ปัญหาพิเศษ

การผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์กับเอนไซม์ทางการค้า

(Sato Production by Pure Cultures and Commercial Enzyme Preparations)

จัดทำโดย

นางสาวอัญชลี สระสาลี รหัส 43040670

นายอุทาน บุญมี รหัส 43040671

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agricultural Industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of
TechnologyLadkrabang
Bangkok 10520 Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้า

(Sato Production by Pure Cultures and Commercial Enzyme Preparations)

โดย

นางสาวอัญชลี สระสาลี รหัส 43040670

นายอุทาน บุญมี รหัส 43040671

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19742

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์กับเอนไซม์ทางการค้า

(Sato Production by Pure Cultures and Commercial Enzyme Preparations)

นางสาวอัญชลี สระสาลี รหัส 43040670

นายอุทาน บุญมี รหัส 43040671

T096896

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2547

ปพ.
อ525ก
2547

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 96896
วัน เดือน ปี - 5 JUN 2009

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัญชลี สระสาลี และ อุทาน บุญมี 2547 : การผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์กับเอนไซม์ทางการค้า (Sato Production by Pure Cultures and Commercial Enzyme Preparations). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : ดร. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง, 54 หน้า

การผลิตสาโทในปัจจุบันมักพบปัญหาในความไม่แน่นอนในการผลิต เนื่องจากหัวเชื้อที่เป็นลูกแป้งซึ่งมีความไม่แน่นอน การใช้เชื้อบริสุทธิ์จึงเป็นทางเลือกที่ดี การผลิตโดยใช้เชื้อรากับเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและกลูโคอะไมเลสที่ผลิตทางการค้าในการหมักสาโทในสูตรต่างๆ ผลการวิเคราะห์ในด้านปริมาณกรดและแอลกอฮอล์ของสาโทที่ผลิตได้พบว่าสูตรที่ใช้เชื้อรากับเชื้อยีสต์บริสุทธิร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลสร้อยละ 0.15 มีคุณภาพที่ดีกว่าสูตรอื่น แต่พีเอช ไม่มีความแตกต่างจากสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับสาโทสูตรควบคุมพบว่า สีและกลิ่นของสาโทที่ผลิตได้ไม่แตกต่างแต่รสชาติแตกต่างจากสาโทสูตรควบคุม โดยสาโทที่ได้มีความเปรี้ยวมากกว่าสาโทสูตรควบคุม ทำให้มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ อย่างไรก็ตามผลทดสอบสาโทที่ผลิตได้อยู่ในเกณฑ์สาโทคุณภาพดีที่ผู้บริโภคยอมรับได้

อัญชลี สระสาลี
อุทาน บุญมี

ลายเซนต์นักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษ เรื่อง "การผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์กับเอนไซม์ทางการค้า" คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และให้เวลาอย่างมากในการทำทำปัญหาพิเศษ ซึ่งมีส่วนอย่างมากในการทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วราวุฒิ ครรูส่ง และ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบปัญหาพิเศษนี้ กราบขอบพระคุณ บิดา และมารดา เป็นอย่างยิ่งที่คอยให้การสนับสนุนไม่ว่าในด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ และขอขอบใจ เพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค.
กิตติกรรมประกาศ	ง.
สารบัญ	จ.
สารบัญตาราง	ช.
สารบัญรูปภาพ	ซ.
บทที่ 1.	
บทนำ	1.
วัตถุประสงค์	2.
บทที่ 2.	
วารสารปริทัศน์	3.
บทที่ 3.	
วิธีทดลอง	11.
3.1 เครื่องมือ	11.
3.2 อุปกรณ์	11.
3.3 สาเคมี	12.
3.4 วัตถุดิบและสารอาหาร	12.
3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	14.
3.5.1 การเตรียมเชื้อรา	14.
3.5.2 การเตรียมเชื้อยีสต์ NK-6	15.
3.5.3 การผลิตสาโทจากลูกแป้ง	14.
3.5.4 การผลิตสาโทจากเชื้อราและยีสต์เอ็นไซม์ ร่วมกับแอลฟาอะไมเลส และ กลูโคอะไมเลส	15
3.5.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	16.
บทที่ 4.	
ผลการทดลอง	17.
4.1 การติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของสาโทขณะหมัก	17.
4.2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของสาโทที่ผลิตได้	27.
4.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส	28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5.
สรุปผลการทดลอง 30.
ข้อเสนอแนะ 31.
เอกสารอ้างอิง 32.
ภาคผนวก 34.
ภาคผนวก ก 35.
ภาคผนวก ข 39.
ภาคผนวก ค 45.
ประวัติผู้เขียน 54.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงองค์ประกอบของสาโทที่ผลิตได้	28.
2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสาโทที่ผลิตได้	29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยราในสภาวะที่ต้องการอากาศ	9.
2	แสดงกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์จากการหมัก โดยใช้ยีสต์ในสภาวะไร้อากาศ	10
3	เอ็นไซม์กลูโคอะไมเลส	13.
4	เอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลส	13.
5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0	17.
6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05	18.
7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10	18.
8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15	19.
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05	19.
10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10	20.
11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15	20.
12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05	21.
13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10	21.
14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15	22.
15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ของสาโทที่ผลิตโดยลูกแป้ง	22.
16	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่าง	24.
17	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของพีเอช pH ของตัวอย่าง	25.
18	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Brix น้ำตาลของตัวอย่าง	26.
19	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของแอลกอฮอล์ของตัวอย่าง	27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

