19756

T096940

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทปริมาณที่เหมาะสมในการหมักสาโท

(Study on Steamed Rice Addition in Sato Fermentation)

จัดทำโดย

นายโชคชัย แข็งกระบือ รหัส 45045025

นายมะณี ตรงดี รหัส 45045037

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agricultural Industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Bangkok 10520 Thailand

ป/พ.
ฉบ.ที่
2546
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน. 96940
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทปริมาณที่เหมาะสมในการหมักสาโท

(Study on Steamed Rice Addition in Sato Fermentation)

โดย

นายโชคชัย แข็งกระบือ รหัส 45045025

นายมะณี ตรงดี รหัส 45045037

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

....

(ดร. บุญเทียม พันธุ์เฟ็ง) **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทปริมาณที่เหมาะสมในการหมักสาโท

(Study on Steamed Rice Addition in Sato Fermentation)

นายโชคชัย แข็งกระบือ รหัส 45045025

นายมะณี ตรงดี รหัส 45045037

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายโชคชัย แข็งกระบือ และนายมะณี ตรงดี : การศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโท ปริมาณที่เหมาะสมในการหมักสาโท (Study on Steamed Rice Addition in Sato Fermentation) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง : กรรมการ: ผศ.อดิศร เสวตวิวัฒน์ , ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพรบูลย์ 68 หน้า

บทคัดย่อ

การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทเพื่อลดความเปรี้ยวของสาโท โดยใช้อัตราส่วนของส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง 5:5, 5:4, 5:3, 5:2 และ 5: 1 แล้วหมักแห้งต่อนาน 1 , 2 และ 3วัน โดยผ่าน้ำ 1.2 เท่าของปริมาณข้าวเหนียวดิบทั้งหมด หมักต่ออีก 4 วัน ซึ่งได้สาโท 15 สูตร พบว่า สาโทสูตรที่มีอัตราส่วนของสาโทต่อการเติมข้าวเหนียวนึ่ง 5:5 กิโลกรัม และใช้ระยะเวลาในการหมักแห้งต่อนาน 2 วัน แล้วจึงผ่าน้ำ ซึ่งเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ชิมให้การยอมรับ กลิ่น ความประทับใจ และคะแนนรวมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบทดสอบทางประสาทสัมผัสกับสาโทที่ผู้บริโภคนิยมในท้องตลาด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสาโทสูตรที่ได้ พบว่า มีปริมาณกรดแลกติคร้อยละ 0.55 พีเอช 3.42 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 องศาบริกซ์ และมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 11.52 โดยปริมาตร ซึ่งจะสามารถหมักสาโทในปริมาณที่มากขึ้นโดยใช้ส่าสาโทปริมาณเท่าเดิม

โชคชัย แข็งกระบือ
มะณี ตรงดี
ลายมือนักศึกษา

ลายมือนักศึกษา

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ท่านได้สละเวลาให้คำปรึกษาความรู้ ความเข้าใจ การนำเสนอและข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมถึงได้ตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ที่ให้ทุนทรัพย์เพื่อใช้จ่ายในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ตลอดจนกำลังใจต่างๆที่มีให้ด้วยดีเสมอมา และขอบคุณเพื่อนๆที่มีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จได้ด้วยดี ไม่ว่าจะเป็นการคอยให้การช่วยเหลือในด้านข้อมูล และการเสนอแนะอันเป็นประโยชน์

คณะผู้จัดทำ

16 มีนาคม 2457

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญตาราง(ต่อ)	จ
สารบัญตาราง(ต่อ)	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพ(ต่อ)	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
3. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง	15
4. ผลการทดลอง	20
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	35
ประวัติผู้จัดทำ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทของข้าวตามปริมาณอะมัยโลส	3
ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างลักษณะที่ต้องการและไม่ต้องการจากจุลินทรีย์ในลูกแป้งที่ใช้หมักสาโท	8
ตารางที่ 3 แบ่งการทดลองการเติมข้าวเหนียวนึ่งออกเป็น 5 การทดลอง	16
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในสาโท 7 สูตร	30
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan สาโท 7 สูตร	31
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ สาโทกรูปี สาโทสยาม และสาโทสูตร 5:5/2	32
ตารางภาคผนวกที่	
ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อ เป็นเวลา 1 วัน	41
ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	41
ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์องศาบริกซ์โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	42
ตารางภาคผนวกที่ 4. ผลการวิเคราะห์ พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	42
ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	43
ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	43
ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	44
ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	44
ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	45
ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	46
ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	46
ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 1 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	47
ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 2 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	48
ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 3 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	48
ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 1 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	49
ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 2 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	49
ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 3 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	50
ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 1 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	50
ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 2 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 3 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	51
ตารางภาคผนวกที่ 22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 1 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	52
ตารางภาคผนวกที่ 23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 2 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	52
ตารางภาคผนวกที่ 24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่อ 3 วัน จึงทำการผ่าน้ำเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	53
ตารางภาคผนวกที่ 25	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโท 7 สูตร	53
ตารางภาคผนวกที่ 26	การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่ากลิ่น ของสาโท 7 สูตร	54
ตารางภาคผนวกที่ 27	การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าความประทับใจ ของสาโท 7 สูตร	54
ตารางภาคผนวกที่ 28	การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าคะแนนรวม ของสาโท 7 สูตร	55
ตารางภาคผนวกที่ 29	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโทกรูปีสาโทสยาม และสาโทสูตร 5:5/2	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1 ขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล โดยกลุ่มเอนไซม์จากราในสภาวะที่ต้องการอากาศ	6
รูปที่ 2 แผนภูมิขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยกลุ่มเอนไซม์จากยีสต์ ในสภาพไร้อากาศ	7
รูปที่ 3 แผนภูมิการผลิตสาโทที่ดัดแปลงจากแบบดั้งเดิมของผู้ประกอบการในปัจจุบัน	14
รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตส่าสาโท	16
รูปที่ 5 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 1	17
รูปที่ 6 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 2	17
รูปที่ 7 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 3	18
รูปที่ 8 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 4	18
รูปที่ 9 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 5	19
รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อ เป็นเวลา 1 วัน	20
รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อ เป็นเวลา 2 วัน	21
รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อ เป็นเวลา 3 วัน	22
รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลง พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	23
รูปที่ 14 การเปลี่ยนแปลง พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	23
รูปที่15 การเปลี่ยนแปลง พีเอช โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	24
รูปที่16 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	25
รูปที่17 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	26
รูปที่18 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณกรดแลคติค โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่ง ต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่19 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน	28
รูปที่ 20 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน	28
รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในแต่ละปีประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรออกมาเป็นจำนวนมาก หนึ่งในนั้นก็คือข้าว ซึ่งสามารถสร้างรายได้หลักให้แก่ประเทศ ในขณะเดียวกันเกษตรกรไทยมักประสบปัญหาด้านราคาข้าวตกต่ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทยนั้นจำเป็นต้องนำความทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาผสมผสานกันเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ สาโทจึงเป็นผลิตภัณฑ์อีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม และได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐเป็นการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วย โดยการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลและจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ ในการผลิตสาโท เกษตรกรไทยได้เรียนรู้มาจากบรรพบุรุษ โดยวัตถุดิบที่ใช้ทำสาโทในอดีตถึงปัจจุบันก็คือ ข้าวเหนียวและลูกแป้งเหล้า ภายในลูกแป้งเหล้าจะมีจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่ภายใน ชนิดหลักๆก็คือ *Rhyzopus* sp. และ *Saccharomyces* sp. (วารสารสถาบันอาหาร,2546) จุลินทรีย์ดังกล่าวจะทำกิจกรรมโดยจะทำให้แป้งไปเป็นน้ำตาล และจากน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ ในระหว่างที่ *Rhyzopus* sp.ทำกิจกรรมอยู่นั้นก็ผลิตกรดแลคติค กรดฟูมาลิคและกรดซิตริกขึ้นมา จึงทำให้สาโทมีรสเปรี้ยว ซึ่งจะไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยวิธีที่จะช่วยลดปริมาณกรดแลคติค กรดฟูมาลิคและกรดซิตริกก็คือ ทำให้กรดที่ *Rhyzopus* sp. ผลิตเจือจางลง (ช่วงที่ *Rhyzopus* sp.เจริญคือช่วงที่หมักข้าวก่อนผ่าน้ำ) จากการศึกษาผลิตภัณฑ์สาเกของประเทศญี่ปุ่น(วริญญา,2545) พบว่าขั้นตอนการลดกรดแลคติคในสาเกนั้นใช้การเติมข้าวลงในสาโทหลังผ่าน้ำ จึงได้นำวิธีดังกล่าวมาพัฒนาการผลิตสาโทโดยการลดปริมาณกรด แลคติค ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทมีรสชาติดีขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางให้เกษตรกรใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งปริมาณที่เหมาะสมในส่าสา โทก่อนการผ่าน้ำในการหมักสาโท
2. เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการผลิตสาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

สาโท (ชื่อฟ้อง น้ำขาว เหล้าโท กระแช่) เป็นสุราแช่มีความแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี ตามพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ. 2493 หมายถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นเมืองของไทย ทำจากการหมักข้าวเหนียวนึ่งด้วยลูกแป้ง ซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลายชนิด ทั้งที่จำเป็นที่มีประโยชน์ต่อการหมักและชนิดที่ไม่จำเป็น โดยปัจจุบันวิธีการหมักยังคงอนุรักษ์กรรมวิธีการผลิตตามรูปแบบดั้งเดิมที่สืบทอดต่อกันมา ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพให้คงที่ได้ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น อุปสรรคประการสำคัญที่ทำให้การผลิตสาโทพื้นเมืองขาดการพัฒนา เกิดจากข้อจำกัดของกฎหมายที่ปิดทางการผลิตและมาตรการคุมเข้มจากสรรพสามิตที่จำกัดการวิจัยและพัฒนาสุราแช่พื้นเมืองให้เติบโตเป็นระยะเวลายาวนานถึง 52 ปี สถาบันการศึกษาที่มีโครงการวิจัยจำเป็นต้องผ่านการอนุญาตจากสรรพสามิตโดยทำสัญญาปีต่อปี ในข้อจำกัดด้านกำลังผลิตที่ระบุปริมาณต่อปีไว้ ทำให้ยากต่อการวางแนวทางการผลิตเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง ส่งผลให้งานวิจัยเพื่อพัฒนาธุรกิจสุราแช่สาโทมีน้อยและไม่เกิดความต่อเนื่อง สาโทซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นเมืองของไทยที่น่าจะมีอนาคตที่สดใสกว่านี้ จึงกลับไม่เป็นที่รู้จักและนิยมกันโดยทั่วไปซึ่งต่างไปจากสาเกของญี่ปุ่น ที่ได้รับการสนับสนุนการผลิตและมีการศึกษาสายพันธุ์ของ จุลินทรีย์ และคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวระดับการขัดสีที่เหมาะสม ไปจนถึงการพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อให้ได้สาเกที่มีรสชาติดีที่สุด รัฐบาลให้การสนับสนุนผลักดันการส่งออก จนสาเกกลายเป็นสัญลักษณ์แสดงถึงวัฒนธรรมการดื่มกินของประเทศญี่ปุ่น แนวทางหนึ่งในการพัฒนาสาโทเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมที่ต้องการปัจจัยสนับสนุน 3 ประการนั่นคือ 1) ต้องมีความคงที่ทุกรุ่นการผลิต 2) ต้องมีคุณภาพทางกายภาพเคมีและจุลินทรีย์ วิเคราะห์ที่ได้มาตรฐาน และ 3) ต้องมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ผู้ประกอบการในปัจจุบันจำเป็นต้องแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งอาจจะค่อย ๆ ปรับค่อย ๆ แก้ไขไปทีละน้อยก่อน ตามความพร้อมและกำลังทุนทรัพย์ของตน ได้แก่ 1) หัวเชื้อ และกระบวนการหมัก 2) เครื่องมืออุปกรณ์ผลิต 3) ขั้นตอนการทำให้ใส 4) ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ และ 5) สุขลักษณะการผลิต จะเห็นได้ว่าปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ) ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานกลางล่าสุดคือ "มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน" (มผช) (2) สำหรับสาโทในส่วนที่เรียกว่า Physicochemical Quality โดยจะพิจารณาประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ เช่นสี กลิ่น รส มีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนน เพิ่มเติมขึ้นจากคุณสมบัติทางเคมีทั้ง 10 items ใน มอก. ไน์เดิม (5) และการเพิ่มข้อระบุลักษณะปรากฏในด้านความขุ่น-ใส ซึ่งให้เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของกรรมวิธีของการผลิตก่อนอนุญาตให้ใช้ตราสัญลักษณ์รับรองเป็นเวลา 3 ปี ซึ่งระหว่างนั้นจะมีการสุ่มตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์สาโทอย่างต่อเนื่อง ประโยชน์ที่ได้รับนอกจากจะเป็นการสร้างความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มั่นใจในคุณภาพให้กับผู้ผลิตสามารถจำหน่ายได้ราคาดีตามมาตรฐานของสุราแช่และปัญหาการส่งคืนสินค้าจะลดลงแล้ว ยังเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคเกิดทัศนคติที่ดีต่อตัวสินค้า และเสริมสร้างศักยภาพในการแข่งขันทั้งในประเทศและเพื่อการส่งออก ยกระดับคุณภาพมาตรฐานสาโทให้ได้มาตรฐานเดียวกับ และ/หรือ เทียบเท่าสากลให้เป็นที่ยอมรับในระดับนานาประเทศเพื่อการส่งออก

ในการสร้างคุณภาพและรสชาติอันเป็นมาตรฐานเดียวกัน ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีอายุการเก็บและการบริโภคที่ยาวนาน ปัจจัยผันแปรสำคัญประการหนึ่งคือ การใช้หัวเชื้อ หรือลูกแป้งในกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมให้มีคุณภาพทางกายภาพเคมีและชีวภาพของลูกแป้งที่คงที่ได้ นอกเหนือไปจากความแตกต่างในสูตรและสัดส่วนของสมุนไพรที่นำมาผสมแล้วการเตรียมวัตถุดิบและวิธีการทำลูกแป้ง สภาพอากาศ ระดับความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนการจัดเก็บรักษาลูกแป้งที่ไม่เหมาะสม จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนและการสูญหายของจุลินทรีย์ชนิดที่จำเป็น ปัจจุบันผู้ประกอบการบางรายได้มีการพัฒนามาใช้จุลินทรีย์บริสุทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกคุณสมบัติทั้งราและยีสต์ แทนการใช้ลูกแป้ง ซึ่งรูปแบบการผลิตดังกล่าวจะใกล้เคียงกับการผลิตสาเกของประเทศญี่ปุ่น

วัตถุดิบหลักในการผลิตสาโท

1. ข้าว

ข้าวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตสาโท มีชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ oryza sativa โดยข้าวที่ปลูกในประเทศไทยจัดอยู่ใน indica type มี 2 ชนิดคือ ข้าวเจ้า (rice, ordinary rice) และข้าวเหนียว (glutinous rice,sticky rice) มีลักษณะเมล็ดเรียวยาว ส่วนข้าวที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่นจัดอยู่ใน japonica type เป็นข้าวเจ้ากึ่งข้าวเหนียว เมล็ดมีลักษณะป้อมสั้น

องค์ประกอบหลักในเมล็ดข้าวคือแป้ง (strach) ประกอบด้วยโมเลกุลโซ่ตรงของอะมัยโลส (amylose) เกาะเกี่ยวกับโมเลกุลที่มีโซ่สาขาของอมัยโลเพกติน (amylopectin)

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอมัยโลส(%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวอะมัยโลสต่ำมาก	0-9	เหนียว
ข้าวอะมัยโลสต่ำ	10-19	เหนียว
ข้าวอะมัยโลสปานกลาง	20-25	เหนียวเล็กน้อย
ข้าวอะมัยโลสสูง	25-34	ร่วนแข็ง

ที่มา: Juliano 1972

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำสาโทนิยมใช้ข้าวเหนียวหรือข้าวเหนียวดำเป็นวัตถุดิบมากกว่าข้าวเจ้าเนื่องจากข้าวเหนียวให้กลิ่นรสที่ดีกว่า และจุรินทรีย์ในลูกแป้งสามารถย่อยแป้งข้าวเหนียวได้ดีกว่าแป้งข้าวเจ้า

2. น้ำ

เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในไวน์ข้าวไม่ต่ำกว่า 80% น้ำจึงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญเพราะมีผลต่อคุณภาพไวน์ข้าวโดยตรง สมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการทำสาโทคือ ไม่มีสี กลิ่นรส แร่ธาตุ และเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย ในการผลิตส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำฝน หรือน้ำประปาต้มสุก

