้น 2 เวที โดยมีผู้ร่วมคือ นักวิจัยท้องถิ่นชุมชนละ 2 คน

3.4 สํารวจลูกคํากลุ่มเป้าหมาย วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการสำรวจ

3.5 วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนผลิตภัณฑ์นํ้าส้มสายชูจากเศษกล้วย

3.6 ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่งและเก็บข้อมูลการจำหน่าย เพื่อวิเคราะห์การตลาด นำข้อมูลมาทำการ SWOT ANALYSIS เพื่อกําหนดแนวทางการพัฒนาตลาดของ นํ้าส้มสายชูจากเศษกล้วย

3.7 ถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ที่ได้สู่กลุ่มเป้าหมาย

4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

4.1 สมมุติฐาน

4.1.1 ชุมชนสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตนํ้าส้มสายชูจากเศษกล้วยมาผลิตผลิตภัณฑ์ และจำหน่าย จะทำให้เกิดรายได้เสริมแก่คนในชุมชน

4.1.2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดของผลิตภัณฑ์นํ้าส้มสายชูจาก เศษกล้วยในชุมชน จะทำให้เกิดความร่วมมือในการทำงาน ได้รูปแบบที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ของชุมชนนั้น ๆ

4.1.3 บรรจุภัณฑ์ของนํ้าส้มสายชูจากเศษกล้วยจากการวิจัย มีฉลากที่ดึงดูดใจผู้บริโภค และมีข้อมูลโภชนาการ สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

5. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

5.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (Participatory Action Research-PAR)

เป็นการวิจัยที่จัดอยู่ในลักษณะของสิ่งที่จะศึกษา วิธีการศึกษาหรืองานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยน่าจะมีที่มาจากการวิจัย 2 ลักษณะ คือ การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชุมชนในลักษณะให้ชุมชนมีส่วนร่วม (Participatory and Community-based Research) กับงานวิจัย เชิงปฏิบัติการ (Action Research)

PAR เป็นการวิจัยในลักษณะที่มุ่งสร้างความสำนึกและความตระหนักของกลุ่มเป้าหมาย ให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนหรือองค์กร โดยให้กลุ่มเป้าหมายได้มีส่วนร่วมรับรู้และเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว ตื่นตัวถึงความจำเป็นที่จะต้องกระทำ และพร้อมที่จะร่วมรับรู้ผลงานวิจัยนั้นๆ ด้วย ทั้งนี้เป็นการอาศัยศักยภาพของชุมชน และการตัดสินใจของชุมชนบนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมทั้งกาย ความคิด สินทรัพย์ ทรัพยากรชุมชนกระบวนการตัดสินใจที่เป็นประชาธิปไตยอย่างมีเหตุผลของกระบวนการกลุ่ม และด้วยความพึงพอใจ (อนุรักษ์, 2548)

5.2 กระบวนการการบริหารการตลาดและส่วนประสมการส่งเสริมการตลาด

5.2.1 ความหมายของกระบวนการการบริหารการตลาด (Marketing management process)

การบริหารการตลาดมีขั้นตอนบริหารคือ การวางแผน การบริหารแนวความคิด การตั้งราคา การส่งเสริมการตลาด การจัดจำหน่าย

5.2.2 องค์ประกอบของกระบวนการการบริหารการตลาด

5.2.2.1 วางแผน

5.2.2.2 การปฏิบัติตามแผน

5.2.2.3 การควบคุม ด้วย P4s

5.2.3 กระบวนการการบริหารการตลาด (Marketing management process) หรือ กระบวนการทางการตลาด (Marketing process)

5.2.3.1 ชั้น 1 การวิเคราะห์สถานการณ์ทางการตลาด (Marketing situation analysis)

1) สรุปประวัติบริษัทและสรุปแผนการบริหารของบริษัท หมายถึง
การสรุปประวัติความเป็นมาของบริษัท ข้อมูลที่สำคัญ ภาพรวมของแผนการตลาด

2) การวิเคราะห์สถานการณ์ทางการตลาดปัจจุบัน

2.1) การวิเคราะห์สถานการณ์ด้านการตลาด ผลิตภัณฑ์ การ
แข่งขัน การจัดจำหน่าย และสภาพแวดล้อมมหภาค

2.1.1) การตลาด วิเคราะห์ตลาดรวมของผลิตภัณฑ์

ขนาดและอัตราการเติบโตของตลาด ส่วนครองตลาด การแบ่งส่วนตลาด (Market segment)
ความต้องการ การรับรู้ของลูกค้า แนวโน้มพฤติกรรมผู้บริโภคในอนาคต

2.1.2) ผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ยอดขาย จำนวนหน่วยและ
จำนวนเงิน ราคา กำไรขั้นต้น กำไรสุทธิในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา คาดคะเนยอดขายในอนาคต

2.1.3) การแข่งขันวิเคราะห์คู่แข่ง ลักษณะการแข่งขัน
จุดแข็งจุดอ่อนของคู่แข่ง การครองตลาด คุณภาพผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์การตลาดของคู่แข่ง

2.1.4) สภาพแวดล้อมมหภาควิเคราะห์แนวโน้ม
สภาพแวดล้อมด้านประชากร เศรษฐกิจ เทคโนโลยี สังคมและวัฒนธรรม การเมือง กฎหมาย
ทรัพยากรธรรมชาติ

2.2) การวิเคราะห์ SWOT

2.2.1) สภาพแวดล้อมภายใน ได้แก่ ด้านการตลาด ด้าน
การเงิน ด้านการผลิต ด้านบุคลากร และด้านอื่นๆ

2.2.2) สภาพแวดล้อมภายนอก ด้านจุลภาค ได้แก่ ลูกค้า/

ตลาดคู่แข่ง ผู้ขายปัจจัยการผลิต คนกลาง และด้าน มหภาค ได้แก่ ประชากรศาสตร์ เศรษฐกิจ เทคโนโลยี สังคมและวัฒนธรรม การเมือง กฎหมาย และทรัพยากรธรรมชาติ

2.3) การวิจัยและกำหนดตลาดเป้าหมายเพื่อกำหนดลักษณะ

ตลาดเป้าหมายนำมากำหนดกลุ่มเป้าหมาย ทำให้การกำหนดกลยุทธ์การตลาดตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