สุราแช่พื้นเมืองของไทยประเภทสาโท เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักข้าว ไม่ว่าจะเป็นข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ หรือแม้แต่ข้าวจ้าว โดยใช้ลูกแป้ง ซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลายชนิด ประกอบไปด้วยรา ยีสต์ และแบคทีเรีย ทั้งชนิดที่จำเป็นที่มีประโยชน์ต่อการหมัก และชนิดที่ไม่จำเป็นที่ไม่มีประโยชน์ต่อการหมักอยู่ร่วมกันในสภาพของเซลล์ที่พักตัวและสปอร์ทีสามารถมีการเจริญเติบโตได้ถ้าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมและเกิดกระบวนการหมัก โดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จะทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งในข้าวให้เป็นน้ำตาลและเป็นแอลกอฮอล์ตามลำดับ การผลิตสาโทแบบดั้งเดิมของชาวบ้านเป็นการแสดงออกถึงภูมิปัญญาทางศาสตร์และศิลป์ แสดงถึงวัฒนธรรมการดื่มกินที่สืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษ มีความเป็นเอกลักษณ์ในตัวตน มีประวัติความเป็นมา และเป็นส่วนหนึ่งของวิถีการดำรงชีวิตของชาวไทยกว่าร้อยละ 80 ที่อยู่ในภาคเกษตรกรรม ไม่ว่าจะอยู่ในภูมิภาคใดของประเทศไทยต่างก็มีรูปแบบและวิธีการผลิตสุราแช่ประเภทสาโทที่คล้ายคลึงกัน จะต่างไปที่ชื่อเรียกเท่านั้นที่จะแตกต่างไปบ้างในแต่ละภูมิภาค เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียก “เหล้าโท” “อุ” “ช้าง” ภาคกลางเรียก “น้ำขาว” ภาคตะวันตกและภาคใต้ตอนบนเรียก “กระแช่” ซึ่งพ้องกับน้ำตาลเมาที่หมักจากน้ำตาลสด อุปสรรคสำคัญสองประการที่ทำให้การผลิตสาโทขาดการพัฒนามีคุณภาพ และรสชาติอันเป็นมาตรฐานเดียวกัน ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตลอดระยะเวลาเก็บรักษาและบริโภค นอกเหนือไปจากประการที่ไม่สามารถรักษาคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ได้ เนื่องจากวิธีการผลิตแม้ในปัจจุบันก็ยังคงการใช้หัวเชื้อในรูปของลูกแป้ง และประการที่สอง คือการไม่สามารถผลิตได้อย่างอิสระเช่นเดิมตั้งแต่พุทธศักราช 2589 เป็นต้นมา เพราะเริ่มมีการจัดเก็บภาษีทั้งสองส่วน คือ ภาษีอุตสาหกรรม และภาษีการค้าภายใต้ความดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม การผลิตจะทำได้ก็ต่อเมื่อขออนุญาตตามกฎหมายเสียก่อน จึงทำให้อุตสาหกรรมการผลิตสาโทไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร ชาวบ้านทำได้เพียงแอบลักลอบทำกินกันแต่ในครัวเรือนเพราะกลัวความผิด และยิ่งต่อมากระทรวงการคลังได้ออกคำสั่งฉบับที่ 172/2534 เพิ่มข้อจำกัดทางกฎหมาย กำหนดวงเงินลงทุนจดทะเบียนจัดตั้งโรงงานในกิจการสุราทั้งหมด ซึ่งรวมถึง “สุราแช่” อันหมายรวมถึง สาโท น้ำขาว อุ กระแช่ ที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทข้าว และ “สุรา” ที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทโมลาซ (molasses) ไว้ด้วยกัน ยิ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มเงื่อนไขการผลิต ที่ต้องขอทั้งใบอนุญาตผลิต และใบขออนุญาตจำหน่าย ที่ชาวบ้านหรือบุคคลธรรมดาทั่วไปไม่มีทุนทรัพย์พอที่จะผลิตได้ ข้อจำกัดดังกล่าวจึงปิดทางการผลิต และปิดทางการพัฒนาสาโท ให้เติบโตในระดับอุตสาหกรรม ส่งผลให้สุราแช่พื้นเมืองของไทยชนิดนี้ไม่เป็นที่รู้จักและนิยมกันโดยทั่วไป ยิ่งไปกว่านั้นผู้ประกอบการเจ้าของโรงงานการผลิตแต่เพียงรายแรก และรายเดียวของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ โรงงานสุราไทยเดิม ต้องประสบกับปัญหาที่ทำให้อุตสาหกรรมดังกล่าวไปไม่รอด และต้องเลิกกิจการไปตั้งแต่ปี พ.ศ.2520 ด้วยสาเหตุสำคัญมาจากผลิตภัณฑ์ของโรงงานเสื่อมเสียในระยะเวลาอันรวดเร็ว กรรมวิธีในการผลิตไม่มีความแน่นอน ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในแต่ละรุ่นไม่คงที่ และไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งจากนั้นเป็นต้นมาก็ไม่มีการผลิตสุราแช่ในระดับอุตสาหกรรมอีกเป็นเวลากว่า 22 ปี จนกระทั่งปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้มีการผลิตสุราแช่ได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย จึงมีผู้ผลิตสาโทเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ท้องตลาดอย่างมากมาย ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแบบใช้ลูกแป้งก็คือ คุณภาพของสาโทไม่สามารถควบคุมให้มีความสม่ำเสมอ และคงตัวได้ ทำให้การควบคุมการผลิตเป็นไปอย่างลำบาก และยังมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคด้วย ทั้งนี้เนื่องจากลูกแป้งที่ใช้เป็นหัวเชื้ออยู่ในลักษณะเชื้อผสม มีความหลากหลายทางชีวภาพด้านจุลินทรีย์สูงทั้งชนิดและจำนวน อีกทั้งเชื้อราที่อยู่ในลูกแป้งส่วนใหญ่จะผลิตเอนไซม์กลูโคอะไมเลส (Glucoamylase) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้จะย่อยโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตที่เฉพาะปลายสายเท่านั้น ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงทำการทดลองผลิตสาโทโดยใช้เชื้อบริสุทธ์ คือ *Rhyzopus oryzae* และ ยีสต์ NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและกลูโคอะไมเลส โดยต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่สม่ำเสมอกันทุกรุ่นการผลิต โดยเทียบกับสาโทที่ผลิตจากลูกแป้ง โดยเน้นที่ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ ร่วมกับการทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นี้

วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาผลผลิตสาโทที่ผลิตจากลูกแป้งเทียบกับเชื้อบริสุทธิ์

1.2 เพื่อศึกษาผลของเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส กลูโค-อะไมเลส ต่อการผลิตสาโทโดยเชื้อรา กับเชื้อ NK-6 ในอัตราส่วนต่างๆ

1.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบด้านประสาทสัมผัสของสาโทที่ผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

สาโท จัดเป็นสุราแช่พื้นเมืองดั้งเดิมประเภทหนึ่งของไทย หมักขึ้นมาจากวัตถุดิบข้าวเหนียวที่มีการผลิตกันอย่างอิสระ จนกระทั่งเริ่มมีการเก็บภาษีอุตสาหกรรมและภาษีการค้า และได้มาเป็นของรัฐบาลในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 จนกระทั่งปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้ผลิตสุราแช่ได้อย่างเสรี แต่ต้องมีการเสียภาษีอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

ความหมายของคำว่าสุราแช่ในพระราชบัญญัติสุรา พ.ศ.2493 มาตรา 4 ได้ให้คำนิยามได้ว่า สุราแช่ หมายความว่า สุราที่ไม่ได้กลั่นและให้ความหมายรวมถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้ว แต่ยังมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกินสิบห้าดีกรี (สยามจดหมายเหตุ 2490)

การผลิตสาโทแบบดั้งเดิมที่ทำต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันจะใช้ลูกแป้งหรือแป้งเชื้อราซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ช่วยให้เกิดการหมัก ในนิยามของพระราชบัญญัติสุราฉบับเดียวกันได้ให้ความหมายของคำว่า ลูกแป้งไว้ว่า หมายถึง เชื้อสุรา แป้งเชื้อสุรา แป้งข้าวหมักหรือเชื้อใด ๆ เมื่อนำมาหมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ทำสุราได้ ลูกแป้งสุราจะแตกต่างจากลูกแป้งข้าวหมากที่ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ การทำลูกแป้งในแต่ละภูมิภาคจะมีกรรมวิธีและสูตรที่เป็นความลับแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น และถ่ายทอดจากบรรพบุรุษต่อเนื่องกันมาเรื่อย ๆ ลูกแป้งอาจผสมสมุนไพรหรือเครื่องเทศหรือไม่ก็ได้ เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีความคงที่