3. ลูกแป้ง

ลูกแป้ง คือ กล้าเชื้อจุลินทรีย์ (inoculum) ที่เก็บไว้ในรูปเชื้อแห้งเพื่อใช้ในการผลิตอาหารหมักหลายชนิด ในประเทศแถบเอเชีย เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ลูกแป้งมีมาแต่โราณก่อนที่มนุษย์จะเข้าใจถึงศาสตร์ทางจุลชีววิทยา โดยเข้าใจกันว่ามีต้นกำเนิดจากประเทศจีน และได้ถ่ายทอดไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ทิเบต สิขิม อินเดีย เกาหลี และประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย กล้าเชื้อในลักษณะนี้มีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นของแต่ละประเทศ ส่วนในการใช้ประโยชน์นั้นจะคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ คือใช้ในการหมักที่มีกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงในวัตถุดิบ ประเภทธัญพืชและหัวพืช ให้เป็นน้ำตาล (saccharification) เพื่อผลิตอาหารหมักประเภทข้าวหมาก สุราและเมรัย เช่น กระแช่สาโทหรืออุ

ลูกแป้งที่ดีจะมีลักษณะโปร่งเบา ไม่มีลอยแตกร้าว ก้อนแป้งเป็นรูพรุน ซึ่งเกิดจากการฟูของแป้งขณะบ่ม เมื่อขยี้จะยุ่ยเป็นผงละเอียด ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรียว มีรูปร่างและขนาดต่างกัน ลูกแป้งเหล้าส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซ็นติเมตร

จุลชีววิทยาของสาโท

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักสาโท ประกอบด้วยจุลินทรีย์ยูคาริโอตในกลุ่มของฟังไจ สองประเภทคือราและยีสต์ จุลินทรีย์เหล่านี้ได้รับสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ และสำหรับปฏิกิริยาการหมัก ซึ่งมีอยู่อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ใจจากวัตถุดิบซึ่งเป็นข้าว ปฏิกิริยาในการหมักสาโทจัดเป็น Multiparallel fermentation หมายถึงกระบวนการหมักที่มีหลายปฏิกิริยาและจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ซึ่งแบ่งเป็นสองขั้นตอนหลักตามสภาวะของการหมักและประเภทของจุลินทรีย์ เริ่มจากขั้นตอนที่หนึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล (Saccharification) โดยราสร้างเอนไซม์กลุ่มอะไมเลส ประกอบด้วยแอลฟาอะไมเลส เบต้าอะไมเลส และกลูโคอะไมเลส ย่อยโครงสร้างแอลฟา ฟอร์มในโมเลกุลของเม็ดแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ตามลำดับ สภาวะการหมักต้องการอากาศสำหรับการเจริญของรา กลุ่มที่มีความสำคัญและมีบทบาทในการสร้างเอนไซม์ปริมาณมากได้แก่ ราใน Class Zygomycetes Order Mucorales Family

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mucoraceae ได้แก่จีนัสสำคัญ คือ *Rhizopus sp., Mucor sp.* และ *Amylomyces sp.* และราใน Class Deuteromycetes Order Moniliales Family Moniaceae ได้แก่จีนัสสำคัญคือ *Aspergillus sp.* คุณสมบัติของราในคลาสแรกคือ สร้างเอนไซม์ที่มีแอคทิวิตี้สูง พร้อมกับสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดฟูมาลิค กรดซิตริค และกรดแลคติค ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท แต่การไฮโดรไลส์แป้งเกิดไม่สมบูรณ์ คือให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับราในคลาสหลัง ซึ่งไม่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท (แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยรา แสดงในรูปที่ 1) เป็นที่น่าสังเกตว่ากรดที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวช่วยยับยั้งพวกจุลินทรีย์อื่นที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนได้ ที่เรียกว่า Protected Fermentation เชื้อราจะสร้างเส้นใยจำนวนมากแผ่กระจายปกคลุมบนผิวเมล็ดข้าว และแทรกตัวเข้าไปในช่องว่างระหว่างเมล็ดข้าว บางส่วนแทงทะลุเข้าไปในเมล็ดข้าว ราจะสร้างเอนไซม์จำนวนมากออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล สร้างกรดอินทรีย์ และยังได้สารอาหารและวิตะมินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ สำหรับยีสต์ในระยะแรกที่มีอากาศนี้จะยังไม่เกิดกระบวนการหมักแต่จะมีการแตกหน่อเพิ่มจำนวนเซลล์อย่างรวดเร็วจนมีปริมาณที่มากพอ ประกอบกับสภาวะความเป็นกรดที่ราสร้างให้ ร่วมกับเป็นระยะที่ผู้ผลิตจะเติมน้ำลงไปทำให้เป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ราซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (Strictly Aerobe) ในการเจริญจะหยุดกิจกรรม ส่วนยีสต์ซึ่งเป็น จุลินทรีย์ที่เจริญได้ทั้งสองสภาวะ (Facultative Anaerobe) ก็จะเปลี่ยนรูปแบบการสร้างพลังงานจากการหายใจที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Respiration) มาเป็นกระบวนการหมัก (Alcoholic Fermentation) ซึ่งเป็นส่วนของขั้นตอนที่สอง ที่เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวส์เป็นแอลกอฮอล์ โดยยีสต์ในกลุ่ม Ascomycetous Yeast Class Ascomycates Subclass Hemiascomycetidae Order Endomycetales Family Saccharomyceideae ได้แก่จีนัสสำคัญ คือ *Saccharomyces sp., Endomycopsis sp., Hensenula sp.* และยีสต์ใน Class Blastomycetes Family Cryptococcaceae ได้แก่จีนัสสำคัญ *Torulopsis sp.* ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมในการหมักสาโทเพราะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทนต่อความเป็นกรด ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาล และทนต่อระดับแอลกอฮอล์ได้ดีและเมื่อต้องการให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ จะต้องปรับสภาวะให้อยู่ในสภาพไร้อากาศ (แผนภูมิแสดงการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ แสดงในรูปที่ 2)

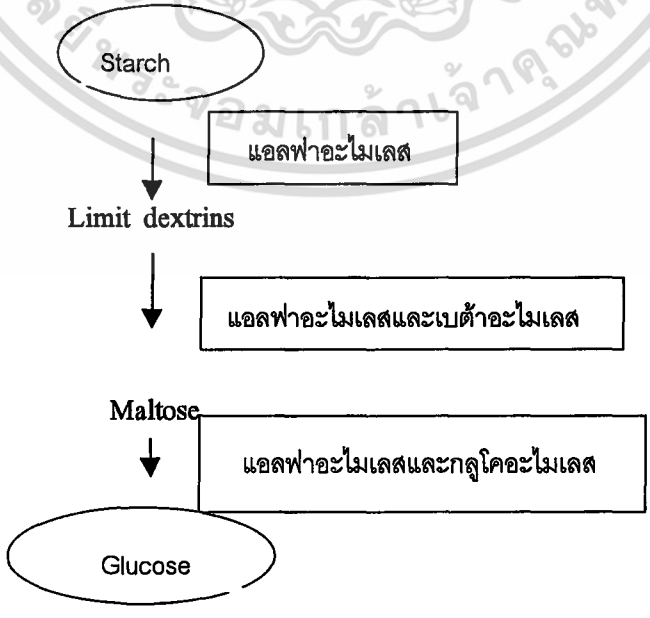
ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักสาโทระยะนี้คือ

1. อัตราส่วนระหว่างข้าวต่อราและยีสต์
2. ช่วง Lag phase ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณเซลล์ของยีสต์ ณ อุณหภูมิการหมักนั้น ๆ
3. องค์ประกอบของสารอาหาร ปริมาณกรดอินทรีย์
4. ปริมาณออกซิเจน
5. ความสามารถในการทนต่อสภาวะต่าง ๆ ของยีสต์ เช่น ระดับแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ รวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

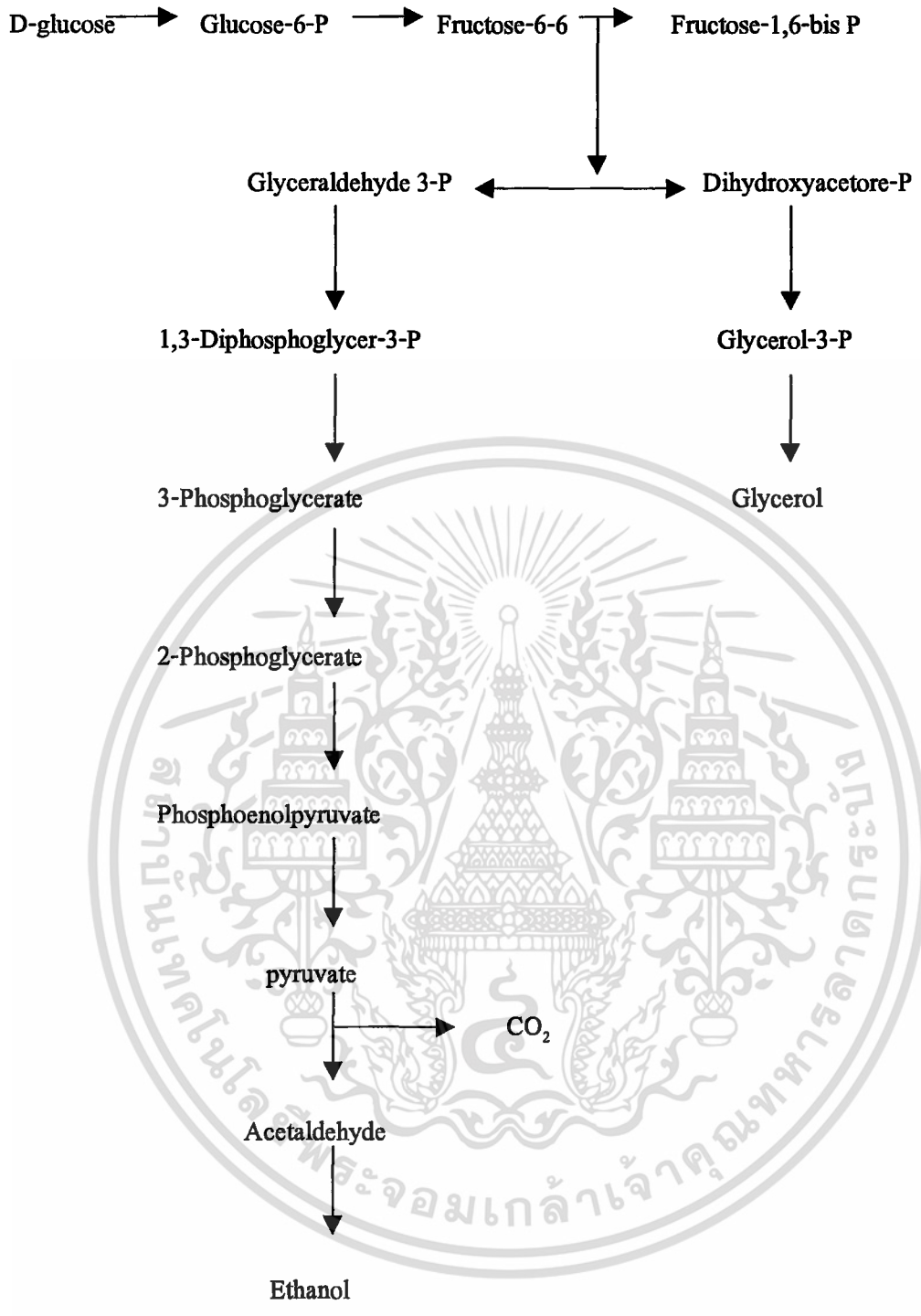
อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นขณะที่เซลล์มีกิจกรรมเป็นต้น

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในถังหมักจึงเรียงลำดับจาก Saccharification ของแป้งเป็นน้ำตาลเฟอร์เมนต์ชนิดต่าง ๆ และกลูโคส กรดแลคติค และกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ฯลฯ โดยเอนไซม์อะไมเลสจากรา ตามด้วยยีสต์ ที่จะเปลี่ยนน้ำตาลเฟอร์เมนต์และ กลูโคสให้เป็นแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อม ๆ กับการผลิตกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น กรดซัคซินิค กรดมาลิค ฯลฯ นอกจากนี้ยังพบกิจกรรมของเอนไซม์ชนิดอื่น อาทิ โปรติเอส ที่ย่อยสลายโปรตีนเป็นเปบไทด์และกรดอะมิโนและไลเปส ที่เปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล เกิดเป็นกลิ่นรสที่มีความซับซ้อนและยิ่งไปกว่านั้นสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นนี้ยังสามารถทำปฏิกิริยากันเองแล้วได้สารอินทรีย์ชนิดใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มความซับซ้อนที่เป็นความหอมเฉพาะตัวในสาโท ที่บ่มเป็นเวลานาน ได้แก่ กรดอะมิโนบางตัว เช่น ลิวซีน จะถูกยีสต์เปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ประเภท ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนต่อไปโดย อะซิทิล โคเอนไซม์เอ เป็น ไอโซเอมิล อะซิเทต ทำให้สาโทมีกลิ่นที่ดีขึ้น นอกจากนี้ กรดลิวซินิค ที่เปลี่ยนมาจากกรดอะมิโนลิวซีน ยังเป็นสารตั้งต้นของสารเอสเทอร์ชนิดเอทิลลิวซิเนตที่เป็นสารที่ให้กลิ่นหอมเฉพาะของสาเก นอกจากนี้ระดับการสร้างสารให้กลิ่นรส (flavor compound) และสารประกอบหอมระเหย (volatile compounds) ได้แก่ อะซิทัลดีไฮด์ และ ไดอะซิทิล หรืออะซิโทน หรืออะซิโทอิน ยังขึ้นกับเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบ คาร์บอนิล ได้แก่ เอนไซม์อัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส และแอลกอฮอล์ ดีไฮโดรจีเนสที่จะสร้างสารอะซิทัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์จากกลูโคสจากกรดอะมิโนพวกแอสพาติก ทรีโอนีนและเมทไธโอนีน ร่วมกับเอนไซม์ทรีโอนีน อัลโดเลสที่สามารถสังเคราะห์อะซิทัลดีไฮด์ จากกรดอะมิโนทรีโอนีนได้ด้วยเช่นกัน โดยพบว่า การสร้างไดอะซิทิล จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 5.5



รูปที่ 1 ขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล โดยกลุ่มเอนไซม์จากราในสภาวะที่ต้องการอากาศ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แผนภูมิขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยกลุ่มเอนไซม์จากยีสต์ในสภาพไร้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างลักษณะที่ต้องการและไม่ต้องการจากจุลินทรีย์ในลูกแป้งที่ใช้หมักสาโท

สมบัติของจุลินทรีย์ชนิดดี/จำเป็น และให้ประโยชน์ต่อการหมักสาโท	สมบัติของจุลินทรีย์ปนเปื้อน/ไม่จำเป็น และไม่ให้ประโยชน์ต่อการหมักสาโท
(รา) สร้าง Fermentable sugar	รา + ยีสต์ + แบคทีเรีย ชนิดปนเปื้อน
* สร้างเส้นใยมากและเร็ว	* สร้างกรดน้ำส้ม (กรดอะซิติค)
* ให้กลิ่นรสที่ดีในข้างหมาก	* สร้างกลิ่นบูด
(ยีสต์) สร้างและทนแอลกอฮอล์สูง	* สร้างความขุ่น
* สร้างกลิ่นหอม (อะโรมาติกเอสเทอร์)	* สร้างสี
* สร้างรสชาติ	* สร้างยางเหนียว
* ให้ความฝาดขม	* สร้างก๊าซจำนวนมาก CO_2, H_2
* ให้ความเปรี้ยว (จากแลคติค)	* สร้างกลิ่นยีสต์
* ให้ตัวตน	* สร้างเอนไซม์เร่งการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนไปเป็นฟูเซลออย
* ให้ความกลมกล่อม	* สร้างเอนไซม์ไลเปส
* หมักดีที่อุณหภูมิห้อง	* สร้างและสะสมสารเอทิลคาร์บาเมต
* หมักเสร็จแล้วตกตะกอน	* ออกซิไดซ์แอลกอฮอล์
* ไม่ให้กลิ่นก๊าซไข่เน่า	
* ออกซิไดซ์กรดอินทรีย์	

ที่มา: วารสาร สถาบันอาหาร

กระบวนการผลิตสาโท

1) **การเตรียมหัวเชื้อ**

จากกระบวนการผลิตในปัจจุบันสามารถแบ่งลักษณะของหัวเชื้อออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การใช้ลูกแป้งแบบดั้งเดิม และการใช้จุลินทรีย์บริสุทธิ์