2.4) การวิเคราะห์ตลาดและพฤติกรรมผู้บริโภคใช้ข้อมูลการวิจัยพฤติกรรม

ผู้บริโภคมากำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด

2.5) การคาดคะเนงบกำไรขาดทุนและการศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาด

ซึ่งต้องคำนึงถึงงบกำไรขาดทุน คือ รายงานแสดงรายได้ รายจ่าย กำไร/ขาดทุน และการศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาด คือ ผลตอบแทนที่ได้จะวัดว่าการลงทุนคุ้มค่าหรือไม่ ระยะเวลาในการคืนทุน อัตราผลตอบแทนถัวเฉลี่ย เป็นต้น

5.2.3.2 ชั้น 2 การวางแผนการตลาด (Marketing planning)

แผนการตลาด หมายถึง เอกสารวิเคราะห์สถานการณ์การตลาด SWOT และแผนการปฏิบัติงาน

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ทางการตลาด (Marketing objective) วัตถุประสงค์เป็นตัววัดประสิทธิภาพของแผนการตลาด เช่น ต้องการเพิ่มยอดขายกี่ % ต้องการเป็นผู้นำทางการตลาด ต้องการสร้างความภักดีในตราสินค้า ต้องการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย เป็นต้น

2) การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดและโปรแกรมการตลาด

- กลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing strategies) คือ แผนที่การปฏิบัติการการจัดสรรทรัพยากรและกิจกรรมอื่นๆ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการตลาด

- โปรแกรมการตลาด (Marketing programs) เป็นส่วนที่แสดงว่าแผนการตลาดนั้นสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างไร จะทำอะไรบ้าง จะทำเมื่อไร ใครเป็นคนทำ จะทำอย่างไร ค่าใช้จ่ายเท่าไร

5.2.4 ขั้นตอนการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing strategies)

9.2.4.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ทางการตลาดการกำหนดตลาดและพฤติกรรม
ของตลาด

5.2.4.2 การกำหนดกลยุทธ์ส่วนประสมการตลาด

1) การกำหนดกลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์

1.1) การวางแผนคิดเกี่ยวกับสินค้า (Product concept) ได้แก่ การสร้างความแตกต่างด้านผลิตภัณฑ์ การสร้างความแตกต่างด้านบริการ การสร้างความแตกต่างด้านบุคลากร การสร้างความแตกต่างด้านภาพลักษณ์

1.2) การกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Product attributes) ประโยชน์พื้นฐาน รูปแบบ คุณภาพ บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

1.3) การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product positioning) แสดงจุดเด่นตำแหน่งที่แตกต่าง มีคุณค่าในจิตใจของกลุ่มเป้าหมาย

1.4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product development) ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มากขึ้น

1.5) กลยุทธ์ส่วนประสมผลิตภัณฑ์ (Product mix) และสายผลิตภัณฑ์ (Product line) กำหนดว่าสายผลิตภัณฑ์ควรมีสินค้าอะไรบ้างเพื่อจะได้เปรียบทางการแข่งขัน

2) การกำหนดกลยุทธ์ด้านราคาให้กลุ่มเป้าหมายเปรียบเทียบระหว่างคุณค่ากับราคา การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์

3) การกำหนดกลยุทธ์ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายช่องทางจัดจำหน่ายประกอบด้วย ผู้ผลิต คนกลาง และผู้บริโภค/ผู้ใช้ทางอุตสาหกรรม คำนึงถึงการกระจายสินค้า

4) การกำหนดกลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาดส่วนประสมการส่งเสริมการตลาด (Promotion mix)

4.1) Advertising กลยุทธ์ในการโฆษณาเกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การสร้างสรรคงานโฆษณา (Creative strategy) กลวิธีการโฆษณา (Advertising tactics) และกลยุทธ์สื่อ (Media strategy)

4.2) Public relations แผนการประชาสัมพันธ์ ได้แก่ แผนก่อนวางสินค้า แผนในการวางสินค้า แผนหลังจากวางสินค้าแล้ว

4.3) Personal selling จัดอบรมพนักงานขาย จัดประชุมพนักงานขาย จัดทำคู่มือการขาย สื่อต่างๆ ช่วยพนักงานขาย เป็นต้น

4.4) Sales promotion วัตถุประสงค์ของการส่งเสริมการขายคือ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ การรักษาความภักดีต่อตราสินค้าของลูกค้า การเพิ่มปริมาณการซื้อให้มากขึ้น เป็นการเสริมสร้างขวัญและกำลังใจ และเป็นการกระตุ้นการตัดสินใจซื้อ

5.2.5 ชั้น 3 การปฏิบัติการทางการตลาด (Marketing implementation)

5.2.5.1 การจัดองค์กรทางการตลาด กำหนดโครงสร้างการทำงาน ผู้รับผิดชอบ การปฏิบัติหน้าที่

5.2.5.2 การปฏิบัติการทางการตลาด กำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติการทางการตลาด โปรแกรมการควบคุมทางการตลาด กำหนดวิธีการวัดผลการดำเนินงานทางการตลาด เช่น วิเคราะห์ยอดขาย กำไร ส่วนครองตลาด เป็นต้น (www.dusithost.dusit.ac.th)

5.3 ความสำคัญของการบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ช่วย รักษาคุณภาพ และปกป้องตัวสินค้า เริ่มตั้งแต่การขนส่ง การเก็บรักษาให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมิให้เสียหายจากการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง แมลง ความชื้น ความร้อน แสงแดด และการปลอมปน เป็นต้น ให้ความสะดวกในเรื่องการขนส่ง การจัดเก็บมีความรวดเร็วในการขนส่ง เนื่องจากสามารถรวมหน่วยของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเป็นหน่วยเดียว กันได้ เช่น ผลไม้หลายผลนำลงบรรจุในลังเดียว หรือเครื่องดื่มที่เป็นของเหลวสามารถบรรจุลงในกระป๋อง หรือขวดได้ เป็นต้น ช่วยส่งเสริมทางการตลาด บรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดจำหน่ายเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคเห็น

ดังนั้นบรรจุกัณฑ์จะต้องจะทำหน้าที่บอกกล่าวสิ่งต่างๆของตัวผลิตภัณฑ์โดยการบอกข้อมูลที่เป็นทั้งหมัดของตัวสินค้าและนอกจากนั้นจะต้องมีรูปลักษณะที่สวยงามสะดุดตา เชิญชวนให้เกิดการตัดสินใจซื้อ ซึ่งการทำหน้าที่ดังกล่าวของบรรจุกัณฑ์นั้นเป็น เหมือนพนักงานขายที่ไร้เสียง (Silent Salesman)