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิมที่ใช้วัตถุดิบ คือ ข้าวเหนียว ลูกแป้ง กรรมวิธีการผลิต ซึ่งถือเป็นศาสตร์และศิลป์ จัดเป็นวัฒธรรมเชิงภูมิปัญญาชาวบ้านที่ควรค่าแก่การยกย่อง นำมาศึกษาหาข้อมูลให้ลึกซึ้งและนำไปสู่การผลักดันให้สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประจำชาติเฉกเช่น สาเกของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งวัตถุดิบที่สำคัญของการผลิตสาโทมีดังนี้

2.1 ข้าวเหนียว

คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

1. คาร์โบไฮเดรต ข้าวส่วนใหญ่มีคาร์โบไฮเดรต อยู่ระหว่างร้อยละ 70-80 ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด
2. โปรตีน มีโปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 11 โปรตีนในข้าวเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไขมัน มีน้อยในจมูกข้าว ไขมันในข้าวจะอยู่ในรูปของกรดไขมัน
4. วิตามิน ข้าวเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยวิตามิน
5. เกลือแร่ ข้าวมีเหล็ก และฟอสฟอรัสมาก แต่มีแคลเซียมน้อย จะพบว่าส่วนประกอบหลักของข้าวคือ แป้ง ภายในลิวโคพลาสต์ของเซลล์แป้งเป็นโมเลกุลใหญ่ จัดอยู่ในจำพวกน้ำตาลหลายชั้น โครงสร้างของแป้งประกอบด้วยกลูโคสหลายหน่วยมาเป็นสายยาว แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

    1. Amylose ประกอบด้วยกลูโคสสาย α-1,4 glucosidic linkage 1,100-4,400 หน่วย เกาะกันเป็นลูกโซ่โดยไม่มีการแตกแขนง และให้ปฏิกิริยาการเกิดสีกับไอโอดีนเป็นสีน้ำเงิน Amylose มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ โดย 1 โมเลกุลของ non-reducing end group จะมี anhydroglucose อยู่ 100-800 หน่วย

    2. Amylopectin ประกอบด้วยกลูโคส เกาะกันเป็นแขนง ๆ ที่ 1, 6 และ 1, 3 glucosidic linkages ละ 20 – 25 หน่วย เพิ่มเติมจากลูกโซ่ปกติ ทำให้โมเลกุลของ Amylopectin มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของ Amylose มาก และมีค่า degree of polymcrize สูงถึงหนึ่งล้าน นอกจากนี้ยังให้ปฏิกิริยาการเกิดสีกับไอโอดีนเป็นสีม่วงน้ำตาล Amylopectin มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดย 1 โมเลกุลของ non-reducing end group จะมี anhydroglucose อยู่ 500-2,000

ประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการค้นคว้าคัดเลือกพันธุ์ข้าวสำหรับผลิตสาโท แต่มีรายงานในประเทศญี่ปุ่นที่ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเพื่อทำเหล้าสาเกของ Kodama (Kodama, 1970) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตเหล้าสาเกไว้ดังนี้

1. ต้องมีค่า unavailable polishing ratio น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ unavailable polishing ratio หมายถึง ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนโดยน้ำหนักของเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ภายหลังและก่อนการขัดสีข้าว ค่านี้จะแตกต่างกันประมาณ 0.5 – 7 %
2. ต้องมีความนุ่มของเมล็ดภายหลังการนึ่งสุก เพื่อให้ง่ายต่อการแทงเส้นใยของเชื้อราเข้าสู่เมล็ดข้าว
3. ต้องมีอัตราการดูดซึมน้ำได้มากและเร็วเมื่อนำไปแช่น้ำ ซึ่งข้าวที่มีคุณสมบัติแบบนี้เมื่อนำไปนึ่งจะทำให้เมล็ดข้าวอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการย่อยใน mash โดยเอนไซม์ใน Koji นอกจากปริมาณแป้งที่มีอยู่ในข้าวแล้ว ราและยีสต์ต้องการสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและทวีจำนวนเซลล์ ในระหว่างการหมัก เช่น วิตามิน แร่ธาตุ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีอยู่แล้วในข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุราแช่พื้นเมืองไทยประเภทสาโท มีการผลิตในระดับภูมิปัญญาชาวบ้านมาเป็นระยะเวลานาน โดยใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบ และใช้ลูกแป้ง ซึ่งประกอบด้วย ยีสต์ รา และแบคทีเรีย ในการหมักโดยใช้ลูกแป้ง ปฏิกิริยาจะเกิด 3 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (Saccharification) โดยราจะผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งและเปลี่ยนเป็นน้ำตาล โดยเอนไซม์ที่ราสามารถผลิตได้ คือ Protease, Amylase และ Cellulase
2. กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ เป็นขั้นตอนการหมักโดยยีสต์ ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลที่ได้เป็นแอลกอฮอล์ เป็นสภาวะที่ไม่ต้องการอากาศ แต่ควรมีออกซิเจนจำนวนเล็กน้อยประมาณ 0.7 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งจะกระตุ้นการหมักของยีสต์ให้เกิดได้ดี และไม่ทำให้เกิดสภาวะของเมตาบอลิซึมที่มี O_2
3. กระบวนการเปลี่ยนแอกอฮอล์เป็นกรด โดยเชื้อแบคทีเรียซึ่งจะทำให้สุราแช่กลายเป็นน้ำส้มสายชูได้ เพราะฉะนั้นในการใช้ลูกแป้ง ซึ่งเป็นเชื้อผสมในการผลิตสุราแช่จะทำให้มีผลต่อผลิตภัณฑ์ คือ
    1. ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่แน่นอน
    2. ไม่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในหมักได้
    3. การขยายกำลังการผลิตให้สูงขึ้น เป็นไปได้ยาก
    4. เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อโรค หรือจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ

2.2 ลูกแป้งและประวัติความเป็นมา

การผลิตสาโทแต่ดั้งเดิมใช้ลูกแป้งหรือแป้งเชื้อสุรา ซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ช่วยให้เกิดการหมักลูกแป้งของจีน มีชื่อเรียกว่า Chinese yeast, Chinese yeast cake หรือ chinese koji มีชื่อตามท้องถิ่นว่า "Chiu-yao", "Tsiu-yah", "Chiu-ping" เข้าใจว่าเป็นต้นแบบของลูกแป้งที่ต่อมาได้แพร่หลายไปสู่ประเทศอื่น ๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่

"Ragi" หรือ "Raggi" ในประเทศมาเลเซีย

"Igorot" และ "Ifugao" ในประเทศอินโดนีเซีย

"Buboa" หรือ "Binakbok" ในเวียดนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตลูกแป้งของแต่ละประเทศ มีกรรมวิธีที่คล้ายคลึงกัน ต่างกันเพียงองค์ประกอบของวัตถุดิบ ขนาด รูปร่าง ตลอดจนชนิดและสายพันธุ์จุลินทรีย์ อาจมีการผสมกับเครื่องเทศหรือสมุนไพร อาทิ ลูกจันทร์ กระวาน กานพลู เพื่อช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการขณะเดียวกันก็ช่วยส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการ และเสริมให้ essential oil กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