1.1) กรณีลูกแป้ง

ลูกแป้ง (มผช.๓/๒๕๔๖) ตามพระราชบัญญัติ พ.ศ. 2493 มาตรา 4 จัดเป็นเชื้อสุราอย่างหนึ่ง ตามนิยาม ดังนี้ "ลูกแป้ง" หมายถึง เชื้อสุรา แป้งเชื้อสุรา แป้งข้าวหมัก หรือเชื้อใด ๆ เมื่อหมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุราได้ การผลิตลูกแป้งมีสูตรต่างกันหลายตำหรับ ผู้ผลิตมักสงวนไว้เป็นความลับ แต่องค์ประกอบที่สำคัญก็คือ ปลายข้าวดิบหรือข้าวสารบดละเอียด ซึ่งใช้ได้ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า หรืออาจใช้แป้งถุงสำเร็จรูปที่ขายในท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลาดยี่ห้อที่นิยม คือ แป้งข้าวเหนียวตราเหรียญทอง เนื่องจากไม่มีสารกันเสียรบกวนการเจริญของหัวเชื้อลูกแป้ง นำมาผสมกับเครื่องเทศสมุนไพรต่าง ๆ เครื่องเทศเหล่านี้บางตำหรับใช้ในลักษณะเป็นผง แต่บางตำหรับก็ใช้ในรูปของสารสกัดในน้ำเดือด ในเครื่องเทศสมุนไพรจะมีสารส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดจำเป็น เช่น เป็นแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน วิตามิน เกลือแร่ ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและกระบวนการหมักของราและยีสต์ เช่น รากหวาย มีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน ส่วนอบเชย ตดหมา ฯลฯ นอกจากจะให้กลิ่นหอมในสาโทแล้ว ยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุสำคัญสำหรับการหมัก และสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดไม่จำเป็น เช่น essential oil และสารระเหย เช่น กานพลู มีสารยับยั้งแบคทีเรียแลคติคและราหลายชนิดที่ไม่ต้องการ บัญญัติ (2527) (4) ได้รายงานปริมาณการใช้และผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในเครื่องเทศสมุนไพรไว้หลายชนิด เช่น กานพลู ปริมาณที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแลคติค และราหลายชนิดให้ได้ผลนั้น จะต้องใช้ถึงร้อยละ 30 ฯลฯ ซึ่งในความเป็นจริงผู้ผลิตลูกแป้งจะไม่ใช้เครื่องเทศสมุนไพรอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงชนิดเดียวในปริมาณมาก ๆ แต่จะใช้หลายชนิด อย่างละนิดอย่างละหน่อยผสมกันเพื่อเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกัน (Synergistic effect) ดังนั้นการเก็บลูกแป้งไว้นาน ๆ อาจทำให้สารเหล่านี้สูญเสียคุณสมบัติ เนื่องจากระเหยจนหมดไปได้ เมื่อผสมข้าวกับเครื่องเทศแล้วก็ปั้นเป็นก้อน โรยด้วยผงลูกแป้งเก่า บ่มในบรรยากาศที่ควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ เป็นเวลา 2 วัน จะสังเกตเห็นการเจริญของเส้นใยราปกคลุมทั่วเห็นเป็นสีขาว จากนั้นลดระดับความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงนี้ยีสต์จะกินน้ำตาลและสร้างก๊าซออกมา หลักการเดียวกับการขึ้นฟูของโดขนมปัง (ชาวบ้านจะเปิดผ้าที่คลุมออก และตากลมต่ออีก 1-2 วัน จากนั้นนำออกตากแดด 1-2 แดด) จนลูกแป้งแห้งและมีน้ำหนักเบา วัดค่าความชื้นสุดท้ายได้น้อยกว่าร้อยละ 20 หรือมีค่า aw ไม่เกิน 0.85

จุลินทรีย์ในลูกแป้ง เชื้อราที่ใช้ใน Amylo process ได้แก่ *Mucor rouxii Amylomyces* , *Rhizopus japonicus Amylomyces R.tonkinenses Amylomyces* และเชื้อที่ใช้กันมากใน Amylo process คือ *R.delemar* ซึ่งมีประสิทธิภาพในการ Saccharify ได้ดีมากและสร้างกรดน้อย มนตรียังได้อ้างถึงรายงานการแยกเชื้อจุลินทรีย์จากลูกแป้งและไวน์ข้าวต่าง ๆ มีดังนี้

1) พบเชื้อราสกุลไรโซปัส หลายชนิด ได้แก่ *Rhizopus niveus* ,*R. delemar* , *R. formosaensis var. multiplicisporus, R. japonicus* , *R. chinensis* , *R. pseudochinensis* , *R. chalmydomucor* , *R. rhizopodifermis* , *R. microcporus* , *R. arrhizus* , *R. cambodija* , *R. oryzae* ,

2) พบราสกลุคลามัยโดมิวคอร์ 4-5 ชนิด ได้แก่ *Chlamydomucor rouxii* , *Ch. Oryzae* , *Ch. Rouxianus* , *Ch. Japonicus* , *Ch. Chlamydosporus*

3) พบราสกุลมิวคอร์ 2-3 ชนิดได้แก่ *Mucor rouxii, M. fragillis* , *M. javanicus*

4) พบราสกุลแอสเพอร์จิลลัส 1-2 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus oryzae* , *A. niger*

5) พบราสกุลเพนนิซิเลียม ได้แก่ *Penicillium sp.*

6) พบราสกุลโมนิเลีย ได้แก่ *Monillia sp.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนยีสต์ในลูกแป้งพบเป็นสองกลุ่มใหญ่คือยีสต์หมักแป้งกับยีสต์ไม่หมักแป้ง

1) ยีสต์หมักแป้ง จัดอยู่ในกลุ่ม filamentous type ได้แก่ยีสต์ในสกุลแซคคาโรมัยคอปซิส (*Saccharomycopsis* sp.) หรือ เอนโอมัยคอปซิส (*Endomycopsis* sp.) ได้แก่ *Endomycopsis fibuligera* , *E. burtonii* , *E. hordei* , *E. lindneri* และ *E. javanensis*

2) ยีสต์ไม่หมักแป้งจัดอยู่ใน Saccharomyces type ใน Family Saccharomy-cetaceae ได้แก่ ยีสต์ในสกุล *Saccharomyces cerevisiae* , *S. diastaticus* (ย่อยเด็กซ์ทรินได้) , *Pichia acaciae* , *Pichia farinosa* , *Pichia* sp. และ *Hansanula* sp.

3) ยีสต์ไม่หมักแป้ง ใน Family Cryptococcaceae ได้แก่ยีสต์ในสกุล *candida* sp., *Torulopsis magjii* , *Torulopsis* sp. , *T. norvehica* , *Kloeckera* sp. , *Rhodotorula* sp. , *Trichosporon variable* , *Trichosporon* sp.

4) ยีสต์ไม่หมักแป้งใน Family Sporobolemcetaceae ได้แก่ยีสต์ในสกุล *Sporobolemyces* sp.

การคัดเลือกเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการหมักสาโท พบรา 3 จีนัส ได้แก่ *Aspergillus* sp. , *Mucor* sp. และ *Rhizopus* sp.และพบยีสต์ 2 จีนัส คือ *Endomycopsis* sp. และ *Saccharomyces* sp. สำหรับการหมักสาเกของญี่ปุ่นจะใช้รา *Aspergillus oryzae* และยีสต์ *Saccharomyces sake*

และแม้ว่าเครื่องเทศสมุรไพรที่ใช้ทำลูกแป้ง จะไม่สามารถควบคุมการปนเปื้อนได้โดยสิ้นเชิง แต่หากกระบวนการผลิตนั้นได้กระทำอย่างระมัดระวัง และใช้พืชสมุนไพรที่อายุพอเหมาะแห้ง คุณภาพี ก็จะมีจุลินทรีย์เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้มาก ส่วนจุลินทรีย์ปนเปื้อนนั้นเจริญได้น้อย

ลักษณะที่ดีของลูกแป้ง จากการสังเกตด้วยตา

1) มีน้ำหนักเบา ฟู มีโพรงอากาศด้านใน แสดงถึงกิจกรรมสร้างก๊าซ CO_2 ที่ดีของยีสต์
2) มีกลิ่นหอม แสดงถึงประสิทธิภาพของเครื่องเทศยังแรงอยู่
3) บี้ดูเห็นใยของรากระจายตัวดีเกาะกับผงแป้งป่น แสดงถึงปริมาณราเริ่มต้นที่เหมาะสม
4) ชิมดูมีรสหวาน แสดงถึงประสิทธิภาพในการสร้างน้ำตาลของรา
5) ไม่เหม็นเปรี้ยว แสดงว่าไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียน้ำส้ม
6) มีสีขาวนวลเป็นสีเดียวกันทั้งลูก ไม่มีสีดำ หรือเขียวปะปน แสดงว่าไม่เกิดการปนเปื้อนของราชนิดอื่น

ลักษณะที่ดีของลูกแป้ง จากการทดสอบการหมักข้าวเหนียว

1) หมักให้น้ำต้อย (น้ำเชื่อมข้าว) มากและเร็ว
2) หมักแล้วให้กลิ่นหอม
3) หมักได้แอลกอฮอล์สูง
4) สภาวะการหมักไม่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) กรณีเชื้อบริสุทธิ์

การเตรียมโคจิ เป็นการเลี้ยงราบริสุทธิ์ที่คัดเลือกคุณสมบัติ และมีความเหมาะสมต่อชนิดข้าวที่ใช้ทำสาโทบนข้าวที่สุก ที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 50-60 (ขึ้นกับชนิดข้าวและ/พันธุ์ข้าวที่ใช้) เพื่อให้เป็นแหล่งผลิตเอนไซม์เช่นเดียวกับการผลิตสาเก ทำโดยการถ่ายสปอร์และ/เส้นใยเชื้อราสายพันธุ์ที่ต้องการบนข้าวนึ่ง ปล่อยให้เชื้อเจริญเติบโตประมาณ 5-6 วัน ที่อุณหภูมิ 34-36 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะปรากฏเส้นใยจำนวนมากปกคลุมบนเมล็ดข้าว เป็นที่น่าสังเกตว่าจะไม่พบสาร Alflatoxin เลย หลังจากนั้นทำการขยายขนาดโคจิ โดยเตรียมข้าวนึ่งสุกตามปริมาณที่ต้องการแล้วทิ้งให้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายสตาทเตอร์ที่เตรียมไว้ลงไปบนข้าวนึ่ง คลุกเคล้าให้เข้ากัน บ่มทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน ในช่วงเวลานี้ให้คลุกเคล้าเป็นระยะ ๆ เมื่อสิ้นสุดการบ่มเชื้อ อุณหภูมิจะขึ้นสูงถึง 42 องศาเซลเซียส และจะมีเส้นใยสีขาวปกคลุมอยู่เต็ม บางส่วนจะทะลุเข้าไปในเมล็ด โคจิที่ได้นี้มีเอนไซม์ กรดอินทรีย์ วิตามิน และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ในขั้นตอนการหมักโดยการถ่ายเชื้อยีสต์ที่มีปริมาณเซลล์เริ่มต้น 10^6 cell/g ลงไป ตั้งทิ้งไว้ 3 วันในระหว่างนี้ ให้คนเป็นระยะ ๆ ยีสต์จะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น และเป็นระยะเริ่มต้นที่จะมีการหมักเกิดขึ้น โคจิที่เตรียมขึ้นนี้ จะใช้เป็นสตาทเตอร์สำหรับการหมักสาโทในถังหมักใหญ่ต่อไป

2) ขั้นตอนการหมัก

ขั้นตอนนี้เป็นการหมักในถังใหญ่กระบวนการหมักเริ่มจากเติมข้าวที่สุก และสตาทเตอร์ ที่เตรียมไว้ลงในถังหมัก ทิ้งไว้ 3 วัน เพื่อให้ราและยีสต์เจริญเติบโต ในระยะนี้นับจำนวนเซลล์ (Total Count ในอาหารกลูโคสคลอแรมอาการ์-ผู้เขียน) ได้ประมาณ 10^8 -12^{12} cell/g ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 4.0 พบว่าเป็นระยะที่ได้น้ำต้อยสูงสุด วัดบริกซ์ได้ประมาณ 37-47^{O} Brix (ขึ้นกับชนิดของข้าว) จากนั้นเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมีคุณภาพน้ำบริโภค เพื่อไปเจือจางความหวานหรือเพื่อปรับค่าบริกซ์ให้มีค่าประมาณ 20-22^{O}Brix และปล่อยให้กระบวนการหมักดำเนินต่อไปอีก 4-7 วัน หรือเมื่อวัดระดับแอลกอฮอล์ได้ประมาณ 10-12% ให้ถ่ายเอาเฉพาะส่วนน้ำสาโทออกจากถังหมักไปเก็บในถังพักที่เติมสารเพื่อฆ่าเชื้อและหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักในถังใหญ่นี้มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นคือ

1. Saccharification ของแป้งข้าว เปลี่ยนเป็น Glucose และ Fermented sugar โดยเอนไซม์ โคจิ-อะไมเลส จากรา
2. ยีสต์เปลี่ยนกลูโคส และ Fermented sugar เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด
3. ยีสต์และโคจิเอนไซม์ ผลิตกรดอินทรีย์ เช่นกรดซัคซินิค กรดมาลิค ฯลฯ จากกลูโคส
4. โคจิเอนไซม์โปรติเอส ย่อยสลายโปรตีนเป็นเปบไทด์และกรดอะมิโน
5. โคจิเอนไซม์ไลเปส เปลี่ยนไขมัน เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทำให้ใส

โดยทั่วไปสาโทพื้นบ้าน หรือ "น้ำขาว" จัดเป็น Turbid Wine เนื่องจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมไม่ต้องการอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน จะผลิตและบริโภคในขณะที่การหมักยังไม่สิ้นสุด ลักษณะปรากฏจึงมีความขุ่นขาว มีความหวานและมีรสซ่าปนเนื่องจากยีสต์ยังทำงานอยู่มีการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซ จะเป็นการดีมากหากเราจะอนุรักษ์รูปแบบความขุ่นนี้ไว้ได้ตลอดอายุการเก็บเช่นเดียวกับสาเกชนิดหนึ่งของญี่ปุ่นที่เป็น Turbid sake โดยไม่มรการตกตะกอนของแป้งข้าวที่ก้นขวด จนหนาเป็นแผ่น อย่างที่เห็นในปัจจุบัน ซึ่งทำได้โดยการใช้ cloudifier เพื่อ Stabilize คอลลอยด์ในน้ำสาโท (มีผลิตแล้วที่โรงงานสาโทข้าวไทย จ.พระนคร -ศรีอยุธยา) แต่อย่างไรก็ตาม การทำให้สาโทใสจะช่วยให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับมากกว่า เช่นเดียวกับ Rice wine ของต่างประเทศ วิธีการทำให้ใสในระดับอุตสาหกรรม จึงเป็นบางส่วนของวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมไวน์ และไวน์ผลไม้ทั่วไป ตัวอย่างยี่ห้อสาโทจากโรงผลิตที่อ้างอิงได้ เช่น สาโทม้าพระอาทิตย์ (SUNHORSE) จ. นครราชสีมา สาโทกูปรี จ. ศรีสะเกษ สาโทเรือนรัก จ. ศรีสะเกษ สาโทแสงเพชร จ. สุรินทร์ สาโทชาโตซ่าและสาโทซันซาโต้ จ. พระนครศรี-อยุธยา มีวิธีการทำสาโทใส ที่แต่งต่างกันไป ได้แก่

1) การแยกสาโทไว้ในถังพัก เติมสารฆ่าเชื้อ และทิ้งให้การตกตะกอนเกิดขึ้นเองภายใน 3-7 วัน

2) การใช้เอนไซม์ อะไมเลส และโปรติเอส

3) การตกตะกอนที่อุณหภูมิต่ำ

4) การเซนตริฟิวจ์ เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมเบียร์

5) การกรองผ่านเยื่อกรองขนาดรูพรุนปรับระดับ เช่น เริ่มต้นจาก 5 ตามด้วย 1 และ 0.2 ไมครอน

6) การกรองผ่าน Activated Carbon

แต่ถ้าไม่ต้องการลงทุนในส่วนของเอนไซม์ หรืออุปกรณ์ เครื่องมือข้างต้น สาโทจะใสเองได้หากรอให้สิ้นสุดการหมักอย่างสมบูรณ์ (ใช้เวลานาน) จะเกิดการตกตะกอนของแป้งและจุลินทรีย์ที่ก้นถัง แต่วิธีนี้อาจได้รับผลกระทบจากสารอินทรีย์ วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ จากเซลล์ยีสต์ที่แตกสลายที่ส่งผลลบต่อกลิ่นรสของสาโท ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่อเนื่อง จากกิจกรรมของเอนไซม์ในน้ำสาโท

4. การฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อสาโททำได้ 3 วิธี คือ

1) การใช้สารเคมี

การเติมสารเคมีเพื่อ "น็อคเชื้อ" วิธีนี้ เป็นที่นิยมมากจากผู้ผลิตสาโทในประเทศไทย เพราะเป็นวิธีที่สะดวกง่ายดาย รวดเร็วทันใจ และถูกที่สุด สารเคมีที่อนุญาตให้ใส่ได้ มี 3 ชนิดโดยปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตกค้างในสาโทบรรจุขวดจำหน่าย จะต้องมีปริมาณสารเหล่านี้ ไม่เกินค่ามาตรฐานของ มอก.ไวน์ 2089-2544 (5) ได้แก่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 300 พีพีเอ็ม กรดซอร์บิกไม่เกิน 200 พีพีเอ็ม และกรดเบนโซอิก ไม่เกิน 250 พีพีเอ็ม ซึ่งปัญหาที่พบในปัจจุบันคือผู้ผลิตบางรายใส่ KMS ในปริมาณที่มากเกินไป และไม่รู้เทคนิควิธีใส่อย่างถูกต้องเพราะไม่ต้องการถูก Reject สินค้าเนื่องจากการระเบิดของขวด ก่อให้เกิดอาการแพ้กำมะถันอย่างรุนแรงในผู้บริโภค

2) การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชั่น

การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชั่นที่อุณหภูมิ 72°C 15 นาที หรือ ที่ 65°C นาน 15-30 นาที วิธีนี้นอกจากจะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ราและยีสต์ในการหมักได้หมด รวมทั้งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogenic Microorganisms) และจุลินทรีย์ปนเปื้อนชนิดอื่นที่เป็นอันตรายแล้ว ยังสามารถหยุดปฏิกิริยาจากเอนไซม์ ไปจนถึงทำลายเอนไซม์ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามการเลือกใช้อุณหภูมิและเวลาที่พาสเจอร์ไรส์นั้น จะต้องแปรผันตามปริมาณของเซลล์จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำสาโทด้วย เพราะประสิทธิภาพของลูกแป้งในแต่ละรุ่นก็ไม่เท่ากัน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ก็ไม่มากพอที่จะยับยั้งการเจริญของยีสต์ป่าและอะซิติคส์แบคทีเรีย (ไม่ถึง 14.5%) ยังมีน้ำตาลเหลืออยู่ในน้ำสาโท อีกทั้งการปนเปื้อนซ้ำในแต่ละขั้นตอนก็ไม่สามารถจะควบคุมได้จึงพบอยู่เสมอว่าวิธีนี้ "น็อค" ไม่อยู่ มีการหมักต่อในขวดทั้งขุ่น ทั้งสร้างก๊าซจำนวนมากจนดันให้ขวดระเบิด สมัยแรก ๆ แก้ปัญหาโดยเจาะรูระบายก๊าซ ทำให้อากาศเข้าเชื้ออะซิติคส์แบคทีเรียเจริญได้ เปลี่ยนสาโทเป็นน้ำส้มสายชู จุลินทรีย์ปนเปื้อนต่าง ๆ ที่ผสมโรงอยู่ก็อาศัยกลูโคส กรดอินทรีย์ ในการเจริญเพิ่มจำนวนเป็นเหตุให้ผู้บริโภคสาโทเกิดอาการท้องเสีย เข็ดขยาดไปตาม ๆ กัน

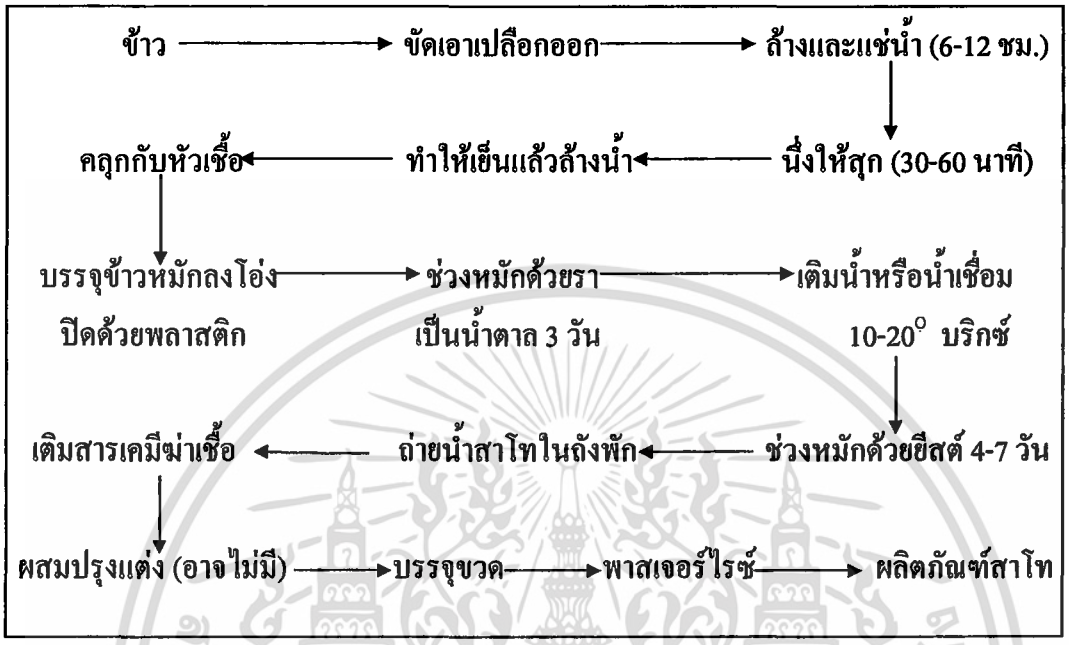
3) การกรองไร้เชื้อ (Sterile filtrate)

การใช้ขนาดของเยื่อกรอง 0.2 ไมครอนเพื่อแยกจับจุลินทรีย์ทุกชนิด วิธีนี้สาโทจะไม่สูญเสียกลิ่นรสเนื่องจากไม่เกี่ยวข้องกับความร้อน ผลิตภัณฑ์ไม่มีการเจือปนจากสารเคมีใด ๆ จึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย ของอุปกรณ์ เครื่องมือจึงยังไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้ผลิตส่วนใหญ่ในประเทศไทยที่มีทุนน้อย

5. การเก็บบ่ม-การผสมปรุงแต่ง

ผู้ผลิตสาโทส่วนใหญ่ต้องการทำเร็ว ขายเร็ว จึงไม่มีขั้นตอนการเก็บบ่มสาโท เหมือนในอุตสาหกรรมสาเกที่จำเป็นต้องเก็บสาเกไว้ระยะหนึ่ง (3-8 เดือน) ที่อุณหภูมิ 13-18°Cเพื่อช่วยบ่มรสชาติสาเกให้ดีขึ้นและสีสีเข้มขึ้น สาโทที่ผ่านการบ่มแล้วจะต้องนำมาปรับ/ผสมปรุงแต่ง (Biend) เพื่อให้มีความคงที่ของรสชาติ ได้แก่ ค่าความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ และค่ากรดทั้งหมด ค่าสี/ความใส ฯลฯ เป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปบรรจุขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แผนภูมิการผลิตสาโทที่ดัดแปลงจากแบบดั้งเดิมของผู้ประกอบการในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์

1. อุปกรณ์นึ่งข้าว
2. อุปกรณ์หมัก
3. อุปกรณ์ไตรเตรท
4. pH meter
5. เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์
6. เครื่องชั่ง
7. เครื่องวัดปรมาณน้ำตาล(Refractometer)
8. Micro Kjeldahl apparatus

วัตถุดิบ

1. ลูกแป้งสาโทจาก อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
2. ข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงู
3. น้ำ

สารเคมีที่ใช้

1. 0.1 N NaOH
2. Phenolphthalein indicator
3. Sodium metabisulfite
4. Potassium dichromate
5. Ammonium ferrous sulfate
6. Sulfuric acid cone.
7. O-Phenanthroline
8. Ferrous sulfate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

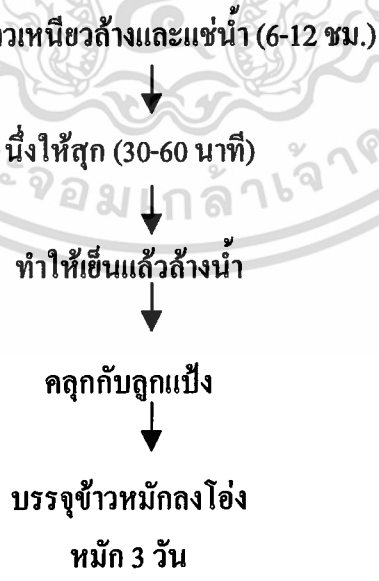
3.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองจะใช้ส่าสาโทจากข้าวเหนียวดิบการทดลองละ 5 ก.ก. แล้วทำการเติมข้าวเหนียวนึ่ง ที่คิดเป็นปริมาณจากข้าวเหนียวดิบ 5 ,4 ,3, 2 และ 1 ก.ก. จากนั้นจะแบ่งข้าวแต่ละการทดลองออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน แล้วหมักแห้งต่อแต่ละส่วนเป็นระยะเวลา 1, 2 และ 3 วัน แล้วจึงค่อยผ่าน้ำ จากนั้นหมักต่ออีก 4 วัน จึงทำการเก็บสาโท ดังนั้นจะได้สาโททั้งหมด 15 สูตรการทดลองคือ 5:5/1,5:5/2,5:5/3,5:4/1,5:4/2,5:4/3,5:3/1,5:3/2,5:3/3,5:2/15:2/25:2/3,5:1/1,5:1/2และ 5:1/3 (ส่าสาโท: ข้าวเหนียวนึ่งที่เติม/ ระยะเวลาหมักแห้ง) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แบ่งการทดลองการเติมข้าวเหนียวนึ่งออกเป็น 5 การทดลอง

การทดลองที่	ข้าวเริ่มต้น(ส่า)	ข้าวที่เติม
1	5 ส่วน	5 ส่วน
2	5 ส่วน	4 ส่วน
3	5 ส่วน	3 ส่วน
4	5 ส่วน	2 ส่วน
5	5 ส่วน	1 ส่วน

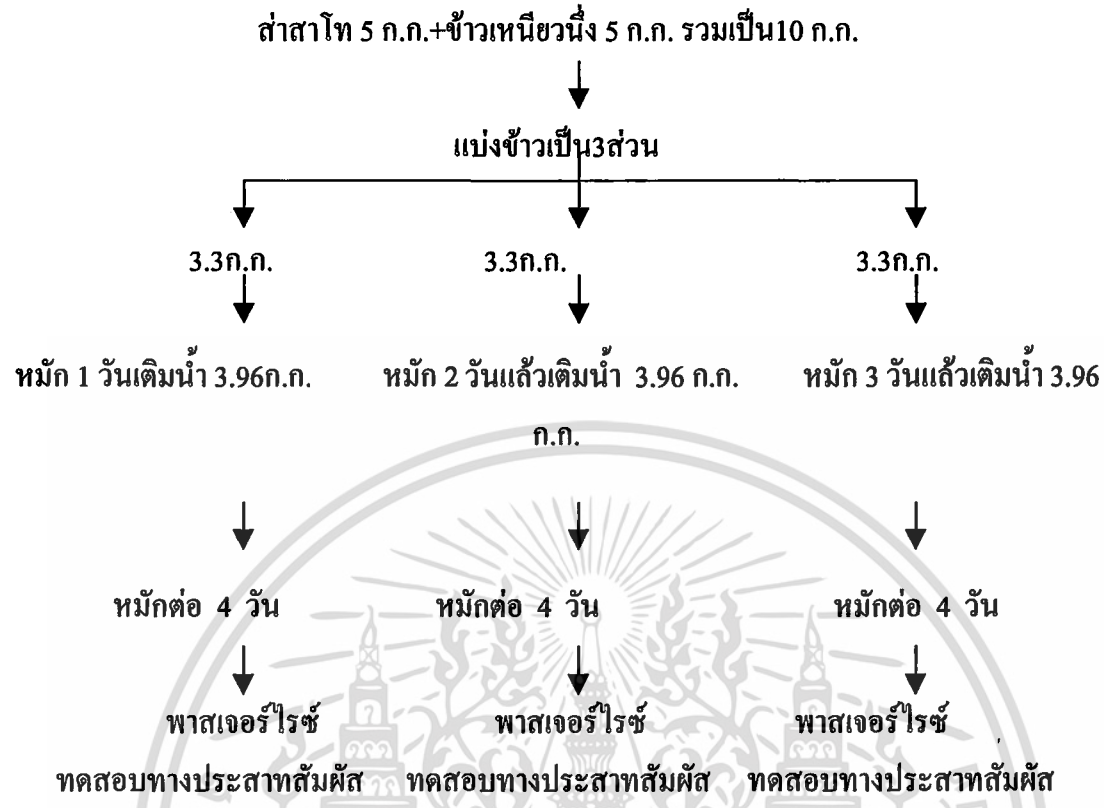
การผลิตส่าสาโท



รูปที่4 ขั้นตอนการผลิตส่าสาโท

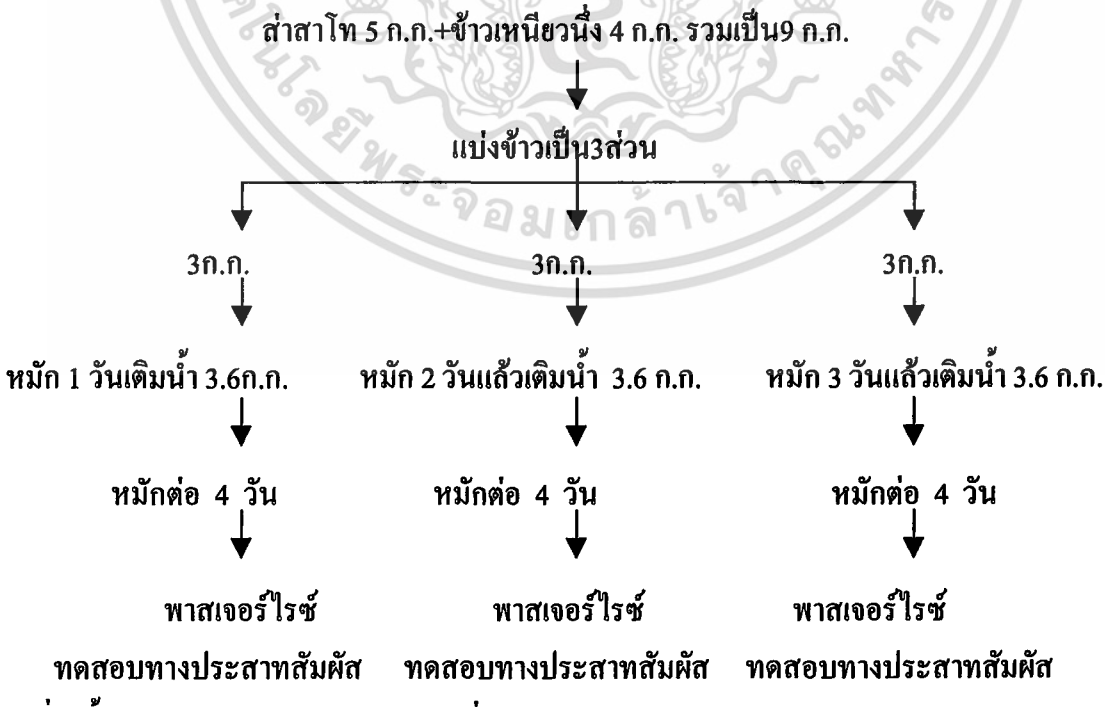
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1