5.3.1 บรรจุกัณฑ์พลาสติก

อุตสาหกรรมบรรจุกัณฑ์พลาสติกของไทย มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าบรรจุกัณฑ์ประเภทอื่นๆ และมีบทบาทสำคัญมากสำหรับการเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนของอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคที่ต้องใช้บรรจุกัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าอาหารแช่เยือกแข็ง และอาหารพร้อมรับประทาน ซึ่งมีการใช้บรรจุกัณฑ์ค่อนข้างมาก เนื่องจากบรรจุกัณฑ์พลาสติกมีข้อดีที่เป็นประโยชน์มากมาย คือ สามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง ทนต่อความร้อนหรือเย็น ทนต่อกรดหรือด่าง พลาสติกจะมีลักษณะแข็ง เหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง มีน้ำหนักเบา ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า สามารถขึ้นรูปทรงได้ง่ายหลากหลายรูปแบบและหลากหลายขนาด อีกทั้งยังสามารถปรับให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานได้อย่างกว้างขวางตามความต้องการใช้ ซึ่งมีการนำมาใช้ทดแทนบรรจุกัณฑ์ประเภทอื่นๆ ได้ เช่น ขวดแก้ว และกระป๋องโลหะ เป็นต้น บรรจุกัณฑ์พลาสติก มีสัดส่วนการผลิตอยู่ในอันดับสองคิดเป็นร้อยละ 25 ของการผลิตบรรจุกัณฑ์รวมทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็นการผลิต ถัง กระสอบพลาสติก ขวดพลาสติก ก่องพลาสติก ถาดพลาสติก และถาดโฟม อย่างไรก็ตามบรรจุกัณฑ์พลาสติกเป็นบรรจุกัณฑ์ที่มีมูลค่าตลาด ในสัดส่วนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับบรรจุกัณฑ์ประเภทอื่นๆ โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 30-35 ของมูลค่ารวมของบรรจุกัณฑ์ทั้งหมด และการเติบโตโดยรวมสูงกว่าบรรจุกัณฑ์

5.3.1.1 ประเภทของพลาสติก

จำแนกตามคุณสมบัติและลักษณะการนำไปใช้ขึ้นรูปทรงได้ง่ายมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของอากาศ น้ำ หรือไขมันทนต่อความร้อนเย็นทนต่อกรดด่าง มีความแข็งแรงเหนียวไม่นำไฟฟ้า การเลือกใช้บรรจุกัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติก ควรระมัดระวัง ปัญหา ที่พบ คือการเลือกใช้บรรจุกัณฑ์พลาสติกที่ผลิตไม่ได้มาตรฐาน ทำให้มีสารเคมีเจือปนมากับพลาสติกจะละลายออกมาปนเปื้อนกับอาหาร หากร่างกายได้รับบ่อยๆ จะเกิดการสะสม ก่อให้เกิดเป็นพิษเรื้อรังและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคพลาสติกจัดเป็นสารโพลีเมอร์เกิดจากการนำโมโนเมอร์ มาผ่านกระบวนการเชื่อมต่อไปเป็น

โมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น มีพลาสติกให้เลือกใช้ได้หลายชนิดและในรูปแบบต่างๆกัน เช่น ถุงพลาสติกชั้นเดียว ซึ่งมีทั้งถุงร้อนและถุงเย็น ถุงพลาสติกหลายชั้นที่ได้จากการประกบหรือการรีดรวม บางกรณีมีการใช้พลาสติกกับของ บรรจุภัณฑ์ที่ขึ้นรูปเป็นขวด กล่อง ถ้วย ที่ใส่น้ำมันพืช น้ำมันมะพร้าว บะหมี่สำเร็จรูป เป็นต้น แม้ว่าพลาสติกจะมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ คือ มีน้ำหนักเบากว่าภาชนะบรรจุชนิดอื่น เช่น แก้ว กระจก ราคาก็ไม่แพงและสะดวกในการใช้งาน

พลาสติกผลิตได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ เซลลูโลสจากพืช ปิโตรเลียม ถ่านหิน และสินแร่ ส่วนมากใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

ปัจจุบันไทยผลิตพลาสติกได้ เช่น พลาสติกประเภท พีโอ(PE) พีพี (PP) พีวีซี (PVC) และพีเอส (PS) เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมัน นับว่าพลาสติกมีบทบาทความสำคัญในชีวิตประจำวัน เป็นวัสดุที่เข้ามาแทนที่บรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยไม้ กระดาษและวัสดุอื่นๆ เนื่องจากมีความเหนียว น้ำหนักเบา ทนทานต่อสารเคมี ทนต่ออุณหภูมิในช่วงกว้าง เป็นตัวกันความชื้นและก๊าซ ในไทยนั้นอาจนำพลาสติกประเภทพีโอ (PE) พีพี (PP) พีวีซี (PVC) แปรรูปทำ ชาม ถัง ไม้เทียม ถุงขยะ ลังรองเท้า (ปิ่นและสมพร, 2541)

บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ชนิดใหม่ ในวงการอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก เป็นผลผลิตจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มีราคาถูกและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย บรรจุภัณฑ์

5.3.1.2 ประเภทของพลาสติก

จำแนกตามคุณสมบัติ และลักษณะการนำไปใช้

ก. พลาสติกเพท (PET) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติโปร่งใส แข็งแรงทนทานป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ดี ทนความร้อนได้ดี การใช้งานบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ขวดน้ำและเครื่องดื่ม ขวดน้ำ ยาล้างปาก ขวดน้ำสลัด

ข. พลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) มีคุณสมบัติมีความเหนียวแข็งแรง ป้องกันการซึมผ่านของน้ำและความชื้นได้ดี ด้านทนการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี ใช้งานเป็นภาชนะใส่นม น้ำส้ม น้ำและภาชนะใส่น้ำยาซักผ้า

ค. พลาสติกพีวีซี (PVC) มีคุณสมบัติ แข็งแรง เหนียวและทนทาน มีความต้านทานต่อไขมันได้ดี การใช้งานเป็นภาชนะที่ต้องการความใสเป็นพิเศษ เช่น น้ำมันพืช และซอสต่างๆ