ลูกแป้งที่ผลิตในภาคกลางของประเทศไทยที่ อ.เสนา จ.พระนครศรีอยุธยา มีวิธีทำดังนี้ ใช้ปลายข้าวเหนียวบดละเอียดแล้วผสมกับเครื่องเทศ ได้แก่ ข่า ตะไคร้ และพริกแห้ง จากนั้นปั้นให้เป็นก้อนเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำมาเรียงบนภาชนะแบนและโปร่ง เช่น กระด้งไม้ไผ่ โรยด้วยผงลูกแป้งเดิมจนทั่ว คลุมด้วยผ้าขาวบางและบ่มในที่แห้งและเย็นประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้เชื้อมีการเจริญ เมื่อครบกำหนดก็นำไปผึ่งแดดให้แห้งเพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

ลักษณะลูกแป้งที่ดีควรแห้ง มีน้ำหนักเบา มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ไม่มีกลิ่นเหม็นบูดหรือเหม็นเปรี้ยว เมื่อบี้ดูจะต้องมีความร่วนละเอียด ภายในมีเส้นใยของเชื้อรากระจายอย่างสม่ำเสมอ และให้ประสิทธิภาพในการหมักเร็ว และมีปริมาณดีกรีสูง สำหรับเหล้าสาเก จะใช้ในลักษณะของเชื้อบริสุทธ์ (Pure culture) ของเชื้อรา *Aspergillus oryzae* ในลักษณะของ Japanese rice koji มีกรรมวิธีในการเตรียม ดังนี้ ใช้ข้าวญี่ปุ่น ซึ่งเป็นข้าวในกลุ่ม Japonica Type มีลักษณะของข้าวเป็นกึ่งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวนึ่งสุกเป็นสับสเตรต (substrate) เพาะเชื้อราบริสุทธิ์โดยไม่มีการผสมสมุนไพร หรือเรื่องเทศ

2.3 เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักสาโท

1. กลุ่มเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) จากราที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล Amylolytic enzyme
2. กลุ่มเอนไซม์ไซเมส (Zymase) จากยีสต์ที่ย่อยน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการหมักสาโท คือ อะไมเลส (Amylase) ที่ได้จากจุลินทรีย์และเป็น Extracellular enzyme พบในธรรมชาติ สัตว์ เซลล์ของพืช และจากการสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ Amylase สามารถแบ่งชนิดตามลักษณะการย่อย (Action pattern) ได้เป็น 4 ชนิด

1. Alpha-amylase
2. Beta-amylase
3. Glucoamylase
4. Oligosaccharide hydrolase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการหมักสาโท คือ Alpha-amylase, Beta-amylase และ Gluco-amylase

Alpha-amylase พบในพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โดยทั่วไปมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 50,000 และมี Ca^{2+} เป็นโคเฟคเตอร์เกาะติดแน่นกับโมเลกุลของเอนไซม์ สามารถ hydrolyse แป้งที่ α- D- (1,4) linkage แบบ random เกิดผลิตภัณฑ์จากการ hydrolyse แบ่งชนิดได้ ดังนี้

- ถ้า hydrolyse ไม่สมบูรณ์ จะได้ limit dextrin, maltose และ glucose
- ถ้า hydrolyse สมบูรณ์ จะได้ maltose และ glucose

Beta-amylase พบในพืชชั้นสูงประเภทธัญพืชและมันเทศ สามารถ hydrolyse แป้งที่ α- D-(1,4) linkage จาก non-reducing terminal bond ในแบบ stepwise (breeakaltermate bond) แต่ไม่สามารถ hydrolyse หรือข้ามพันธะแบบ by pass ที่ต่อแบบ α- D-(1,6) bond แล้ว ยังสามารถ hydrolyse อย่างสมบูรณ์ จะได้ maltose และ high molecular weight limit dextrin

Glucoamylase หรือในชื่ออื่น ๆ เช่น Amhioglucosidase หรือ Gramma-amylase (ปัจจุบันเลิกใช้ชื่อนี้แล้ว) พบครั้งแรกในจุลินทรีย์และพบว่ามีในเนื้อเยื่อของสัตว์ด้วยสามารถ hydrolyse แป้งได้อย่างสมบูรณ์จาก non-reducing terminal bond ซึ่งนอกจากจะ hydrolyse α-D-(1,4) bond แล้ว ยังสามารถ hydrolyse α-D-(1,6) bond และ α-D-(1,3) bond ได้ประสิทธิภาพสูงพอ ๆ กับ α-D-(1,4) ด้วย ผลที่ได้จากการ hydrolyse อย่างสมบูรณ์ จะได้ D-glucose (Whistler R.C. and Paschall, E.F 1976)

2.4 จุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์อะไมโลไลติก (Amylolytic enzyme)

แหล่งสำคัญ คือ แบคทีเรียตระกูล Bacillaceae ได้แก่ *Bacillus sp.* และ *Clostridium sp.* อาทิ *Bacillus subtilis, B. mesentericus, B. stearothermophilus, B. macerans, B. polymyxa* และ *Clostridium acetobutylicum* ส่วนเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus oryzae, A. niger, penicillium sp. , Monilia sp.* ในกลุ่ม Deuteromycetes และกลุ่มราใน Rhizopus groups ได้แก่ *Rhizopus sp. Chlamydomucou sp.* และ *Mucor sp.* อาทิ *Rhizopus japonicus, R. tonkinensis, R. delemar. R. niveus, R. formosaensis var. multecesporus, R. chinensis, R. pseudochinensis, R. rhyzopodifermes, R. microsporus, F. niveus, R. arrhyzus. R. oryzae* และ *Chlamydomucor rouxii, Mucor rouxii, M. fragillis, M. javanicus* ในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zygomycetes นอกจากนี้ ยีสต์ในสกุล Endomycopsis ได้แก่ *Endomycopsis fibuligera* แยกจาก Ragi มีคุณสมบัติสร้าง Extracellular high glucoamylase activity โดยพัชรา และคณะ (2520) ได้วิจัยคัดเลือกสายพันธ์ยีสต์ที่ย่อยแป้งได้ดีจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ลูกแป้ง ข้าวหมาก น้ำทิ้ง ดิน กากมันสำปะหลัง ฯลฯ ไว้ในรายงานของเยาวลักษณ์ (เยาวลักษณ์, 2524) ว่าพบยีสต์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยแป้งได้ดี ได้แก่ *Endomycopsis fibuligera, E. durtonii, Endomycopsis sp., Trichosporon varianlc. Trichosporon sp. Candida sp., Sporobolomyces sp., Torulopsis sp., Torulopsis magjii, Torulopsis morvegica, Saccharomyces diastaticus, pichia sp., pichia acuciae, Pichia farinosa* และ *Hansenular sp.*

ลักษณะโดยทั่วไปของจุลินทรีย์ที่ต้องการคัดเลือก

1. เชื้อราย่อยแป้ง *Rhizopus oryzae* เป็นเชื้อราที่จัดอยู่ในคลาส Zygomycetes, order Mucorales และ family Mucoraceae มีลักษณะทาง Macroscopic คือ มีการเจริญอย่างรวดเร็ว ลักษณะไมซีเลียมระยะแรกมีความฟูคล้ายปุยฝ้ายหรอสำลี มีสีขาว ต่อมาจะเข้าสู่ระยะสร้างเซลล์สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สีของโคโลนีจะเข้าขึ้นเป็นเหลืองน้ำตาลจนถึงสีเทา และมีลักษณะทาง Microscopic คือ เส้นใยเป็นแบบ non-septate hypha สืบพันธุ์โดยการสร้าง Sporangiospore จาก terminal sporagia ซึ่งมี columella เด่นชัด และมีการสร้าง Sporangiophore บน Stolon