รูปที่ 5 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

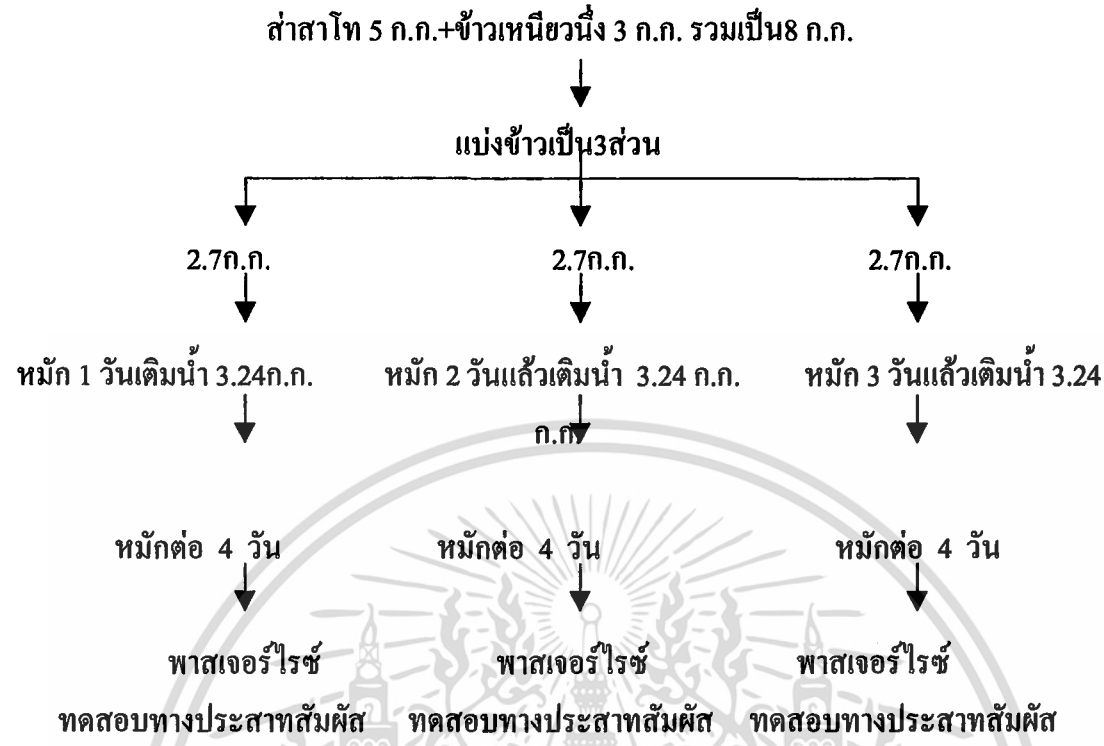


รูปที่ 6 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

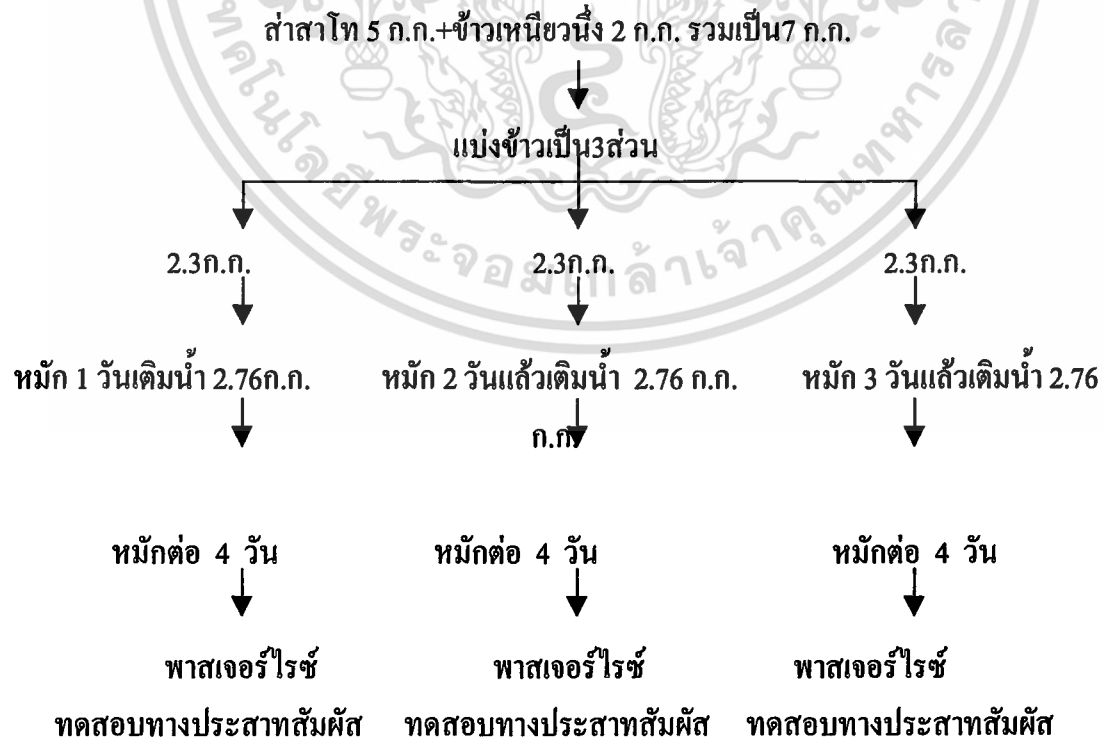
96940

การทดลองที่ 3



รูปที่ 7 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 3

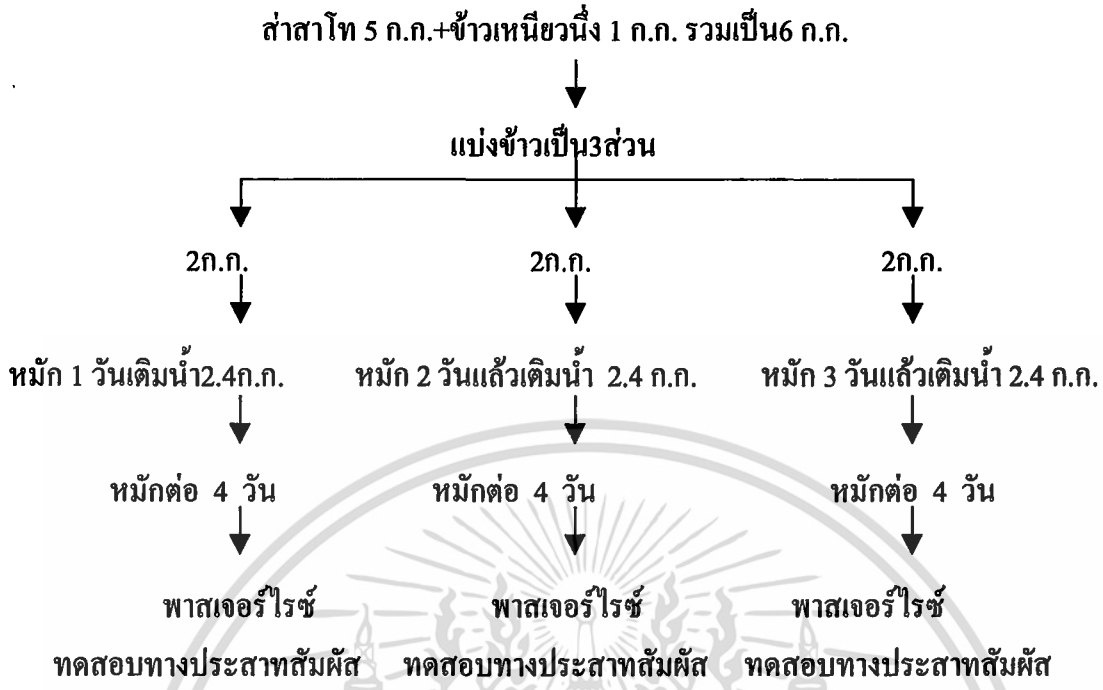
การทดลองที่ 4



รูปที่ 8 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5



รูปที่ 9 ขั้นตอนการหมักสาโทการทดลองที่ 5

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเพื่อใช้วัดค่า ความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณแอลกอฮอล์ ทุกการทดลองแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 4 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงหมัก 3 วันแรกก่อนผ่าน้ำ ทำการเก็บการทดลองละ 50 ml. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรด ความเป็นกรดด่าง และองศาบริกซ์

ช่วงที่ 2 คือ หลังจากทำการแบ่งข้าวเป็น 3 ส่วน แล้วเติมข้าวเหนียวนึ่งหมักแห้งต่ออีก 1,2,3วัน ก่อนผ่าน้ำ จะทำการเก็บส่วนละ 50 ml. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรด ความเป็นกรดด่าง และองศาบริกซ์

ช่วงที่ 3 คือ หลังจากผ่าน้ำแล้วหมักต่อ 4 วัน จะทำการเก็บตัวอย่างละ 50 ml. เก็บทุกวัน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรด ความเป็นกรดด่าง องศาบริกซ์ และปริมาณแอลกอฮอล์

ช่วงที่ 4 หลังจากเสร็จสิ้นการหมัก นำมากรองและพาสเจอร์ไรซ์แล้วจะทำการเก็บส่วนละ 3000 ml. เพื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยจะทดสอบ สี กลิ่น รสชาติ และคะแนนรวม โดยใช้แบบทดสอบแบบ Scoring Test ที่ดัดแปลงมาจาก Davis Score Card โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 40 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติแบบ CRD เมื่อได้สูตรที่ดีแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับสาโทในท้องตลาด

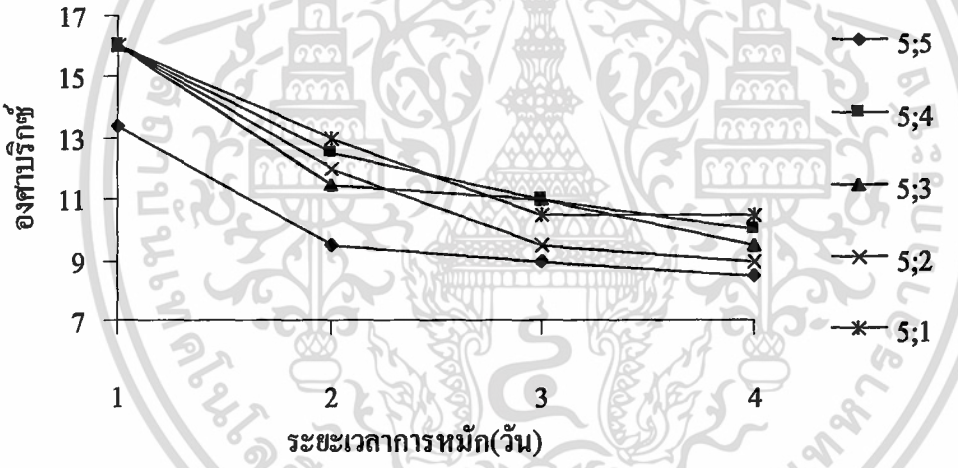
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยใช้อัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างๆ กัน

4.1.1 ผลการศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างกันเป็นเวลา 1, 2 และ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์

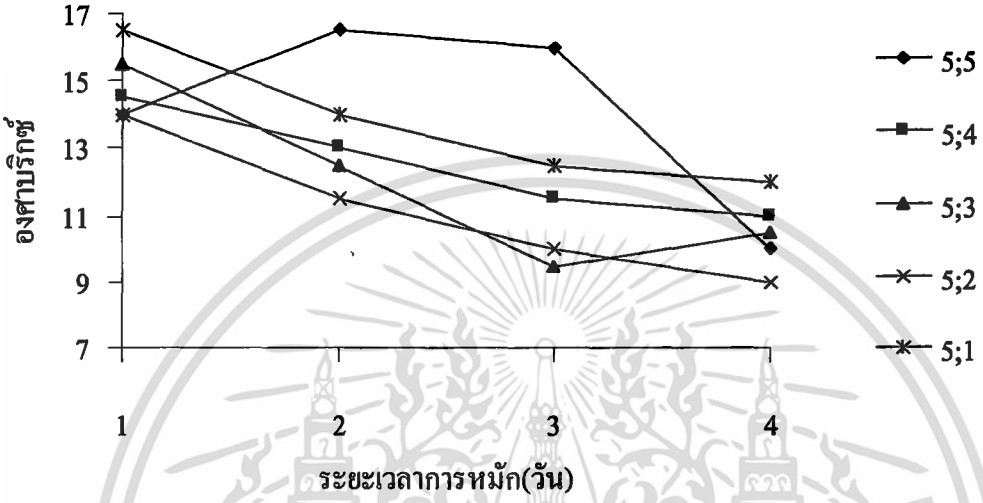


รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน

จากกราฟ ค่าองศาบริกซ์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน แต่จะสังเกตเห็นสูตรที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในปริมาณมากองศาบริกซ์จะมีค่าน้อย เกิดจากเชื้อราที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสก่อนการเติมข้าวมีปริมาณไม่เหมาะสม จึงไม่สามารถย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้สมบูรณ์ ในระยะเวลาการหมักแห้งต่อเพียงวันเดียว ถ้าเพิ่มระยะเวลาการหมักต่อราจะเจริญและสร้างเอนไซม์อะไมเลสเพิ่มขึ้นทำให้มีค่าองศาบริกซ์เพิ่มขึ้น ซึ่งต่างกับสูตรที่เติมข้าวเหนียวนึ่งปริมาณน้อย ราที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสก่อนการเติมข้าวมีปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ได้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาบริกซ์สูง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าหลังผ่าน้ำ 1และ 2วัน องศาบริกซ์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ส่วนวันที่ 3และ4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 1วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

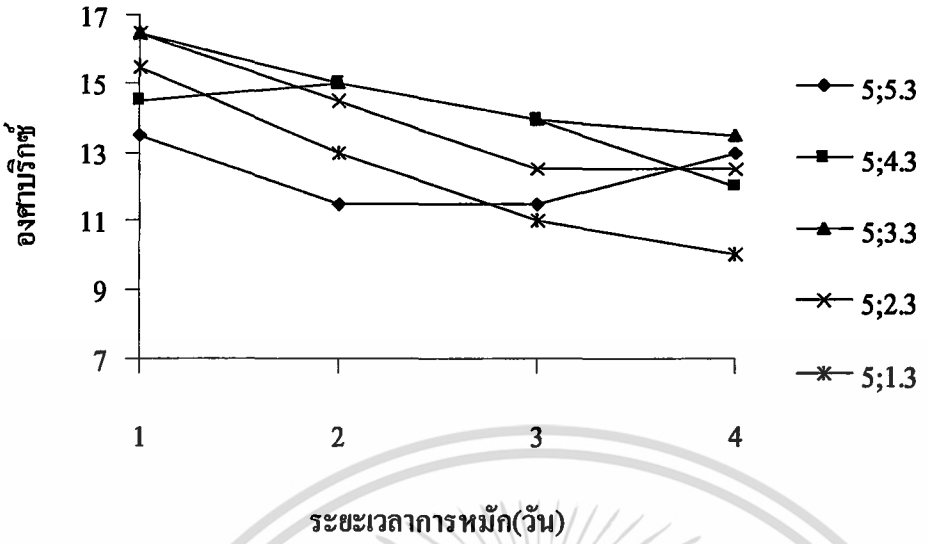


รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่า สาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

จากกราฟ ค่าองศาบริกซ์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน แต่จะสังเกตเห็นสูตร 5:5 มีลักษณะโค้งสูงขึ้น เกิดจากข้าวที่เติมถูกเอนไซม์อะไมเลสของราย่อยมากขึ้นในช่วงระยะเวลาการหมักหลังการผ่าน้ำ ซึ่งต่างกับสูตรอื่นที่ถูกเอนไซม์อะไมเลสของราย่อยหมดตั้งแต่ช่วงหมักต่อ 2วัน ทำให้กราฟมีลักษณะลดลง โดยยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอออล์จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าหลังผ่าน้ำ 2และ 3วันมีความแตกต่างกันทางสิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ส่วนวันที่ 1และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 2วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

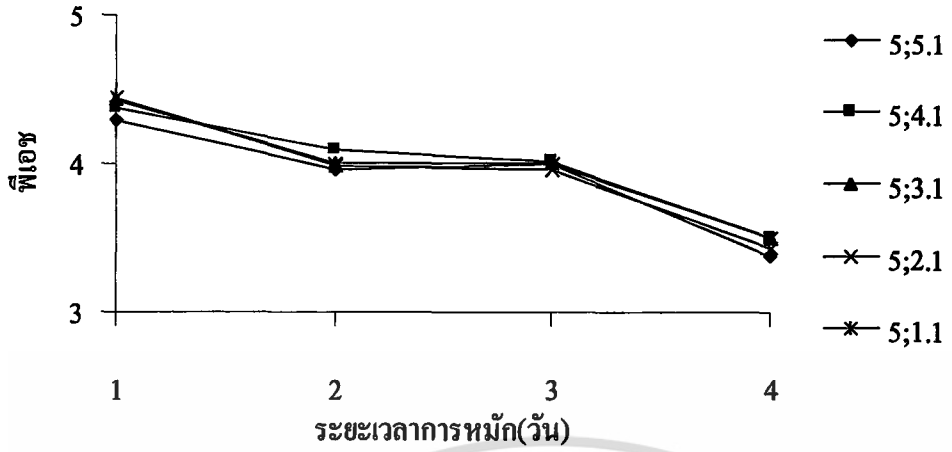


รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลง องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

จากกราฟ ค่าองศาบริกซ์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน ซึ่งทั้งสูตรที่เติมข้าวมากและน้อยจะมีลักษณะที่คล้ายกัน เกิดจากการใช้ระยะเวลาการหมักต่อนานขึ้น ทำให้ราที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสสามารถย่อยแป้งเป็นน้ำตาลได้หมด ทำให้ไม่เกิดการย่อยแป้งหลังการผ่านำ้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าองศาบริกซ์ทั้ง 4วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 2วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

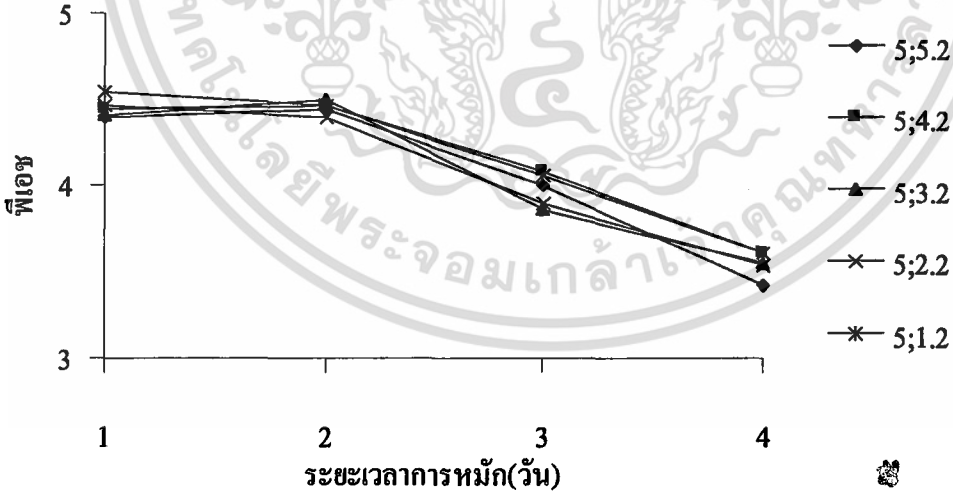
4.1.2 ผลการศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างกันเป็นเวลา 1, 2 และ 3วัน จึงทำการผ่านำ้ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลง พีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1วัน