ง. พลาสติกแอลดีพีอี (LDPE) มีคุณสมบัติเหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดี ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ถุงใส่ขนมปัง อาหารแช่แข็ง ใช้เป็นวัสดุในการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อนได้ดี

จ. พลาสติกพีพี (PP) มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงและทนทาน ทนต่อความร้อนและสารเคมี สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดี ใช้เป็นขวดซอสมะเขือเทศ ถ้วยไอศกรีม เป็นต้น

ช. พลาสติกพีเอส (PS) มีคุณสมบัติด้านความใส และสามารถทำบรรจุภัณฑ์ที่เป็นโฟมได้ การประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์โฟมใส่อาหารและถ้วยนมเปรี้ยว
(<http://netra.lpru.ac.th/~weta/c2/index.html>)

5.3.2 ภาชนะบรรจุขวดแก้ว

ขวดแก้วทุกคนคงรู้จักกันดี เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้และพบเห็นเป็นประจำ การที่นิยมใช้ขวดแก้วเป็นบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นในความเป็นกลางไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ มีความปลอดภัยสูง ใส สามารถมองเห็นสินค้าที่บรรจุภายใน เมื่อเปิดใช้ผลิตภัณฑ์แล้วยังปิดกลับ ใช้ใหม่ได้ และจุดเด่นอีกประการหนึ่งคือนำกลับมาใช้หมุนเวียนได้ อุตสาหกรรมที่ใช้ขวดแก้วส่วนใหญ่คือ เครื่องดื่ม เช่น น้ำอัดลม สุรา เบียร์ เครื่องดื่มชูกำลัง เป็นต้น ปัจจุบันมีโรงงานผลิตขวดแก้วขนาดใหญ่ได้ ปรับปรุงการผลิต โดยนำเทคโนโลยีใหม่ๆ จากต่างประเทศมาใช้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง แต่ประหยัดต้นทุน เช่น การลดน้ำหนักขวด แต่ให้มีความแข็งแรงเหมือนเดิม และเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติได้อีกด้วย สำหรับอุตสาหกรรมประเภทน้ำอัดลม สุรา และเบียร์ อาจแบ่งการใช้ขวดได้ 2 รูปแบบ คือ นำกลับมาใช้อีกและใช้ครั้งเดียว การนำกลับมาใช้อีกหรือแบบหมุนเวียนนี้มีมากกว่า 90% ของขวดแก้วที่ผลิตอยู่ โดยให้บรรจุน้ำอัดลม แต่ละประเทศจะวางถังใหญ่รูปร่างต่างๆ กันไป สำหรับรวบรวมขวดแก้วใช้แล้ว เพื่อนำกลับมาเข้ากระบวนการผลิตใหม่ ซึ่งเป็นการประหยัดทั้งทรัพยากรและพลังงาน

5.3.1.1 คุณสมบัติของขวดแก้ว

ขวดแก้วมีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ คือ

ก. มีความเป็นกลางและไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายใน เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความปลอดภัยสูง

ข. มีความใส สามารถมองเห็นของที่บรรจุอยู่ภายในได้ ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริโภค

ค. เมื่อเปิดแล้วสามารถปิดกลับเพื่อใช้ใหม่ได้

นอกจากนี้ขวดแก้วยังสามารถใช้หมุนเวียนได้ มีความคงรูปเมื่อวางเรียงซ้อน จึงให้ความสะดวกในการขนส่ง มีความคงทนถาวรไม่เสื่อมสภาพ ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ ทนความร้อนได้สูงมาก และป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ อย่างไรก็ตามขวดแก้วก็มีข้อเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีน้ำหนักมาก และแตกง่าย ดังนั้นการปรับปรุง คุณภาพของขวดแก้วจึงมีความจำเป็น โดยใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ได้แก้วที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นผิวบางลง และน้ำหนักเบากว่าเดิม ทั้งยังเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย (กาญจนา, 2553)

5.3.1.2 ประเภทของแก้ว

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 501-2527 แบ่งภาชนะ แก้วออกเป็น 4 ประเภท

ก. แก้วบอโรซิลิเกต เป็นแก้วที่มีความทนทานสูง โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุสำหรับยา

ข. แก้วบอโรซิลิเกต เป็นแก้วที่มีความทนทานสูง โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีดยา

ค. แก้วโซดาไลม์ ใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีด ที่มีความเป็นกรดหรือ เป็นกลาง

ง. แก้วโซดาไลม์ ที่ใช้ทำภาชนะบรรจุยาที่ได้รับประทาน หรือยาที่ใช้ภายนอกเฉพาะที่

6. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.1 วิธีการดำเนินการ

6.1.1 คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่น

คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นเข้าร่วมการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดผลิตภัณฑ์ของน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยในชุมชนพื้นที่อำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลก 4 คน

6.1.2 ระดมความคิดเห็น

ระดมความคิดเห็นจากสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน และจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่เคยทำมาแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดรูปแบบการดำเนินการทางการตลาด 4 ด้าน คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion)

6.1.3 ออกแบบฉลาก

ออกแบบฉลากที่ดึงดูดใจผู้บริโภคและมีข้อมูลโภชนาการ

6.1.4 ศึกษาการตลาด และช่องทางการจัดจำหน่าย

โดยการสำรวจตลาดเป้าหมาย และทดสอบการตอบรับของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการสำรวจและสรุปผลการสำรวจ ทำการกระจายสินค้าและเก็บข้อมูล ณ สถานที่ประกอบการร้านค้าที่มีผู้ประกอบการอาหารใช้น้ำส้ม ได้แก่ เช่น กลุ่มผู้ประกอบการอาหารในมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล และ โรงเรียน เป็นต้น ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยไม่มีหลักเกณฑ์มาก

6.1.5 วิเคราะห์ต้นทุนสินค้า

6.1.6 ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่ง

6.1.7 เก็บข้อมูลการจำหน่ายเพื่อวิเคราะห์การตลาด

6.1.8 สรุปผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมวิจัยตลาด

เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย

6.1.9 จัดทำรายงานผลการวิจัย

6.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

6.2.1 อำเภอบางระกำและบางกระทุ่ม: ได้แก่ กลุ่มสตรีสหกรณ์บางระกำ และกลุ่มอื่นๆ ที่สนใจ