2. ยีสต์หมักสาเก NK-6 เป็นยีสต์ที่ไม่สร้าง True mycelium แต่อาจจะสร้าง pseudomycelium สืบพันธุ์แบบไม่มีเพศและแบบมีเพศ แบบไม่มีเพศอาศัยวิธี multilateral budding แบบมีเพศจะสร้าง ascospore จำนวน 4 อันในถุง ascus
(ในภาวะปกติ) asci ที่เจริญเต็มที่แล้วจะไม่แตกออก เซลล์มีลักษณะกลม รูปไข่

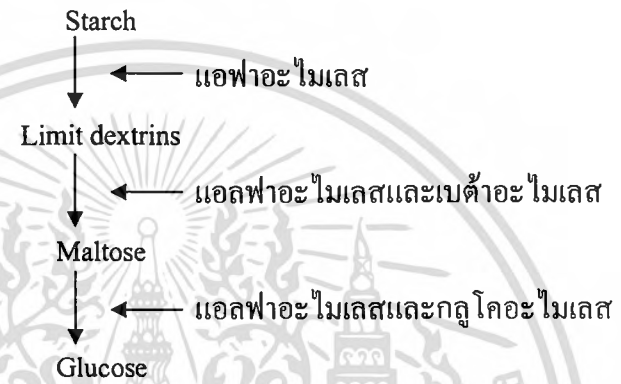
การคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์มีหลักการดังนี้ คือ

1. สามารถทนต่อความเข้มข้นของสับสเตรทได้
2. ให้ผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณมากและเร็ว
3. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
4. มีความเสถียรทางพันธุกรรม
5. ไม่สร้างสารพิษและทนต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี
6. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ยุพกนิษฐ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

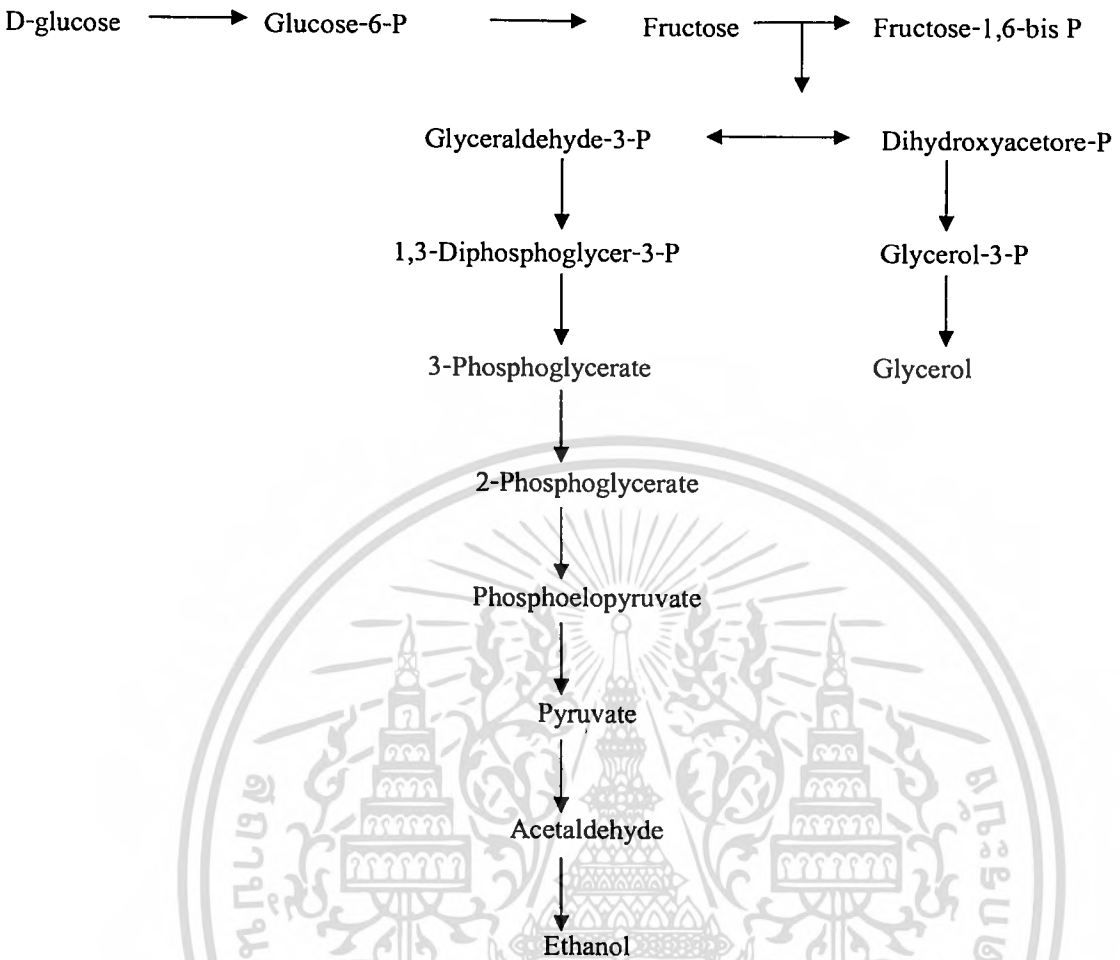
5. ไม่สร้างสารพิษและทนต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี
6. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสเป็นที่อมรับของผู้บริโภค (ยุพกนิษฐ์, 2536)

เมื่อทำการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์จากเชื้อราแล้วจะเติมยีสต์เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายแป้งให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยในขั้นตอนแรกยีสต์จะต้องการอากาศเพื่อเจริญเติบโต จากนั้นจะสร้างแอลกอฮอล์ในสภาวะที่มีมีออกซิเจน หรือมีเล็กน้อย โดยในขั้นตอนของการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล และขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ เป็นดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยราในสภาวะที่ต้องการอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์จากการหมักโดยใช้ยีสต์ในสภาวะไร้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือ

- เครื่องฆ่าเชื้อ (Auto clave)
- ตู้กลั่น Micro Kjeldahl apparatus
- ไมโครเวฟ (Microwave)
- ตู้บ่มเชื้อ
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
- อ่างน้ำร้อน (Water bath)
- เครื่องเขย่า
- ตู้เย็น
- เครื่องวัด pH
- Hot plate
- Hand refractometer
- อุปกรณ์นึ่งข้าว

3.2 อุปกรณ์

- หลอดทดลอง (test tubes) ขนาด 16×150 และ 16×100 มิลลิลิตร
- Pipette ขนาด 1.0 , 10.0 มิลลิลิตร
- บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 , 250 และ 1000 มิลลิลิตร
- ขวดตวงปริมาตร 100, 1000 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
- จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (plate)
- กรวยแก้วขนาดกลาง
- ขวดแก้วสีชาขนาด 1 ลิตร
- ขวดพลาสติก 1 ลิตร
- ขวดหยดขนาด 60 มิลลิลิตร
- แท่งแก้วคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลวดเขี่ยเชื้อ (loop)
- เข็มเขี่ยเชื้อ (needle)
- ช้อนตักสาร
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ขวดน้ำกลั่น
- ขวดบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 250 มิลิลิตร
- ลูกยาง
- ที่ใส่หลอดทดลอง (rack)
- กะละมัง
- ถังหมัก
- ผ้าขาวบาง
- ถุงทนร้อน
- คอขวดพลาสติก
- สำลี