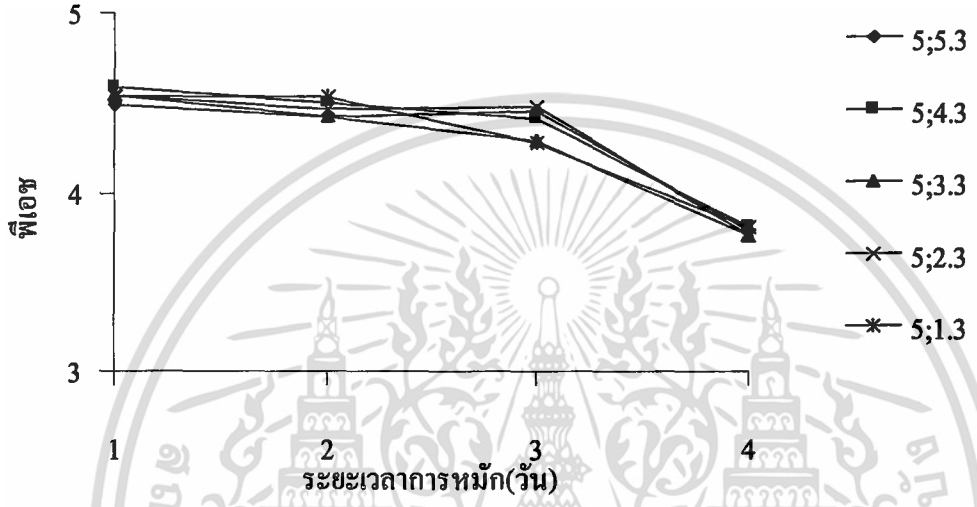
จากกราฟ ค่าพีเอช ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน แสดงว่าการเติมข้าวในสาโทในปริมาณที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าพีเอช จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าพีเอชในการเติมข้าวสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 1วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน



รูปที่14 การเปลี่ยนแปลงพีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ ค่าพีเอช ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน ซึ่งแสดงว่าการเติมข้าวเหนียวนึ่งใช้ระยะเวลาการหมักต่อ 2วัน ไม่มีผลทำให้พีเอชในสาโทเปลี่ยนแปลง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าพีเอชในการเติมข้าวสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 2วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

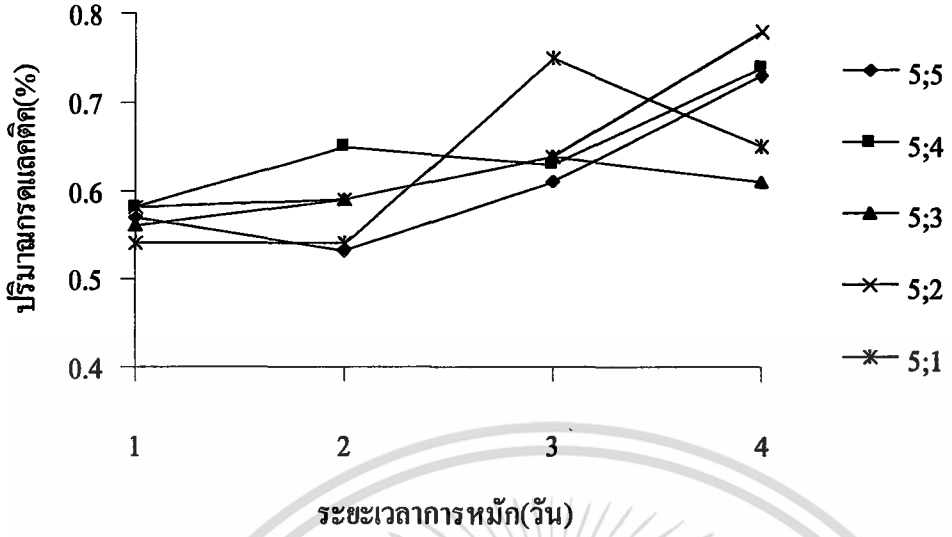


รูปที่15 การเปลี่ยนแปลงพีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

จากกราฟ ค่าพีเอช ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า มีแนวโน้มคล้ายกัน ซึ่งแสดงว่าการเติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกัน ที่ระยะเวลาการหมัก 3วัน ไม่มีผลทำให้พีเอชของสาโทเปลี่ยนแปลง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า พีเอชในการเติมข้าวสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 3วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

4.1.3 ผลการศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างกันเป็นเวลา 1, 2 และ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณกรดแลคติค

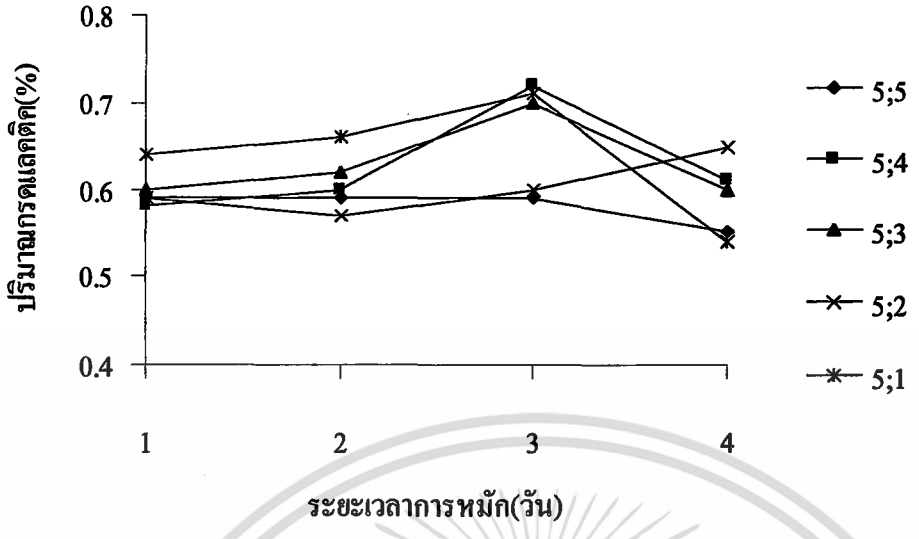
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างเป็นเวลา 1 วัน

จากกราฟ ปริมาณกรดแลคติค ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่ากราฟจะมีลักษณะขึ้นลงไม่แน่นอน แต่จะมีแนวโน้มขึ้นในทุกสูตร หลังจากการเติมข้าวเหนียวนึ่งแล้วหมักแห้งต่อ 1วัน ราจะเจริญได้น้อย หลังการผ่าน้ำทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคเจริญขึ้นมาแทนทำให้กรดแลคติคค่อยๆเพิ่มขึ้น แสดงว่าการเติมข้าวเหนียวนึ่งระยะเวลาหมักแห้งต่อ 1วันไม่มีผลต่อการลดปริมาณกรดแลคติค จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณกรดแลคติคในการเติมข้าวสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 1วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

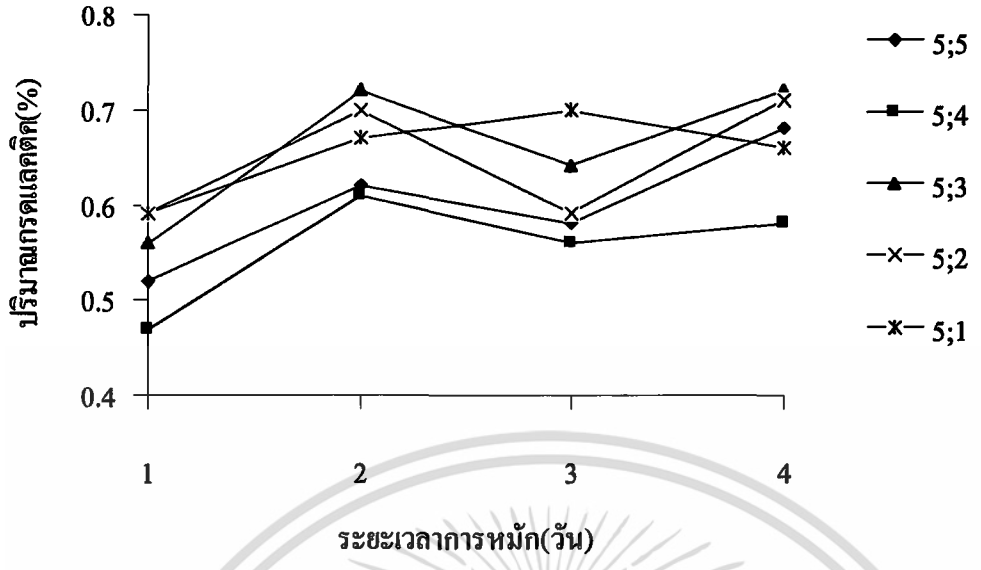
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

จากกราฟ ปริมาณกรดแลคติค ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกัน ใช้ระยะเวลาการหมักต่อ 2วัน พบว่าระยะเวลาหลังผ่าน้ำวันแรกปริมาณกรดแลคติคจะใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นจะเริ่มแตกต่างกัน ในการเติมข้าวเหนียวนึ่งแล้วหมักแห้งต่อ 2วัน ราจะเจริญได้มากในสูตรที่เติมข้าวเหนียวนึ่งปริมาณมาก ทำให้ช่วงนี้มีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลในปริมาณมาก การเจริญของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคก็ยังมีน้อยทำให้ปริมาณกรดแลคติคของสาโทไม่สูงขึ้นในวันที่ 4 จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณกรดแลคติคในการเติมข้าวสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 2วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

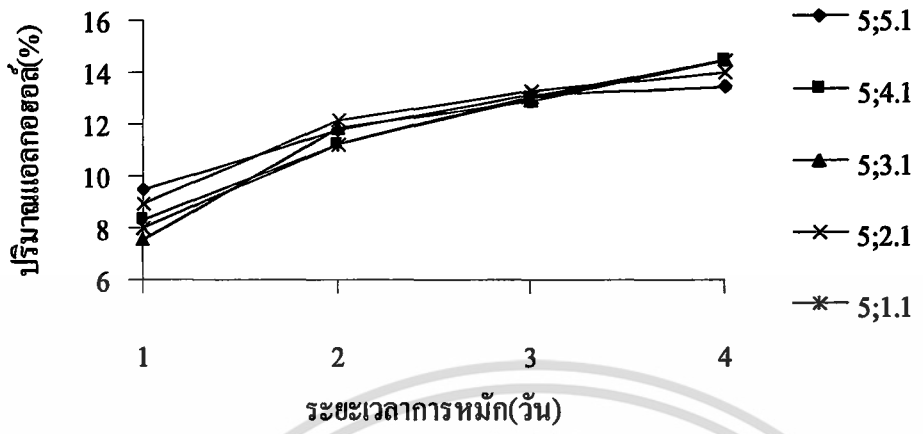


รูปที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมัก แห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

จากกราฟ ปริมาณกรดแลคติค ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกัน ใช้ระยะเวลาการหมักต่อ 3วัน พบว่าลักษณะกราฟคล้ายกัน ในการหมักแห้งต่อ 3 วันทำให้ราเจริญได้เท่ากันทุกสูตร หลังจากการผ่าน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงกรดแลคติคเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณกรดแลคติคในการเติมข้าวสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 3วันคือสูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

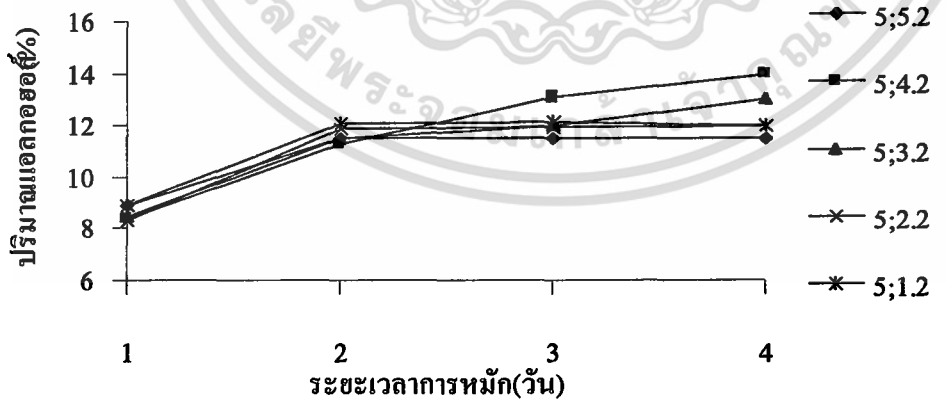
4.1.4 ผลการศึกษาการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างกันเป็นเวลา 1, 2 และ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน

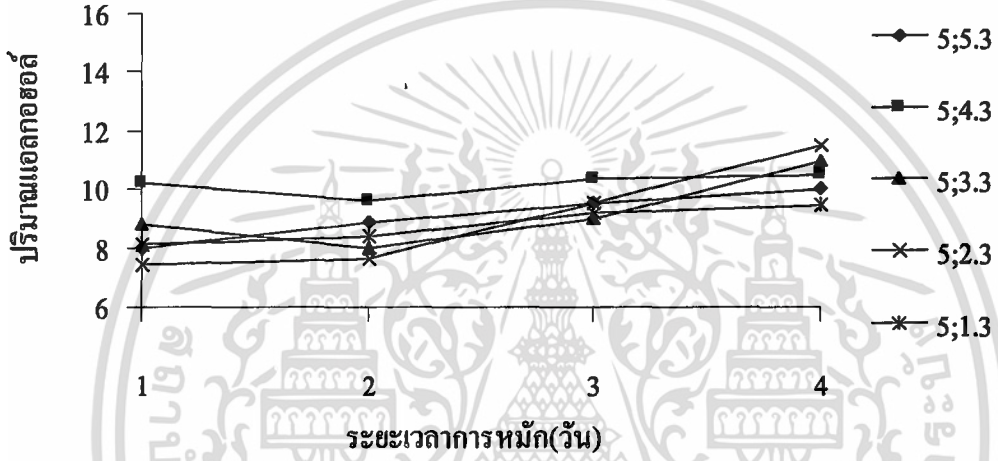
จากกราฟ ปริมาณแอลกอฮอล์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันในระยะเวลาการหมักต่อ 1วัน พบว่ากราฟมีลักษณะที่คล้ายกัน แสดงว่าการเติมข้าวเหนียวนึ่งในปริมาณที่ต่างกันระยะเวลาหมักต่อ 1วัน จะไม่ทำให้สาโทเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าหลังจากการมักวันสุดท้ายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 1วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน



รูปที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ ปริมาณแอลกอฮอล์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันในระยะเวลาการหมักต่อ 2วัน พบว่าในระยะแรกปริมาณแอลกอฮอล์จะใกล้เคียงกัน แต่ระยะเวลาต่อมาปริมาณแอลกอฮอล์จะค่อยๆต่างกัน ซึ่งจะเห็นว่าสูตร 5:5 มีลักษณะปริมาณแอลกอฮอล์เท่าเดิม จากการทดลองพบว่าองศาบริกซ์ของสูตรนี้จะเพิ่มขึ้นช่วง 2-3 วันของการหมัก แสดงว่าเกิดการหยุดของการหมัก จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าหลังการหมักวันสุดท้ายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 2 วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน



รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

จากกราฟ ปริมาณแอลกอฮอล์ ของสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในอัตราส่วนที่ต่างกันในระยะเวลาการหมักต่อ 3วัน พบว่าปริมาณแอลกอออล์ในสูตรที่เติมข้าวเหนียวนึ่งปริมาณมากจะมีแนวโน้มของกราฟเพิ่มขึ้นในวันที่4 ส่วนสูตร 5:1 จะมีแนวโน้มลดลง แสดงว่าการหมักต่อ 3วันจะทำให้ราหมักข้าวได้เป็นน้ำตาลมาตามปริมาณของข้าวที่เติม ทำให้สูตรที่เติมข้าวเหนียวนึ่งมากยังคงมีน้ำตาลเหลืออยู่พอที่จะทำให้ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ได้อีก จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าหลังจากการหมักวันสุดท้ายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการหมักสาโทที่ใช้ระยะเวลาหมักต่อ 3วันคือ สูตร 5:5 เพราะใช้ลูกแป้งน้อยได้สาโทมากและสาโทมีคุณภาพสม่ำเสมอเนื่องจากใช้ลูกแป้งอันเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการยอมรับของผู้ชิม

ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของสาโทที่หมักได้ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีปัจจัยต่างๆ ดังนี้คือ ค่าสี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม ในการคัดเลือกสาโทขั้นแรกเพื่อลดจำนวนสูตรสาโทลง จากทั้งหมด 15 สูตรให้เหลือเพียง 7 สูตรนั้นจะให้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีความเชี่ยวชาญ ทดสอบในห้องปฏิบัติการจำนวน 7 คน ซึ่งได้สูตรที่จะนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ใช้แบบทดสอบ Scoring Test โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:21, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน โดยทดสอบปัจจัยต่างดังนี้คือ สี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม

ปัจจัย	Sig.
สี	0.075
กลิ่น	0.004
รสชาติ	0.708
ความประทับใจ	0.000
คะแนนรวม	0.040

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยที่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ กลิ่น ความประทับใจ และคะแนนรวม แสดงว่าการเติมข้าวเหนียวนึ่งเพิ่มและการใช้ระยะเวลาในการหมักต่อแตกต่างกัน มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งแต่ละปัจจัยที่มีความแตกต่างจะสามารถแสดงความแตกต่างในแต่ละสูตรดังในตารางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan ของของปัจจัย กลิ่น ความประทับใจ และคะแนนรวม ของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 40 คน

สูตร	คะแนนเฉลี่ยปัจจัยที่มีความแตกต่าง		
	ค่ากลิ่น	ความประทับใจ	คะแนนรวม
5;5/2	31.36[a]	16.07[a]	76.78[a]
5;4/2	28.98[abc]	14.27[bc]	74.75[ab]
5;4/3	30.20b[a]	15.25[ab]	76.50[a]
5;3/2	26.60[bc]	13.33[c]	69.73[b]
5;2/1	30.68[a]	15.25[ab]	76.53[a]
5;2/2	25.40[c]	13.20[c]	69.15[b]
5;1/3	30.55[a]	15.13[ab]	75.33[ab]

จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของสาโททั้ง 7 สูตร พบว่าสูตร 5:5.2 มีคะแนนเฉลี่ยของค่า กลิ่น ความประทับใจ และคะแนนรวม มากกว่าสูตรอื่น ซึ่งแสดงว่าสูตรที่ผู้บริโภคยองรับมากที่สุดคือ สูตรที่เติมข้าวเหนียวเพิ่ม 5:5 โดยใช้ระยะเวลาในการหมักต่อหลังเติมข้าว 2 วัน และจากผลคะแนนรวมของสาโทพบว่าเป็นสาโทจัดอยู่ในชั้นคุณภาพดี

4.3 การเปรียบเทียบสาโทสูตร 5:5/2 กับสาโทในท้องตลาด

จากการทดลองที่ 4.2 ได้สาโทสูตรที่เหมาะสมคือ สูตร 5:5/2 จากนั้นจะนำสูตรดังกล่าวมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเปรียบเทียบกับสาโทในตลาดคือ สาโทกรูปี และสาโทสยาม โดยการใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 40 คน โดยทดสอบปัจจัยต่างดังนี้คือ สี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม ใช้แบบทดสอบ Scoring Test โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ สาโทกรูปี สาโทสยาม และสาโทสูตร 5:5/2 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน โดยทดสอบ ปัจจัยต่างดังนี้คือ สี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม

ปัจจัย	Sig.
สี	0.33
กลิ่น	0.27
รสชาติ	0.83
ความประทับใจ	0.70
คะแนนรวม	0.52

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า สาโทกรูปี สยาม และสาโทสูตร 5:5/2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับสาโททั้ง 3 เท่าเทียมกัน ซึ่งจะทำให้สาโทสูตร 5:5/2 สามารถจำหน่ายในท้องตลาดได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การเติมข้าวเหนียวนึ่งจะมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมักแห้งต่อ ถ้าเติมข้าวเหนียวนึ่งมากจะใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อมากด้วยและถ้าเติมข้าวเหนียวนึ่งน้อยจะใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อน้อย และระยะเวลาการหมักทำให้มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆหลังผ่านำ้ด้วย

2. การเติมข้าวเหนียวนึ่งลงในส่าสาโทจะทำให้ลดความเปรี้ยวของสาโทและสามารถผลิตสาโทได้ปริมาณมากขึ้นซึ่งจะช่วยในการลดต้นทุนการผลิต

3. ผู้บริโภคให้การยอมรับสาโทที่เติมข้าวเหนียวนึ่งในส่า 5:5 ที่ใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อ 2 วัน

4. การทดสอบกับสาโทตามท้องตลาด ผู้บริโภคให้การยอมรับเท่ากับสาโทตามท้องตลาดซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความเป็นไปได้ว่าถ้าเติมข้าวเหนียวนึ่งเพิ่มขึ้นไปอีก จะมีผลอย่างไรต่อสาโทหรือไม่ เพื่อที่จะได้ลดต้นทุนในการผลิต

2. ควรวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักของปริมาณ รา ยีสต์และแบคทีเรีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการผลิตสาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ยุพกนิษฐ์ พ่วงวีระกุล. ไวน์ข้าวไทยสหัสวรรษใหม่ภูมิปัญญาไทยเพื่อคนไทย. จุลสารภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 6 ฉบับที่ 17 ประจำเดือนเมษายน – มิถุนายน 2543 : 1-2.

ประดิษฐ์ ครุวัณณา. หลักการเบื้องต้นของการชิมไวน์. วารสาร Food News. สถาบันศิลปศาสตร์การอาหาร. ฉบับที่ 3/38 .2538 : 112-116.

ดำรง ทิพย์โยธา. 2543. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for Windows version 9.0 . โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 272 หน้า

สุราแช่ภูมิปัญญาไทยเตรียมขยายสู่สากล. 2546. วารสารสถาบันอาหาร. 5 : 28 . 14 -27

วริญญา จารุทรรศน์พิมล. 2545. สัมมนาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 25 หน้า

Pelc , M.J., Chan,E.C.S. andvN.R.Krieg. 1993. Microbiology : Concepts and Application. McGraw – Hill , Inc., New York

T.P.Lyons, D.R. Kelsall and J.E.Murtagh 1995. The Alcohol Textbook, Ethanol Production by Fermentation and Distillation. Nottingham University, U.K.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสในการประเมินคุณภาพไวน์ทำได้ 4 วิธีดังนี้

1.Difference Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมตัดสินว่าไวน์ที่เขากำลังชิมมีความแตกต่างหรือเหมือนกับไวน์ที่ใช้เป็นControl

2.Ranking Testsแบบนี้ให้ผู้ชิมเรียงลำดับไวน์อาจเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ความหวาน ความเป็นกรด ฯลฯ

3.Scoring Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมให้คะแนนไวน์โดยการเปรียบเทียบกันมีแสดงระดับคะแนนที่ตั้งเป็นมาตรฐานจากไวน์ที่มีคุณภาพเด่นเป็นตัวเลขแสดงระดับคะแนนในการประเมินผล เป็นการทดสอบหาความชอบโดยรวม จากค่าแสดงระดับที่ได้ของตัวอย่างไวน์ตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้

4.Hedonic Tests แบบนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดโดยให้ผู้ชิมบอกว่าชอบหรือไม่ชอบ

2. Scoring Tests ที่ใช้ในงานวิจัย

อ้างอิงจากอาจารย์ประดิษฐ์ ครุวัณณา นักจิจัย (เชี่ยวชาญ) ระดับ9 หัวหน้าหน่วยไวน์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ออกแบบโดยคณาจารย์ที่สอนวิชาการผลิตไวน์และการปลูกองุ่นมหาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา เรียกว่า Davis Score Card ที่แสดงแบบการให้คะแนนเพื่อประเมินคุณภาพ พร้อมคำอธิบายการให้คะแนนเหมาะสำหรับผู้ที่ยังไม่เคยชินกับการให้คะแนนหรือชิมไวน์

3.ประเภทผู้ชิม แบ่งเป็น

3.1 ผู้ชิมอาชีพ หมายถึงผู้ที่มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมเป็นอย่างดี ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เรื่องไวน์การผลิตพันธุ์องุ่นที่ใช้ และคุณภาพของไวน์ในภูมิภาคสำคัญต่างๆของโลก รู้วิธีการให้คะแนนหรือเคยมีประสพการณ์ในการตัดสินการให้คะแนนไวน์เมื่อมีการผลิตไวน์ในระดับท้องถิ่นระดับประเทศหรือระหว่างประเทศมาแล้ว

3.2 ผู้ชิมที่ได้รับการฝึกหมายถึง ผู้ที่ได้รับการฝึกให้มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมและต้องทราบถึงคุณภาพหรือลักษณะที่ของอาหารนั้นว่ามีอะไรเป็นองค์ประกอบผู้ชิมกลุ่มนี้จะต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานของอาหารที่จะชิมและผ่านการฝึกและประเมินอาหารชนิดนั้นที่ได้มาตรฐานมาก่อน 3.ผู้ชิมหมายถึงผู้ชิมทั่วไปที่ไม่เข้าข่าย ข้อ 1 และ ข้อ 2

4. จำนวนตัวอย่างไวน์

จำนวนตัวอย่างไวน์ ถ้าเป็นผู้ชิมอาชีพ สามารถประเมินได้นับ 100ตัวอย่าง และชิมได้3 หรือ4 ซ้ำ ในการชิมครั้งหนึ่งๆ ถ้าเป็นผู้ชิมทั่วไปและใช้หลักการชิมในวิธี Scoring Testsการให้ชิมแต่ละครั้งควรให้มีไวน์ตัวอย่าง 6-10ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีของจำนวนตัวอย่างอาหารในการชิม(หน้า44 หนังสือทฤษฎีอาหารเล่ม3 ศิริลักษณ์ สินธวาลัย) กล่าวว่าในการประเมินผลครั้งหนึ่งๆจะต้องจำกัดจำนวนตัวอย่างแต่ไม่มีข้อกำหนดที่จะระบุจำนวนตัวอย่างไว้เท่าใด ทั้งนี้ขึ้นกับ

4.1 ลักษณะของอาหาร อาหารรถจืดชิมได้มากกว่าอาหารที่มีรถจัดเช่น 20 ตัวอย่างผู้ชิมยังคงความสามารถในการแยกความแตกต่าง

4.2 วิธีการให้คะแนน ถ้าเป็นการให้คะแนนสีหรือเนื้อสัมผัสของอาหารจะทำได้มากกว่าการให้คะแนนด้านรสชาติ แบบให้คะแนนที่สั้นเข้าใจง่ายทำได้มากกว่าการประเมินที่ยุ่งยาก

4.3 ประสบการณ์ของผู้ชิม ต้องมาจากความเต็มใจชิม มีสุขภาพดี สามารถปลีกเวลามาชิมได้ทุกครั้ง มีความสามารถรู้ได้ถึงเหตุแห่งความรู้สึกในรสชาตินั้น มีความสามารถที่จะตัดสินใจได้คงที่และเชื่อถือได้

5. จำนวนผู้ชิม

จำนวนผู้ชิมขึ้นกับประเภทของผู้ชิม 1.ผู้ชิมอาชีพใช้ 4 คน 2. ผู้ชิมที่ได้รับการฝึก ใช้ 8-10 คน 3.ผู้ชิมทั่วไปไม่กำหนดไว้ หากยิ่งมีมาก จะยิ่งมีผลลดความคราดเคลื่อนจากการทดลอง (Experimental error) ผลจะเชื่อถือได้มากขึ้น มีความแน่นอนมากยิ่งขึ้น และแบบการชิม

6. ปริมาณไวน์ที่ชิม

ปริมาณไวน์ที่ชิม15-20มล. หรือให้สามารถจิบได้ 3จิบ และswirl เพื่อดูขาและน้ำตาไวน์

7. บรรยากาศของการชิม

บรรยากาศของการชิม ห้องปรับอากาศไม่มีกลิ่น เสียงแปลกปลอมรบกวนสมาธิผู้ชิมจะสร้างเป็นคูหาติดกันผู้ชิมนั่งคูหาละหนึ่งคนมีช่องเจาะด้านหน้าสำหรับเลื่อนแก้วไวน์เข้าออก มีกระโถนหรือภาชนะสำหรับบ้วนปากหรือเทไวน์ที่เหลือทิ้ง มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ มีดินสอกระดาษให้คะแนน รวมทั้งกับแกล้มเล็กๆน้อยๆ สำหรับซับน้ำลายและลบรสชาติที่เหลือค้างในปาก มีน้ำดื่มอุณหภูมิห้อง 1 แก้ว เพื่อล้างปากไม่ควรใช้น้ำเย็นจะทำให้ประสาทรับรสเฉื่อยลง

8. เวลาที่เหมาะในการชิม

เวลาที่เหมาะในการชิมมี 2 ช่วง มีความเหมาะสมเนื่องจากผู้ชิมเริ่มจะหิวประสาทสัมผัสตอบสนองได้เต็มที่

ช่วงเช้า ระหว่าง 10.00-12.00 น.

ช่วงบ่ายระหว่าง 16.00-18.00 น.

9. ลำดับการชิม

ลำดับการชิมไวน์รสอ่อนก่อนไวน์รสแรง ไวน์ขาวก่อนไวน์แดง ไวน์ไม่หวานก่อนไวน์หวาน และเสริฟเย็นที่ 10-15 ^{0}ซ

10. แบบการให้คะแนนในการชิมไวน์ และคำอธิบายวิธีให้คะแนนในการชิมไวน์ที่ใช้วิจัยได้ดัดแปลงมาจาก Davis Score Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ใบให้คะแนนในการชิมไวน์ข้าว

แบบให้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสในการชิมสาโท

(Sato Testing Score Card)

ชื่อผู้ชิม..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

รหัสสาโท	สี (10คะแนน)	กลิ่น (3คะแนน)	รส (4คะแนน)	ความประทับใจ (20คะแนน)	รวมคะแนน (100คะแนน)	วิจารณ์หรือข้อเสนอแนะ

เกณฑ์ชั้นคุณภาพของสาโทตามผลคะแนนรวม

ชั้นคุณภาพดี 71-80 คะแนน

ชั้นคุณภาพดีมาก 81-90 คะแนน

ชั้นคุณภาพดียอดเยี่ยม 91-100 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำหลักเกณฑ์และขั้นตอนในการชิมสาโท

การประเมินคุณภาพของสาโทโดยการชิม (sensory evaluation) โดยใช้ระบบการให้คะแนนแบบเต็มร้อยคะแนน ซึ่งให้คะแนนในลักษณะต่างๆ ของสาโทในอัตราที่แตกต่างกัน เนื่องจากให้ความสำคัญของแต่ละลักษณของสาโทไม่เหมือนกัน โดยให้ความสำคัญของรสชาติ กลิ่น หอม สี ความประทับใจ จากมากไปหาน้อยตามลำดับ ผู้ชิมสาโทมีประสบการณ์ที่ดีจะสามารถให้คะแนนได้อย่างถูกต้อง การชิมสาโทจะช่วยให้ผู้ดื่มสาโทและผู้ทำสาโททราบว่า สาโทนั้นมีคุณภาพดีเพียงใด มีคุณภาพเหมาะกับราคาหรือไม่ หรือเหมาะสมที่จะนำออกวางตลาดหรือไม่

การเตรียมอุปกรณ์ในการชิม

1. แก้วชิมต้องไดมาตรฐาน ใส สะอาด ไม่มีกลิ่น และติดรหัสสาโทที่ฐานแก้ว
2. โต๊ะชิมปูด้วยผ้าหรือกระดาษสีขาว
3. ห้องชิมต้องมีแสงสว่างเพียงพอ เงียบสงบไม่มีกลิ่นรบกวน
4. ขวดน้ำดื่ม แก้วน้ำ และภาชนะสำหรับรองรับน้ำบ้วนปาก
5. ขนมปังกรอบ (crecker) รสจืด หรือมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบไม่ปรุงรส
6. กระดาษเช็ดปาก
7. แบบให้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสในการชิมสาโท ดินสอ ยางลบ

วิธีชิม

ทำการชิมแบบไม่เห็นกระดาษและขวด (bind testing) โดยหุ้มปกปิดขวดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม แล้วติดรหัสที่ขวดสาโท นำไปแช่เย็น ขวดสาโทที่นำมาทดสอบชิมต้องแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10-15 ^{0}ซ ตลอดเวลา เมื่อรินใส่แก้วชิมแล้วต้องชิมทันทีอย่าทิ้งไว้จนอุณหภูมิสาโทสูงขึ้น รินสาโทที่แช่เย็นลงในแก้วชิมให้รหัสขวดตรงกับรหัสที่ติดไว้ที่ฐานแก้วชิม ปริมาณสาโทที่รินในแต่ละแก้วมีปริมาณใกล้เคียงกัน และไม่ควรเกิน 1/3 ของปริมาตรแก้วชิม ผู้ชิมต้องไม่พูดคุยหรือปรึกษากันในระหว่างชิม

ชิมครั้งละไม่เกิน 5 ตัวอย่าง และใช้เวลาในการชิมตัวอย่างละประมาณ 1 นาที เมื่อชิมได้ 30 ตัวอย่างให้พัก 10-15 นาที

รายละเอียดของการให้คะแนน

- **สีทั้งหมด 10 คะแนน ให้คะแนนมากสำหรับสีของสาโท ถ้าสีของสาโทเป็นไปตามประเภทของสาโทนั้นๆ สาโทประเภทหนึ่งอาจมีโทรสีที่ยอมรับได้เป็นช่วงกว้าง แต่ถ้าสาโทขุ่นหรือสาโทมีตะกอนให้ลดคะแนนลงตามส่วน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **กลิ่นทั้งหมด 30 คะแนน ให้คะแนนมากสำหรับความแรงของกลิ่นหอม ความละเอียดอ่อน สลับซับซ้อนของกลิ่น ซึ่งสะท้อนลักษณะเฉพาะของสาโท แต่ถ้าสาโทมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่นกรด กลิ่นซัลเฟอร์ กลิ่นไข่เน่า กลิ่นรา กลิ่นแบคทีเรีย กลิ่นยีสต์ กลิ่นออกซิไดซ์ ถ้ามีกลิ่นเหล่านี้ให้ลดคะแนนลงตามส่วน**
- **รสชาติ (Flavor) ทั้งหมด 40 คะแนน ให้คะแนนมากสำหรับความแรงของรสชาติ ถ้ารสชาติอ่อนก็ลดคะแนนลงตามส่วน ให้คะแนนมากสำหรับความสมดุลของความเป็นกรด (acid balance) ของสาโท ถ้ามีความสมดุลของกรดมาหรือน้อย ก็ลดคะแนนลงตามส่วน แต่ถ้าสาโทมีรสชาติไม่พึงประสงค์ เช่นความขม ความเผื่อน ให้ลดคะแนนลงตามส่วน**
- **ความประทับใจ(Impression) ทั้งหมด 20 คะแนน ให้พิจารณาจากคุณภาพโดยรวมและความสมดุลต่างๆของสาโท ถ้าไม่ดีนักก็ลดคะแนนลงตามส่วน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของ บริกซ์ พีเอช ปริมาณกรด และปริมาณแอลกอฮอล์