6.2.2 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จังหวัดพิษณุโลก



7. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

7.1 คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่น

ทำการประชุมโดยความร่วมมือของ อบต. บางระกำ และ อบต. บางกระทุ่ม นัดประชุม เพื่อคัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นที่จะเข้าร่วมการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดผลิตภัณฑ์ของน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วยในชุมชน พื้นที่อำเภอบางกระทุ่ม และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอละ 5 คน ได้นักวิจัยทั้งหมด 10 คน (ตารางที่ 7.3)

7.2 ระดมความคิดเห็น

จากการดำเนินการของสมาชิกกลุ่มแม่บ้านจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดรูปแบบการดำเนินการทางการตลาด 4 ด้าน คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) โดยจัดเวทีชุมชน เพื่อระดมความคิดเห็นจากนักวิจัยท้องถิ่นชุมชนละ 1 เวที รวม 2 เวที ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7.4 และตารางที่ 7.5

7.3 ออกแบบฉลากดึงดูดใจผู้บริโภคและมีข้อมูลโภชนาการ

จากการระดมความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุแบบขวดแก้ว 2 ขนาด คือ 450 มล. และ 300 มล. มีแนวความคิดมาจากผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ที่มีฉลากดึงดูดใจผู้บริโภค และมีข้อมูลโภชนาการ

ตาราง 7.3 กิจกรรมที่ดำเนินการในการวิจัยแนวทางการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มสุขภาพจากเปลือกกล้วย

กิจกรรม	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินการ	ผู้ร่วมโครงการ
1. คัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นที่จะเข้าร่วมการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิจัยตลาดผลิตภัณฑ์น้ำดื่มสุขภาพจากเปลือกกล้วยในชุมชนที่มียะจากพิเศษกล้วย ในพื้นที่อำเภอบางระกำและบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก	1. เพื่อดำเนินการวิจัยที่โครงการวิจัย 2. เพื่อคัดเลือกนักวิจัยท้องถิ่นที่จะดำเนินการวิจัยร่วมกัน	1. ดำเนินการวิจัยที่ศึกษา 2. คัดเลือกกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วย เพื่อสร้าง ความร่วมมือในการดำเนินโครงการ 3. ค้นหานักวิจัยท้องถิ่นที่จะดำเนินการวิจัยร่วมกัน	1. นักวิจัย 2. กลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วย จำนวน 10 คน
2. ระดมความคิดเห็น จากการค้าขายของสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน จากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดรูปแบบการค้าขายทางการตลาด 4 ด้าน คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion)	1. เพื่อระดมความคิดเห็น และแบ่งปันประสบการณ์ของกลุ่มแม่บ้านสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ 2. เพื่อกำหนดรูปแบบการค้าขายทางการตลาด 4 ด้าน คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่จำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion)	1. จัดเวทีชุมชนเพื่อระดมความคิดเห็นจากนักวิจัยท้องถิ่น ชุมชนละ 1 เวที	1. นักวิจัย 2. นักวิจัยท้องถิ่น 10 คน

ตาราง 7.3 กิจกรรมที่ดำเนินการในการวิจัยแนวทางการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มสายสุขภาพด้วย (ต่อ)

กิจกรรม	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินการ	ผู้ร่วมโครงการ
3. ออกแบบตลาด และมีข้อมูล โภชนาการ	1. เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้สามารถ ตอบสนองความต้องการของตลาด	1. ให้ผู้เชี่ยวชาญออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความ ต้องการของตลาด 2. ให้นักวิจัยร่วมกันร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ รูปแบบของบรรจุภัณฑ์	1. นักวิจัย 2. นักวิจัยท้องถิ่น 4 คน 3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7.4 ผลการระดมความคิดจากอำเภอบางระกำ

กำหนดรูปแบบ ผลิตภัณฑ์	product	price	place	promotion
กลุ่ม 1	น้ำดื่มสายชูบรรจุขวด ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 2	น้ำดื่มสายชูบรรจุขวด ขนาดบรรจุ 450 มล.	50 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 3	น้ำดื่มสายชูบรรจุขวด ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 4	น้ำดื่มสายชูบรรจุขวด ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 5	น้ำดื่มสายชูบรรจุขวด ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด

หมายเหตุ

กลุ่ม 1 คือ กลุ่มยาดกตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ (ม. 5 ต.ระกำ อ.บางระกำ จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 2 คือ กลุ่มกล้วยไม้แสงทอง (ม. 4 ต. พันเสา อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 3 คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตะไคร้สร้างสรรค์ (ม. 5 ต.ระกำ อ.บางระกำ จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 4 คือ กลุ่มแม่บ้านหนองกุลา (ม. 4 ต.ระกำ อ.บางระกำ จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 5 คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหนองเขม (ม. 4 ต. ปลัดแรด อ. บางระกำ จ. พิษณุโลก)

ตารางที่ 7.5 ผลการระดมความคิดจากอำเภอบางกระทุ่ม

กำหนดรูปแบบ ผลิตภัณฑ์	product	price	place	promotion
กลุ่ม 1	น้ำส้มสายชูบรรจุขวด แก้ว ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 2	น้ำส้มสายชูบรรจุขวด แก้ว ขนาดบรรจุ 450 มล.	50 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 3	น้ำส้มสายชูบรรจุขวด แก้ว ขนาดบรรจุ 450 มล.	50 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด, สหกรณ์
กลุ่ม 4	น้ำส้มสายชูบรรจุขวด แก้ว ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด
กลุ่ม 5	น้ำส้มสายชูบรรจุขวด แก้ว ขนาดบรรจุ 300 มล.	30 บาท	ชุมชน, ร้านขายของชำ, ร้านสินค้า OTOP	จัดร้านตามงานใน ตำบล, อำเภอและ จังหวัด, วัดพระศรี รัตนศาสดาราม

หมายเหตุ

กลุ่ม 1 คือ กลุ่มกล้วยตากอบน้ำผึ้งอัญคนา (ม. 4 ต.บางกระทุ่ม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 2 คือ กลุ่มกล้วยม้วนแสงทอง (ม. 7 ต. บางกระทุ่ม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 3 คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรไผ่ล้อม (ม. 6 ต. ไผ่ล้อม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 4 คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเกาะคู (ม. 3 ต. บางกระทุ่ม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)

กลุ่ม 5 คือ กลุ่มสหกรณ์สตรีกล้วยตาก (ม. 3 ต. บางกระทุ่ม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก)