3.3 สารเคมี

Sodium hydroxide 0.1 N (0.1 N NaOH)

Phenolphthalein

Ethanol

Potassium phthalate ($KHC_8H_4O_4$)

Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)

Ammonium ferrous sulfate ($Fe(NH_4)_2\ 6H_2O$)

Sulfuric acid (cone. H_2SO_4)

1,10-Phenanthroline

Ferrous sulfate ($Fe\ SO_4\ 7H_2O$)

อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

3.4 วัตถุดิบ และสารอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียวเขี้ยวงู

รำข้าวหยาบและละเอียด

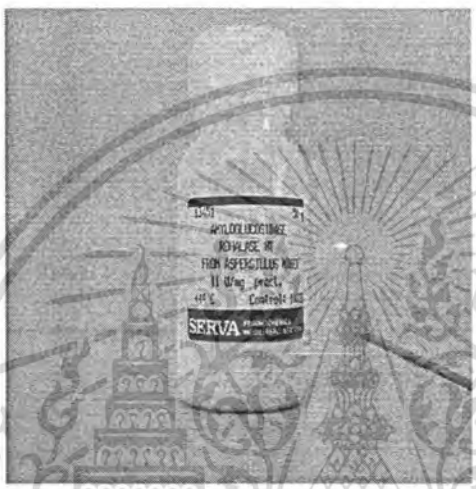
ปลายข้าว

เอนไซม์ α-amylase Thermamyl 120 L from *Bacillus micheuiformis*

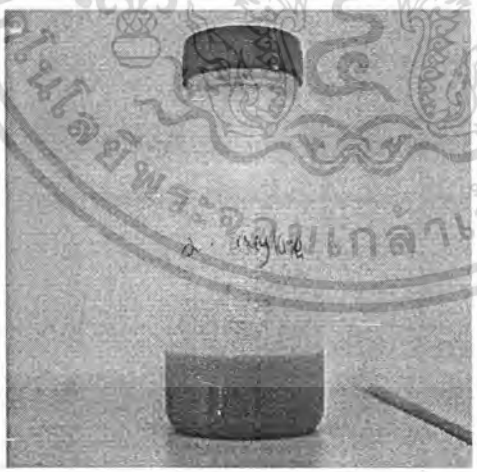
เอนไซม์ Amyloglucoamylase Rohalase HT from *Aspergillus niger* 11 U/mg.

เชื้อรา *Rhizopus oryzae*

เชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6



ภาพที่ 3 เอ็นไซม์กลูโคอะไมเลส



ภาพที่ 4 เอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลส

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ขั้นการเตรียมหัวเชื้อรา *Rhyzopus oryzae*

1. ชั่งปลายข้าว รำหยาบ รำละเอียด และน้ำ ในอัตราส่วน 1:1:1 คนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

2 . ตักใส่ในถุงทนร้อน ในปริมาณที่พอดี (ให้หนาประมาณ1.5 นิ้ว) เพื่อให้เชื้อเจริญได้ดีที่สุด ใส่คอขวดที่ปากถุงรัดด้วยยาง ปิดคอขวดด้วยสำลีใช้กระดาษปิดเพื่อกันเปียก

3. นึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา15 นาที

4. พักให้เย็น แล้วเขี่ยเชื้อรา *Rhyzopus oryzae* ที่มีในหลอดลงไป ทำในสภาพปลอดเชื้อ

5. เก็บบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน หรือ สังเกตการเจริญที่เส้นใยของเชื้อรา

3.5.2 ขั้นการเตรียมหัวเชื้อยีสต์ NK-6

1. นำสับปะรดมาปลอกเปลือกสับให้เป็นชิ้นๆ คั้นน้ำ นำน้ำที่ได้มาปรับปริมาณน้ำตาลให้ได้ 18 ^{0}Brix

2. เทใส่ในฟลาสละ100 มิลิลิตร ปิดด้วยสำลี นึ่งฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ121 องสาเซลเซียส ที่ความดัน15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. พักให้เย็น แล้วเขี่ยเชื้อยีสต์ NK-6 ที่มีในหลอดลงไป 1 – 2 loop ทำในสภาพปลอดเชื้อ

4. เขย่าให้อากาศด้วยเครื่องเขย่าที่ 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24- 36 ชั่วโมง

3.5.3 การการผลิตสาโทจากลูกแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำข้าวเหนียวมาแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นึ่งให้สุกโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาทีนำออกมาพึ่งให้เย็น แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ทำให้สะเด็ดน้ำ และพักให้หมาดๆ มาคลุกเคล้ากับลูกแป้งในอัตราร้อยละ 0.5

2. บรรจุใส่ถังหมักปิดด้วยผ้าขาวบางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน

3. ทำการเติมน้ำในวันที่ 4 ในอัตรา น้ำ 1.5 ส่วนต่อข้าว 1 ส่วน ปิดฝาให้สนิท

4. หมักต่ออีก 7 วัน ในระยะเวลาการหมักให้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อตามผลการเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{0}Brix) ร้อยละกรดทั้งหมด พีเอช (pH) ปริมาณแอลกอฮอล์ ทุกๆ 2 วัน

5. เก็บน้ำสาโทลงในขวดปิดฝาให้สนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.5.4 การผลิตสาโทจากเชื้อราและยีสต์เอ็นไซม์ ร่วมกับแอลฟาอะไมเลส และ กลูโคอะไมเลส

1. นำข้าวเหนียวมาแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นึ่งให้สุกโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาทีนำออกมาพึ่งให้เย็น แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ทำให้สะเด็ดน้ำ และพักให้หมาดๆ มาคลุกเคล้ากับหัวเชื้อราในอัตราร้อยละ 0.5

2. บรรจุใส่ถังหมักปิดด้วยผ้าขาวบางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน

3. ทำการเติมน้ำในวันที่ 4 ในอัตรา น้ำ 1.5 ส่วนต่อข้าว 1 ส่วน

4. เติมเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส และกลูโคอะไมเลส ตามตารางที่ เติมเชื่อยีสต์ NK-6 ทีเตรียมไว้ลงไปในอัตราร้อยละ 10 ปิดฝาให้สนิท

5. หมักต่ออีก 7 วัน ในระยะเวลาการหมักให้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อตามผลการเปลี่ยนแปลงของ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{0}Brix) ร้อยละกรดทั้งหมด พีเอช (pH) ปริมาณแอลกอฮอล์ ทุกๆ 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เก็บน้ำสาโทลงในขวดปิดฝาให้สนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.5.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของสาโทที่ผลิตด้วยเชื้อบริสุทธิ์ ร่วมกับเอนไซม์ทางการนค้า โดยมีสาโทที่ผลิตจากลูกแป้งและสาโทที่ที่มีในท้องตลาดคือสาโทสยาม เป็นตัวควบคุม โดยวิธีการให้คะแนนด้วยวิธี Scoring Test โดยผู้ชิมที่มีการคุ้นเคยในการดื่มสาโท โดยมีคะแนนร่วมทั้งหมดเท่ากับ 100 คะแนนโดยอ้างอิงจากช่วงคะแนน ดังนี้