ตารางภาคผนวกที่ 1 องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน

สูตร	องศาบริกซ์			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	13.4	9.5	9	8.5
5;4	16	12.5	11	10
5;3	16	11.5	11	9.5
5;2	16	12	9.5	9
5;1	16	13	10.5	10.5

ตารางภาคผนวกที่ 2 องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

สูตร	องศาบริกซ์			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	14	16.5	16	10
5;4	14.5	13	11.5	11
5;3	15.5	12.5	9.5	10.5
5;2	14	11.5	10	9
5;1	16.5	14	12.5	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 องศาบริกซ์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

สูตร	องศาบริกซ์			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	13.5	11.5	11.5	13
5;4	14.5	15	14	12
5;3	16.5	15	14	13.5
5;2	16.5	14.5	12.5	12.5
5;1	15.5	13	11	10

ตารางภาคผนวกที่ 4 พีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1วัน

สูตร	พีเอช			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	4.29	3.95	3.99	3.37
5;4	4.37	4.09	4.01	3.5
5;3	4.42	3.99	4	3.49
5;2	4.43	3.98	3.95	3.43
5;1	4.43	3.99	4	3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 พีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

สูตร	พีเอช			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	4.4	4.44	4	3.42
5;4	4.44	4.46	4.08	3.6
5;3	4.41	4.5	3.86	3.55
5;2	4.47	4.4	3.89	3.53
5;1	4.55	4.47	4.06	3.61

ตารางภาคผนวกที่ 6 พีเอช การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

สูตร	พีเอช			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	4.49	4.42	4.45	3.78
5;4	4.59	4.5	4.41	3.8
5;3	4.54	4.42	4.29	3.76
5;2	4.54	4.46	4.47	3.76
5;1	4.53	4.53	4.27	3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน

สูตร	ปริมาณกรดแลคติค(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	0.57	0.53	0.61	0.73
5;4	0.58	0.65	0.63	0.74
5;3	0.56	0.59	0.64	0.61
5;2	0.58	0.59	0.64	0.78
5;1	0.54	0.54	0.75	0.65

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่าน้ำ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

สูตร	ปริมาณกรดแลคติค(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	0.59	0.59	0.59	0.55
5;4	0.58	0.6	0.72	0.61
5;3	0.6	0.62	0.7	0.6
5;2	0.59	0.57	0.6	0.65
5;1.	0.64	0.66	0.71	0.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณกรดแลคติค การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

สูตร	ปริมาณกรดแลคติค(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	0.52	0.62	0.58	0.68
5;4	0.47	0.61	0.56	0.58
5;3	0.56	0.72	0.64	0.72
5;2	0.59	0.7	0.59	0.71
5;1	0.59	0.67	0.7	0.66

ตารางภาคผนวกที่ 10 ปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 1 วัน

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	9.5	11.74	13.14	13.5
5;4	8.3	11.25	12.97	14.5
5;3	7.55	11.81	12.89	14.5
5;2	8.92	12.18	13.32	14
5;1	7.97	11.21	13.1	14.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 2 วัน

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	8.9	11.48	11.5	11.52
5;4	8.37	11.29	13.09	14
5;3	8.49	11.51	12.03	13
5;2	8.32	11.86	11.92	12
5;1	8.92	12.1	12.16	12

ตารางภาคผนวกที่ 12 ปริมาณแอลกอฮอล์ การเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทหลังผ่านำ้ โดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเป็นเวลา 3 วัน

สูตร	ปริมาณแอลกอฮอล์(%)			
	ระยะเวลาการหมัก(วัน)			
	1	2	3	4
5;5	7.94	8.83	9.53	10
5;4	10.19	9.62	10.32	10.5
5;3	8.82	7.98	9	11
5;2	7.4	7.63	9.56	11.5
5;1	8.09	8.35	9.21	9.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตาราง ANOVA ต่างๆ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อต่างกันเป็นเวลา 1, 2 และ3วัน จึงทำการผ่านำ้ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ พีเอช ปริมาณกรดแลคติค และปริมาณแอลกอฮอล์ ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 1วัน จึงทำการผ่านำ้ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	10.816	4	2.704	6.693	.031
	Within Groups	2.020	5	.404		
	Total	12.836	9			
ว2	Between Groups	14.600	4	3.650	7.300	.026
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	17.100	9			
ว3	Between Groups	6.600	4	1.650	3.300	.111
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	9.100	9			
ว4	Between Groups	5.000	4	1.250	2.500	.171
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	7.500	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 2วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	9.400	4	2.350	4.700	.060
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	11.900	9			
ว2	Between Groups	29.000	4	7.250	14.500	.006
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	31.500	9			
ว3	Between Groups	53.400	4	13.350	26.700	.001
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	55.900	9			
ว4	Between Groups	10.000	4	2.500	5.000	.054
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	12.500	9			

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ องศาบริกซ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	13.600	4	3.400	6.800	.030
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	16.100	9			
ว2	Between Groups	18.600	4	4.650	9.300	.015
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	21.100	9			
ว3	Between Groups	15.400	4	3.850	7.700	.023
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	17.900	9			
ว4	Between Groups	14.600	4	3.650	7.300	.026
	Within Groups	2.500	5	.500		
	Total	17.100	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 1วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	36.139	4	9.035	.980	.494
	Within Groups	46.101	5	9.220		
	Total	82.240	9			
ว2	Between Groups	19.688	4	4.922	1.002	.485
	Within Groups	24.571	5	4.914		
	Total	44.259	9			
ว3	Between Groups	19.482	4	4.871	.988	.490
	Within Groups	24.641	5	4.928		
	Total	44.123	9			
ว4	Between Groups	26.691	4	6.673	1.022	.477
	Within Groups	32.644	5	6.529		
	Total	59.335	9			

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 2วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	36.516	4	9.129	1.033	.473
	Within Groups	44.201	5	8.840		
	Total	80.716	9			
ว2	Between Groups	20.425	4	5.106	1.057	.464
	Within Groups	24.152	5	4.830		
	Total	44.577	9			
ว3	Between Groups	17.224	4	4.306	1.005	.484
	Within Groups	21.426	5	4.285		
	Total	38.650	9			
ว4	Between Groups	26.771	4	6.693	1.056	.464
	Within Groups	31.701	5	6.340		
	Total	58.472	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ พีเอช ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	33.491	4	8.373	.968	.499
	Within Groups	43.266	5	8.653		
	Total	76.757	9			
ว2	Between Groups	16.680	4	4.170	.918	.520
	Within Groups	22.715	5	4.543		
	Total	39.395	9			
ว3	Between Groups	17.539	4	4.385	1.043	.469
	Within Groups	21.016	5	4.203		
	Total	38.554	9			
ว4	Between Groups	25.227	4	6.307	.990	.490
	Within Groups	31.841	5	6.368		
	Total	57.068	9			

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 1วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	.017	4	.004	20.800	.003
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.018	9			
ว2	Between Groups	.018	4	.005	23.000	.002
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.019	9			
ว3	Between Groups	.024	4	.006	30.300	.001
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.025	9			
ว4	Between Groups	.039	4	.010	48.700	.000
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.040	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 2วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	.004	4	.001	5.500	.045
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.005	9			
ว2	Between Groups	.009	4	.002	11.700	.009
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.010	9			
ว3	Between Groups	.032	4	.008	40.300	.001
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.033	9			
ว4	Between Groups	.016	4	.004	20.500	.003
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.017	9			

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณกรดแลคติค ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	.033	4	.008	47.882	.000
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.033	9			
ว2	Between Groups	.019	4	.005	23.300	.002
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.020	9			
ว3	Between Groups	.025	4	.006	31.800	.001
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.026	9			
ว4	Between Groups	.025	4	.006	31.000	.001
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	.026	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 1วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	4.773	4	1.193	146.938	.000
	Within Groups	.041	5	.008		
	Total	4.813	9			
ว2	Between Groups	1.335	4	.334	1668.700	.000
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	1.336	9			
ว3	Between Groups	.219	4	.055	13.188	.007
	Within Groups	.021	5	.004		
	Total	.240	9			
ว4	Between Groups	1.600	4	.400	.962	.501
	Within Groups	2.080	5	.416		
	Total	3.680	9			

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 2วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	.672	4	.168	40.361	.001
	Within Groups	.021	5	.004		
	Total	.692	9			
ว2	Between Groups	.849	4	.212	51.043	.000
	Within Groups	.021	5	.004		
	Total	.870	9			
ว3	Between Groups	2.746	4	.686	165.024	.000
	Within Groups	.021	5	.004		
	Total	2.767	9			
ว4	Between Groups	8.259	4	2.065	4.402	.068
	Within Groups	2.345	5	.469		
	Total	10.604	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเติมข้าวเหนียวนึ่งในส่าสาโทโดยอัตราส่วนที่ส่าสาโทต่อข้าวเหนียวนึ่งต่างกันคือ 5:5, 5:4, 5:3, 5:2, และ 5:1 โดยใช้ระยะเวลาการหมักแห้งต่อเท่ากับ 3วัน จึงทำการผ่าน้ำ แล้วติดตามผลการหมักสาโทเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ว1	Between Groups	9.299	4	2.325	558.832	.000
	Within Groups	.021	5	.004		
	Total	9.320	9			
ว2	Between Groups	4.823	4	1.206	6028.700	.000
	Within Groups	.001	5	.000		
	Total	4.824	9			
ว3	Between Groups	2.016	4	.504	1.260	.395
	Within Groups	2.001	5	.400		
	Total	4.017	9			
ว4	Between Groups	5.000	4	1.250	1.539	.320
	Within Groups	4.060	5	.812		
	Total	9.060	9			

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน โดยทดสอบปัจจัยต่างดังนี้คือ สี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
สี	Between Groups	27.543	6	4.590	1.939	.075
	Within Groups	646.225	273	2.367		
	Total	673.768	279			
กลิ่น	Between Groups	1236.943	6	206.157	3.277	.004
	Within Groups	17176.63	273	62.918		
	Total	18413.57	279			
รส	Between Groups	1234.871	6	205.812	.628	.708
	Within Groups	89449.12	273	327.652		
	Total	90684.00	279			
ประทับใจ	Between Groups	278.986	6	46.498	4.964	.000
	Within Groups	2557.300	273	9.367		
	Total	2836.286	279			
คะแนนรวม	Between Groups	2574.486	6	429.081	2.240	.040
	Within Groups	52298.30	273	191.569		
	Total	54872.79	279			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่ากลิ่น ของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน

กลิ่น

Duncan[a]

สูตร	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
6.00	40	25.4000		
4.00	40	26.6000	26.6000	
1.00	40	28.9750	28.9750	28.9750
3.00	40		30.2000	30.2000
7.00	40			30.5500
5.00	40			30.6750
2.00	40			31.3750
Sig.		.056	.054	.235

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าความประทับใจ ของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2,5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน

ประทับใจ

Duncan[a]

สูตร	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
6.00	40	13.2000		
4.00	40	13.3250		
1.00	40	14.2750	14.2750	
7.00	40		15.1250	15.1250
3.00	40		15.2500	15.2500
5.00	40		15.2500	15.2500
2.00	40			16.0750
Sig.		.139	.198	.210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าคะแนนรวม ของสาโท 7 สูตร คือ 5:5/2, 5:4/2, 5:4/3, 5:3/2, 5:2/1, 5:2/2 และ 5:1/3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน

คะแนนรวม

Duncan[a]

สูตร	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
6.00	40	69.1500	
4.00	40	69.7250	
1.00	40	74.7500	74.7500
7.00	40	75.3250	75.3250
3.00	40		76.5000
5.00	40		76.5250
2.00	40		76.7750
Sig.		.068	.570

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

หมายเหตุ: สูตร 5:5/2 คือ2, 5:4/2คือ1, 5:4/3คือ3, 5:3/2คือ4, 5:2/1คือ5, 5:2/2 คือ6 และ 5:1/3คือ7

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ สาโทกรูปี สาโทสยาม และสาโทสูตร 5:5/2 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน โดยทดสอบปัจจัยต่างดังนี้คือ สี กลิ่น รสชาติ ความประทับใจ และคะแนนรวม ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
สี	Between Groups	6.467	2	3.233	1.116	.331
	Within Groups	339.125	117	2.899		
	Total	345.592	119			
กลิ่น	Between Groups	46.550	2	23.275	1.325	.270
	Within Groups	2055.950	117	17.572		
	Total	2102.500	119			
รส	Between Groups	16.200	2	8.100	.192	.825
	Within Groups	4931.500	117	42.150		
	Total	4947.700	119			
ประทับใจ	Between Groups	7.267	2	3.633	.352	.704
	Within Groups	1209.325	117	10.336		
	Total	1216.592	119			
คะแนนรวม	Between Groups	144.050	2	72.025	.656	.521
	Within Groups	12852.75	117	109.853		
	Total	12996.80	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์เอธิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Dichromate Oxidation

นำตัวอย่างที่เก็บโดยการแช่เย็นทิ้งไว้ให้ละลาย ปิเปตมา1มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างลงไปในหลอดกลั่นตัวอย่าง นำไปกลั่นโดยเครื่องกลั่น นำขวดรูปชมพู่ซึ่งภายในบรรจุสารละลาย Potassium dicromate ($K_2Cr_2O_7$)10มิลลิลิตรมารองรับเอธิลแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้ ซึ่งสารละลายนี้จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับเอธิลแอลกอฮอล์ ปิดปากขวดรูปชมพู่ให้สนิท นำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ60องศาเซลเซียสจากนั้นนำมาไตเตรทหาปริมาณ Potassium dicromate ที่เหลือ โดยใช้สารละลาย ammonium ferrous sulfate มาตรฐานและใช้o-phenanthrolineเป็นindicator ไตเตรทจนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีเขียวมรกต ซึ่งเป็นจุดยุติ บันทึกปริมาตรของสารละลายammoniumferrous sulfate ที่ใช้ไปเป็น(A)

ไตเตรท bankโดยใช้สารละลาย Potassium dicromate10มิที่ได้เป็น(B)

คำนวนหาปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ ดังนี้ลิลิตร นำไปไตเตรทโดยตรงกับสารละลาย ammoniumferrous sulfate บันทึกปริมาตร

ปริมาณเอธิลแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์ปริมาตร/ปริมาตร)=10-[(10)(A/B)]

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

2.1สารละลายมาตรฐาน NaOH

เตรียมสารละลายNaOHมาตรฐาน0.1N(โดยประมาณ) โดยชั่งNaOH2กรัม ละลายในน้ำกลั่น500 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปstandardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน potassium phathalate($KHC_8H_4O_4$)

วิธีstandardizeสารละลายNaOHทำโดยstandardize

1.ละลาย potassium phathalateที่ผ่านการอบแห้งที่120องศาเซลเซียล potassium phathalate นาน2ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นในdasiccatorปริมาณ0.6000-.07000ในน้ำกลั่นปริมาตร50-75 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่

2.หยดสารละลาย phenolphthalein1%(ใน95%ethanal) ในสารคละลาย potassium phathalateจำนวน2หยด

3.นำไปไตเตรทกับสารละลายNaOHจนกระทั่งสารละลายภายในขวดรูปชมพู่เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนที่คงตัว โดยทำการไตเตรท3ครั้งบันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOHที่ใช้

การคำนวณNormalityของNaOH

$$\text{Nomality ของ NaOH} = \frac{\text{จำนวนกัมของ } KHC_8H_4O_4 * 1000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} * 204.229}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

นำตัวอย่างที่เก็บในตู้เน็นมาละลาย ปิเปตตัวอย่าง 5 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรนำไปไตรเตรทกับสารละลาย sodium hydroxide (NaOH)มาตรฐาน โยใช้ฟีนอฟทาลีน(phenolphthalein)เป็น indicator ซึ่งสังเกตจุดยุติสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้ไป

การคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด

ปริมาณกรดทั้งหมด(กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) $= \frac{(V)(N)(eq.Wt.)(100)}{(100)(v)}$

V= ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH

N= Normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH

V= ปริมาตรของสารละลายอาหารตัวอย่าง (5มิลลิลิตร)

Eq.Wt.= น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของกรดเป็นกรัม

(tartalic=75,malic=67,citric=64,lactic=90,sulfuric=49,acetic=60)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

นายโชคชัย แข็งกระบือ เกิด 29 เมษายน 2524 ที่อยู่ 175 หมู่ 17 ต.คลองกระจัง อ.ศรีเทพ จ.เพชรบรณ์ การศึกษา ระดับปริญญตรี ที่สาขาอุตสาหกรรมเกษตร หลักสูตร 2 ปี ต่อเนื่อง โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ระดับ ปวส. ที่คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ระดับมัธยมศึกษา ที่ ร.ร.ศรีเทพประชาสรรค์ อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์

นายมะณี ตรงดี เกิด 8 มกราคม 2524 ที่อยู่ 9 หมู่ 5 ต.ไคสี อ. บึงกาฬ จ.หนองคายการศึกษา ระดับปริญญตรี ที่สาขาอุตสาหกรรมเกษตร หลักสูตร 2 ปี ต่อเนื่อง โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ระดับ ปวส. ที่คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ระดับมัธยมศึกษา ที่ ร.ร.บึงกาฬ อ.บึงกาฬ จ.หนองคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้