รูปที่ 7.1 ฉลากน้ำส้มสายชูจากกล้วย



รูปที่ 7.2 น้ำส้มสายชูจากกล้วย บรรจุขวดแก้วพร้อมฉลาก ขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร

7.4 ศึกษาการตลาด และช่องทางการจัดจำหน่าย

ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่ง ได้แก่

1. ร้านจำหน่ายสินค้าในวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร
2. ร้านจำหน่ายของฝากปัมเซลล์หนองอ้อ
3. ตลาดบ้านคลอง
4. ตลาดท่าทอง
5. ตลาดร่วมใจ
6. ตลาดนัดในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์
7. ร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 7
8. ร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 5

นำส้มสายชูจากกล้วยที่ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่ง ระยะเวลาการจำหน่าย 45 วัน จำนวนนำส้มสายชู 20 ขวดต่อ 1 ร้าน ขนาดบรรจุ 300 มล. ราคา 25 บาท พบว่าสามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้หมด และได้มีผู้สนใจสอบถามถึงแหล่งซื้อในอนาคต คาดว่าแหล่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่งจะเป็นสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ในเบื้องต้น

7.5 วิเคราะห์ต้นทุนน้ำส้มสายชูจากกล้วย

วิเคราะห์ต้นทุนสินค้าเพื่อประโยชน์ของการลงทุนน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย

- | | | |
|---------------------|-----------|---------------|
| 1. กล้วย 1 กก. | 1000 กรัม | ราคา 10 บาท |
| 2. ลูกแป้งยีสต์ | 0.5 กรัม | ราคา 0.17 บาท |
| 3. ลูกแป้งแบคทีเรีย | 0.5 กรัม | ราคา 0.32 บาท |
| 4. ค่าขวด | 1 ขวด | ราคา 0.30 บาท |

รวมค่าวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มสายชู 30 มล. = 10.78 บาท

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตน้ำส้มสายชูจากเปลือกกล้วยน้ำว้า พบว่า น้ำส้มสายชูขนาดบรรจุ 300 มล. (1 ขวด) มีต้นทุนการผลิตโดยรวม 15.72 บาท (ตารางที่ 7.6)

ตารางที่ 7.6 ต้นทุนสินค้าทั้งหมด

รายละเอียด	อัตราส่วน	ราคา (บาท)
ค่าวัตถุดิบ	68.60	10.78
ค่าแรง	5.60	0.88
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	12.10	1.90
ค่าเสื่อมราคา	4.50	0.71
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	9.20	1.45
รวม	100.0	15.72

7.7 สํารวจพฤติกรรมผู้บริโภคน้ำส้มสายชูในจังหวัดพิษณุโลก

7.7.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากกล้วย

นำกล้วยน้ำว้าสุกระยะที่ 7 มาผลิตน้ำส้มสายชูตามวิธีการของ จิราภรณ์ และกนกกานต์ (2555) มีการหมัก 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การหมักไวน์กล้วย ขั้นตอนที่ 2 การหมักไวน์กล้วยให้เป็นน้ำส้มสายชู การหมักไวน์กล้วย ทำ starter โดยใช้ลูกแป้งยีสต์ 0.5% หมักน้ำกล้วยใช้กล้วยสุกระยะ 7 คือ ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (เบญจมาศ, 2545) อัตราส่วนเนื้อกล้วยต่อน้ำ 1:2 นำไปต้มให้เดือดนาน 30 นาที ปรับความหวานน้ำกล้วยให้ได้ 22°brix และ pH 4.6 หมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการหมักไวน์กล้วยโดยใช้ starter 5% ทำการหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน นำส่วนผสมมาฆ่าเชื้อด้วย โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่ความเข้มข้น 250 ppm ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองส่วนผสมมาใช้ ขั้นตอนที่ 2 การหมักน้ำส้มสายชู ทำ starter โดยใช้ลูกแป้งแบคทีเรีย 0.5% หมักด้วยส่วนผสมของน้ำ

มะพร้าวและไวน์กล้วยในอัตราส่วน 1:1 เป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นทำการหมักให้เป็นน้ำส้มสายชูโดยใช้ starter 10% ทำการหมักเป็นระยะ เวลา 15 วัน กรองให้ใสโดยใช้ ไดอะตอม (diatom commercial earth) นำส่วนใสมา หม่าเชื้อ โดยทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาทีได้น้ำส้มสายชูมีลักษณะใส มีกรดอะซิติก 4 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มสายชูหมัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) บรรจุในขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร นำมาแสดงเป็นตัวอย่างในการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค

7.7.2 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

จากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 100 คน พบว่าผู้บริโภคเป็น เพศชาย ร้อยละ 32 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 68 มีอายุระหว่าง 19-25 ปี ร้อยละ 42 รองลงมา มีอายุ มากกว่า 35 ปี ร้อยละ 38 มีอาชีพรับจ้าง ร้อยละ 27 เป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 20 มีการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 48 รองลงมา มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 35 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนส่วนใหญ่ต่ำกว่า 10,000 บาท รองลงมา รายได้ 10,000 - 20,000 บาท มีสถานภาพโสด ร้อยละ 59 และสถานภาพสมรส ร้อยละ 41 (ตารางที่ 7.7)

7.7.3 สำรวจพฤติกรรมการบริโภคน้ำส้มสายชู

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคน้ำส้มสายชูในจังหวัดพิษณุโลก ด้วยวิธี Central Location Test โดยแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรและพื้นที่ใกล้เคียง จำนวน 100 คน พบว่า มีการบริโภคน้ำส้มสายชู ร้อยละ 78 และไม่บริโภค ร้อยละ 22 ความถี่ในการบริโภคส่วนใหญ่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 66) รองลงมา 3-4, 5-6 และมากกว่า 6 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้านที่บริโภคส่วนใหญ่เป็นร้านก๋วยเตี๋ยว รองลงมาเป็นร้านผัดไท ร้านอาหารตามสั่ง ร้านอาหารบุฟเฟต์ และร้านขนมจีนตามลำดับ (ตารางที่ 7.8)