91 – 100	สาโทคุณภาพยอดเยี่ม
81 – 90	สาโทคุณภาพดีมาก
71 – 80	สาโทคุณภาพดี
61 – 70	สาโทมีคุณภาพ
ต่ำกว่า 60	สาโทด้อยคุณภาพ

โดยมีการให้คะแนน ในด้าน

สี	10	คะแนน
กลิ่น	30	คะแนน
รสชาติ	40	คะแนน
ความพึงพอใจ	20	คะแนน
คะแนนโดยรวม		

และทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดย SPSS โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในการหาความแตกต่างของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.00 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.00

ตัวอย่างที่ 2 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 3 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 4 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 5 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 6 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 7 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 8 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 9 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 10 การผลิตสาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 11 การผลิตสาโทจากลูกแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

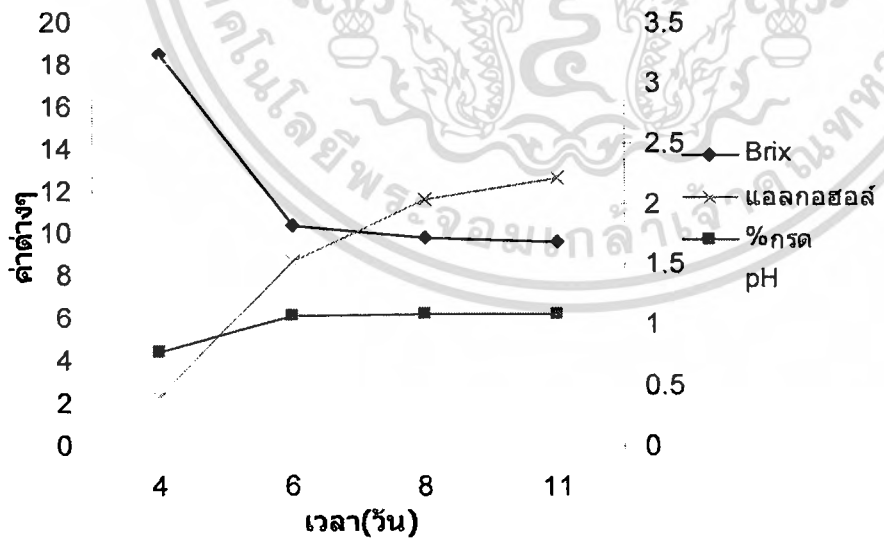
ในการทดลองทำการผลิตสาโทโดยเชื้อบริสุทธิ์ ร่วมกับเอนไซม์ทางการนค้า ได้ทำการแบ่งการติดตามผลการทดลองออกเป็น

4.1 การติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของสาโทขณะหมัก
4.2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของสาโทที่ผลิตได้
4.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

เพื่อให้ทราบปัจจัยและผลการทดลองที่มีผลมากที่สุด

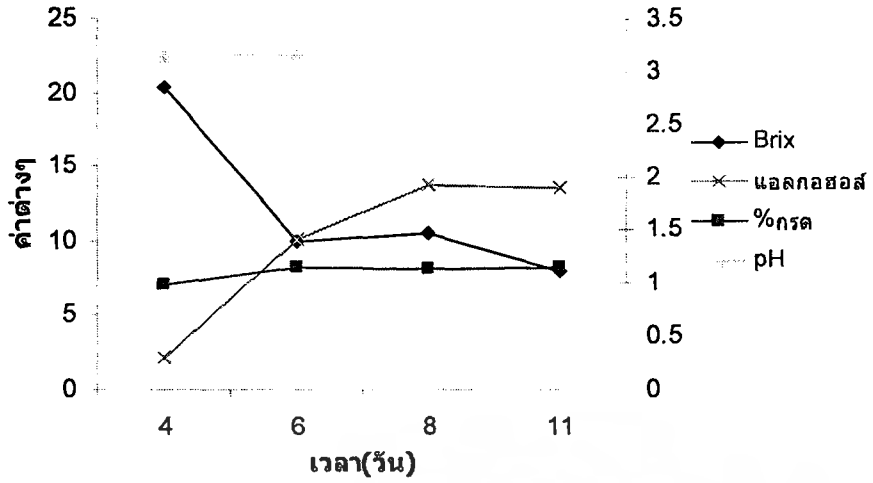
4.1 การติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของสาโทขณะหมัก

เมื่อทำการหมักสาโทตามวิธีการทดลองและติดตามผลการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมี ของสาโทในระหว่างการหมัก ของสาโทที่ผลิตโดยเชื้อบริสุทธิ์ร่วมกับเอ็นไซม์ทางการค้าในสูตรต่างๆ และสาโทที่ผลิตโดยใช้ลูกแป้งพบว่า

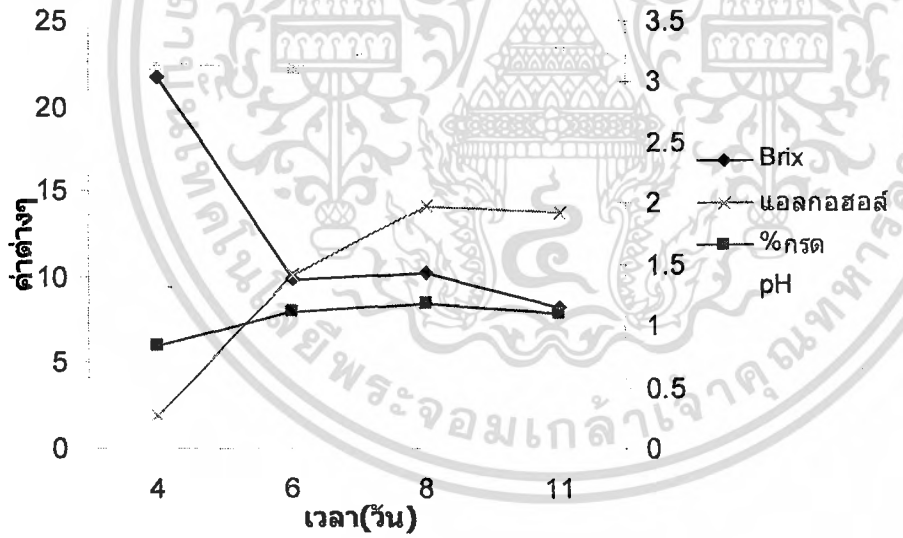


ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา (วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96896