7.7.4 ทศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู

จากการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู ขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ในราคา 25 บาท พบว่าผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อ ร้อยละ 75 และไม่ซื้อ ร้อยละ 25 สำหรับเหตุผลการมีประโยชน์ต่อสุขภาพของน้ำส้มสายชู ทราบว่ามีประโยชน์ ร้อยละ 70 และ คิดว่าไม่มีประโยชน์ ร้อยละ 30 เหตุผลที่สนใจในการเลือกบริโภคมากที่สุดคือ หาซื้อง่าย ปลอดภัย คุณค่าทางโภชนาการ ราคาถูก ความชอบ ปริมาณ และ

ตามค่านิยม ตามลำดับ เหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกบริโภคส่วนใหญ่ไม่ทราบข้อแตกต่างของ น้ำส้มสายชู (ตารางที่ 7.9)

7.8 การทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ

ทำการกระจายสินค้าและเก็บข้อมูล ณ สถานที่ประกอบการร้านค้า ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตาม สถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่ง ได้แก่ ร้านจำหน่ายสินค้าในวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร ร้านจำหน่ายของฝากปั้มเซลล์หนองอ้อ ตลาดบ้านคลอง ตลาดท่าทอง ตลาดร่วมใจ ตลาดนัดในมหาวิทยาลัยนเรศวร ร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 5 และร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 7 พบว่าน้ำส้มสายชูจากกล้วยที่ทดลองจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่งดังกล่าว ภายในระยะเวลาการจำหน่ายที่กำหนด คือ 45 วัน จำนวนน้ำส้มสายชู 20 ขวดต่อ 1 ร้าน ขนาดบรรจุ 300 มล. ราคา 25 บาท สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้หมดในระยะเวลาดังกล่าว และมีผู้สอบถามถึงแหล่งซื้อในอนาคต คาดว่าแหล่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ต่างๆ จำนวน 8 แห่งจะเป็นสถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ในเบื้องต้น

ตารางที่ 7.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลก

ข้อมูลผู้บริโภค		จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	ชาย	32
	หญิง	68
อายุ	ต่ำกว่า 19 ปี	1
	19 - 25 ปี	42
	26 - 35 ปี	19
	มากกว่า 35 ปี	38
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	20
	พนักงานบริษัทเอกชน	10
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	11
	เจ้าของกิจการ	4
	อาชีพอิสระ	13
	รับจ้าง	27
	อื่นๆ	15
การศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	48
	กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี	14
	ปริญญาตรี	35
	ปริญญาโท	2
	ปริญญาเอก	1
รายได้ต่อเดือนของครอบครัว	ต่ำกว่า 10,000 บาท	66
	10,000 – 20,000 บาท	24
	20,001 – 30,000 บาท	7
	30,001 – 40,000 บาท	2
	มากกว่า 50,000 บาท	1
สถานภาพสมรส	โสด	59
	สมรส	41

ตารางที่ 7.8 พฤติกรรมการบริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู

พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู		จำนวน (ร้อยละ)
การบริโภคน้ำส้มสายชู	บริโภค	78
	ไม่บริโภค	22
ความถี่ของการบริโภค	1-2 ครั้ง/สัปดาห์	66
	3-4 ครั้ง/สัปดาห์	17
	5-6 ครั้ง/สัปดาห์	5
	> 6 ครั้ง/สัปดาห์	12
ร้านที่บริโภค	ร้านก๋วยเตี๋ยว	57
	ร้านผัดไท	18
	ร้านขนมจีน	2
	ร้านอาหารตามสั่ง	16
	ร้านอาหารบุฟเฟ่ต์	6
	อื่นๆ	1

ตารางที่ 7.9 ทศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู

ทศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู		จำนวน (ร้อยละ)
การตัดสินใจเลือกซื้อ	ซื้อ	75
	ไม่ซื้อ	25
ประโยชน์ต่อสุขภาพ	มี	70
	ไม่มี	30
เหตุผลที่สนใจในการเลือกบริโภค	ปริมาณ	5
	ราคาถูก	16
	หาซื้อได้ง่าย	23
	ความชอบ	12
	ตามค่านิยม	2
	ปลอดภัย	22
	คุณค่าทางโภชนาการ	20
เหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกบริโภค	ไม่ทราบข้อแตกต่างของน้ำส้มสายชู	60
	ไม่มีให้เลือก	40

8. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของน้ำส้มสายชูจากกล้วย การวิจัยตลาด และกำหนดแนวทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร มีต้นทุนการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วย ขนาดบรรจุ 30 มล. มีต้นทุนการผลิตโดยรวม 15.72 บาท และราคาจำหน่าย 25 บาท

ผลการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคในจังหวัดพิษณุโลกต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วย พบว่าผู้บริโภคมีการบริโภคน้ำส้มสายชู ร้อยละ 78 ความถี่ในการบริโภคส่วนใหญ่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ66) ร้านที่บริโภคส่วนใหญ่เป็นร้านก๋วยเตี๋ยว ทศนคติของผู้บริโภคต่อน้ำส้มสายชู พบว่าร้อยละ 75 ตัดสินใจเลือกซื้อน้ำส้มสายชูขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ราคา 25 บาท ร้อยละ 70 ทราบว่าน้ำส้มสายชูมักมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคมากที่สุดคือ แหล่งซื้อสินค้า ต้องหาซื้อง่าย และเหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกในการเลือกน้ำส้มสายชูมาบริโภค เนื่องจากไม่ทราบข้อ

แตกต่างของน้ำส้มสายชู การจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูจากกล้วยสามารถวางจำหน่ายในเบื้องต้น ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร แหล่งของฝากปั้มเซลล์หนองอ้อ ตลาดบ้านคลอง ตลาดท่าทอง ตลาดร่วมใจ ตลาดนัดในมหาวิทยาลัยนเรศวร ร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 7 และร้านจำหน่ายสินค้าหมู่บ้านหรรษนันท์ 5 ขนาดบรรจุ 300 มิลลิลิตร ราคา 25 บาท



9. เอกสารอ้างอิง

จิราภรณ์ สอดจิตร์ และกนกกานต์ วีรกุล. 2555. การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย.

วารสารเกษตรนเรศวร. 14(2) : 1-12.

จิราภรณ์ สอดจิตร์ วาสนา ณ พัน และ ชีรพร กงบังเกิด. 2550. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวลำไย
ผลสดเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกในเขตภาคเหนือตอนบน. วารสารเกษตรนเรศวร.

10(2) : 48-63.

เบญจมาศ ศิลาอ้อย. 2545. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 357
หน้า

ปวีณา น้อยทัพ จิราภรณ์ สอดจิตร์ และเหรียญทอง สิงห์จามรงค์. 2550. การสำรวจพฤติกรรมของ
ผู้บริโภคและความเป็นไปได้ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์อะโวคาโดสเปรดในจังหวัดพิษณุโลก.

วารสารเกษตร. 10(2) : 90-100.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: ผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำส้มสายชูหมัก (มผช. 326/2547).

10. Output ที่ได้จากโครงการ

นำผลงานไปใช้ประโยชน์ คือ

1. ตีพิมพ์ในวารสาร

ชื่อเรื่องที่ตีพิมพ์: การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคและความเป็นไปได้ในทางการตลาดของน้ำส้มสายชูจาก
กล้วยในจังหวัดพิษณุโลก

2. ถ่ายทอดเทคโนโลยี

เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและแนวทางการตลาดของน้ำส้มสายชู

มีรายละเอียดดังเอกสารแนบภาคผนวก



โครงการ การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและแนวทางการตลาดของน้ำส้มสายชู

1. หลักการและเหตุผล

จากยุทธศาสตร์การวิจัยเชิงพื้นที่ (Area-base Research) ทิศทางการพัฒนาจังหวัดพิษณุโลก อันดับหนึ่งของความต้องการด้านอุตสาหกรรมคือ อุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางด้านการเกษตร ซึ่งการแปรรูปผลผลิตทางด้านการเกษตรนั้นมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด หนึ่งในการผลิตทางด้านการเกษตรนั้นคือผลิตภัณฑ์จากกล้วยซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงมากของประเทศ เช่น กล้วยตาก กล้วยกวน กล้วยอบ และกล้วยม้วน การผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก่อให้เกิดเศษกล้วยเหลือทิ้ง ที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ส่งกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน และแพร่กระจายของเชื้อโรคเมื่อฝนตกและน้ำท่วม จากการสำรวจวัสดุเหลือทิ้งจากการทำผลิตภัณฑ์กล้วยดังกล่าวในอำเภอบางกระทุ่มและอำเภอบางระกำ พบว่ากลุ่มแม่บ้าน OTOP ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วยจะนำไปทิ้ง หรือนำไปเป็นอาหารปลา จากกระบวนการแปรรูปกล้วยดังกล่าวก่อให้เกิดเศษกล้วยเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก (ประมาณ 2% ของวัตถุดิบ) ทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวมาแล้วในเบื้องต้น เศษกล้วยดังกล่าวสามารถนำมาผลิตเป็นอาหารที่มีมูลค่าเพิ่มได้มากกว่าใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงได้นำเศษกล้วยที่เป็นปัญหาดังกล่าวมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักโดยวิธีธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อนำเศษกล้วยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากธรรมชาติ เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเศษกล้วยเหลือทิ้ง

2. วัตถุประสงค์ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและแนวทางการตลาดของน้ำส้มสายชูให้กับชุมชนกลุ่มเป้าหมาย
3. ระยะเวลา 1 วัน
4. จำนวนผู้เข้าอบรม 30 คน
5. วันเวลาและสถานที่อบรม
อบรมวันที่ 10 มกราคม 2557 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลบางกระทุ่ม อ. บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก

6. กิจกรรมการฝึกอบรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่องการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและแนวทางการตลาดของน้ำส้มสายชู

08.45-09.00	ลงทะเบียน
09.00-09.10	พิธีเปิดการอบรม
09.10-12.00	บรรยาย เรื่องกรรมวิธีการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วย
12.00-13.00	พักรับประทานอาหาร
13.00-16.00	ปฏิบัติการ การผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วย
16.00-16.30	สรุปผลงาน และตอบข้อซักถาม

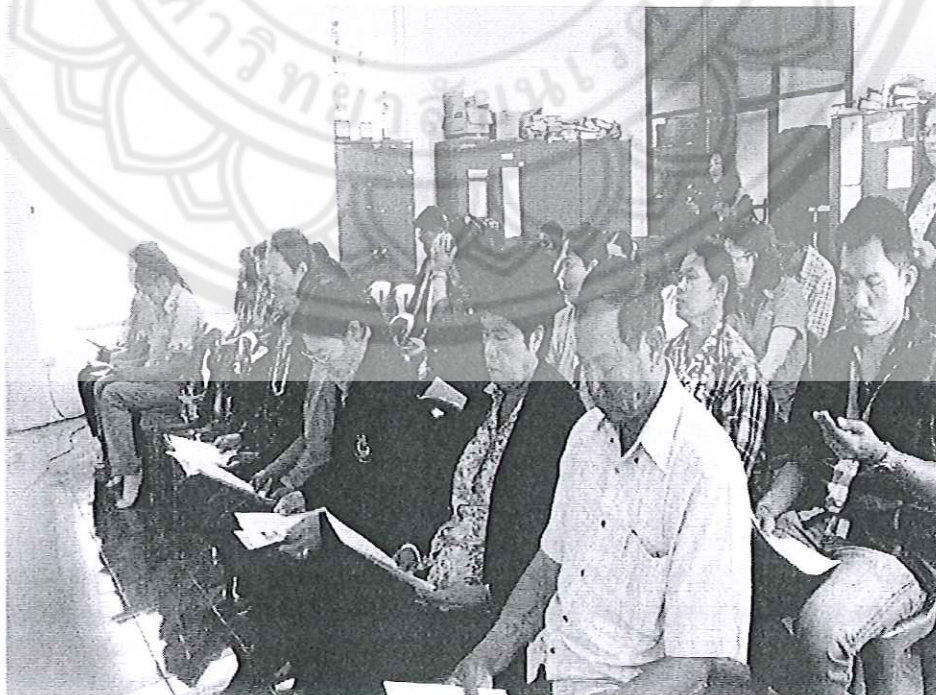


ภาพกิจกรรมการอบรม

1. ผู้เข้าร่วมอบรมร่วมถ่ายภาพก่อนการอบรม



2. ผู้เข้าร่วมอบรมรับฟังการบรรยายการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยและการตลาดของผลิตภัณฑ์



3. มอบของที่ระลึกให้กับประธานเปิดงาน ปลัดเทศบาล ต. ห้วยแก้ว อ. บางกระทุ่ม



4. หัวหน้าสำนักงานเทศบาล ต. ห้วยแก้ว อ. บางกระทุ่ม พิธีกรในการอบรม