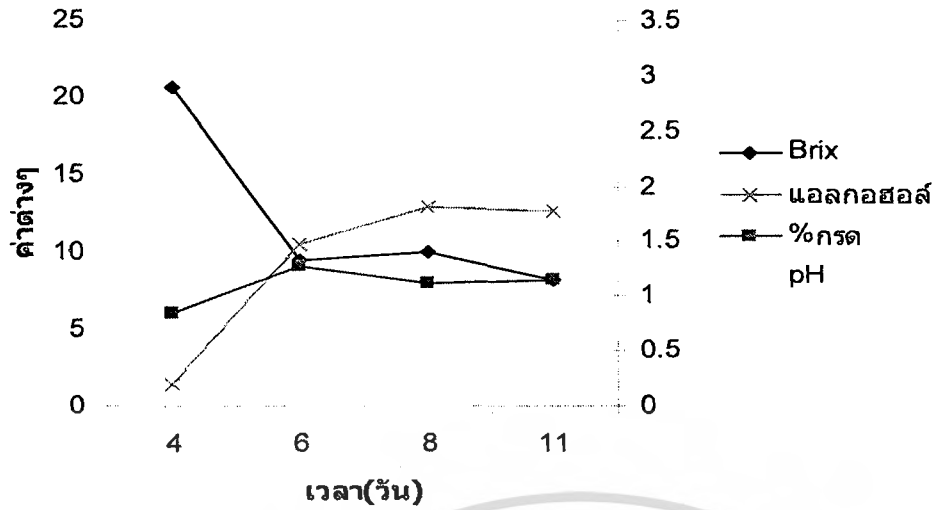


ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, % กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

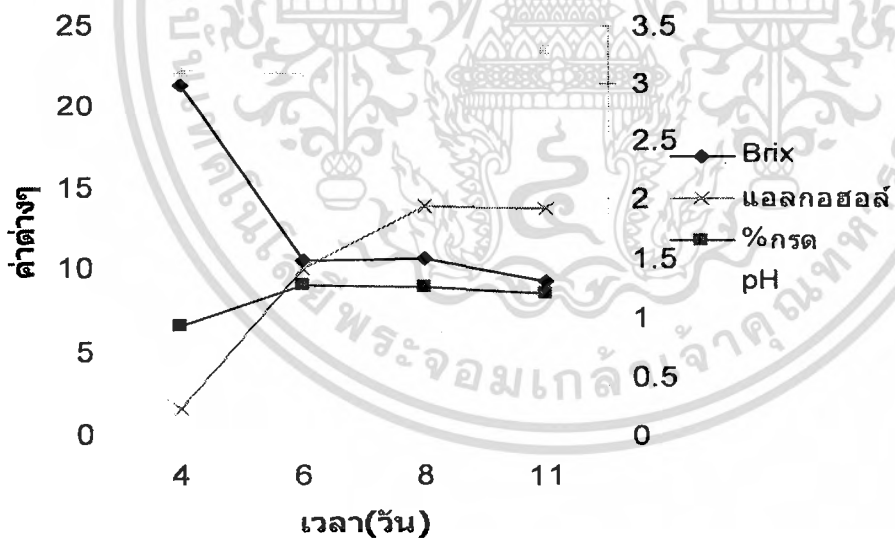


ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

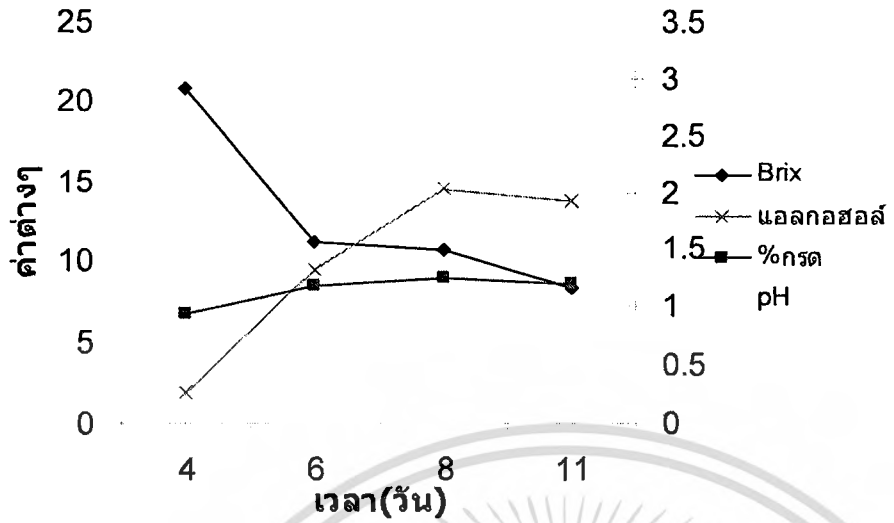


ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

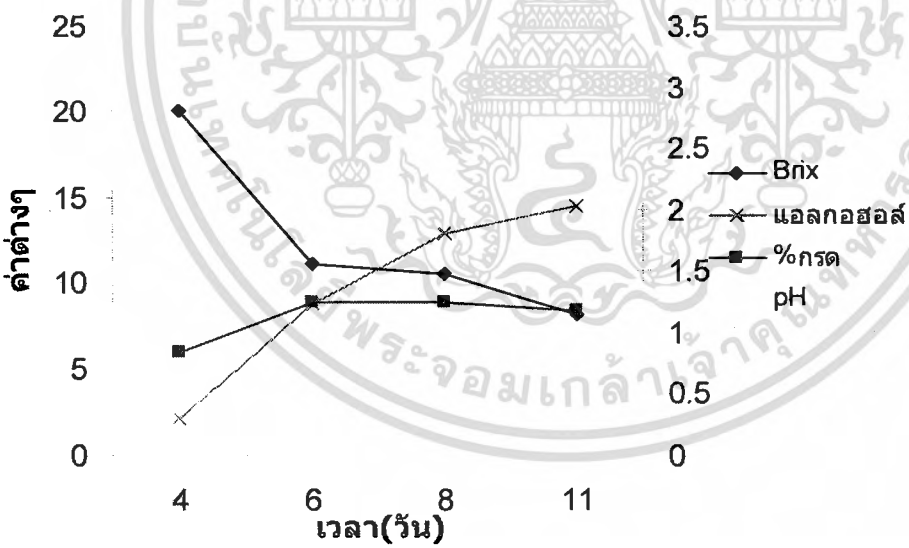


ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความ เข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



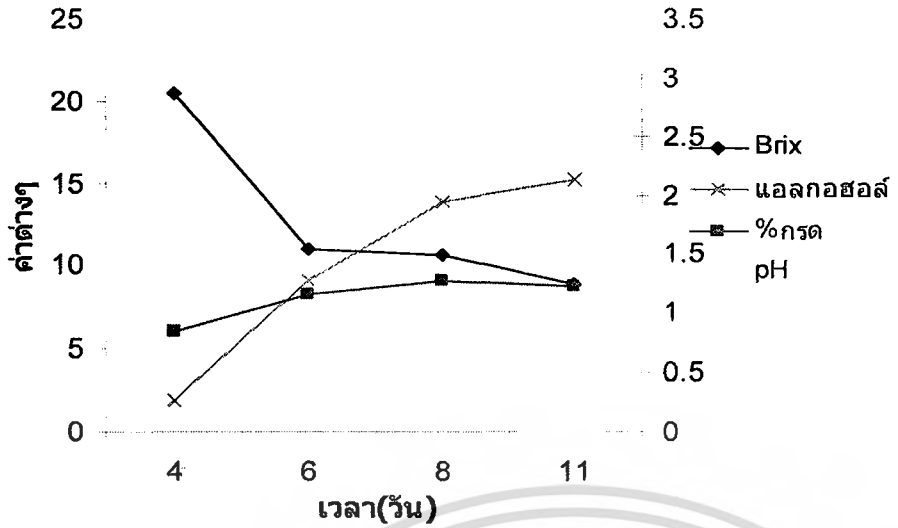
ภาพที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10



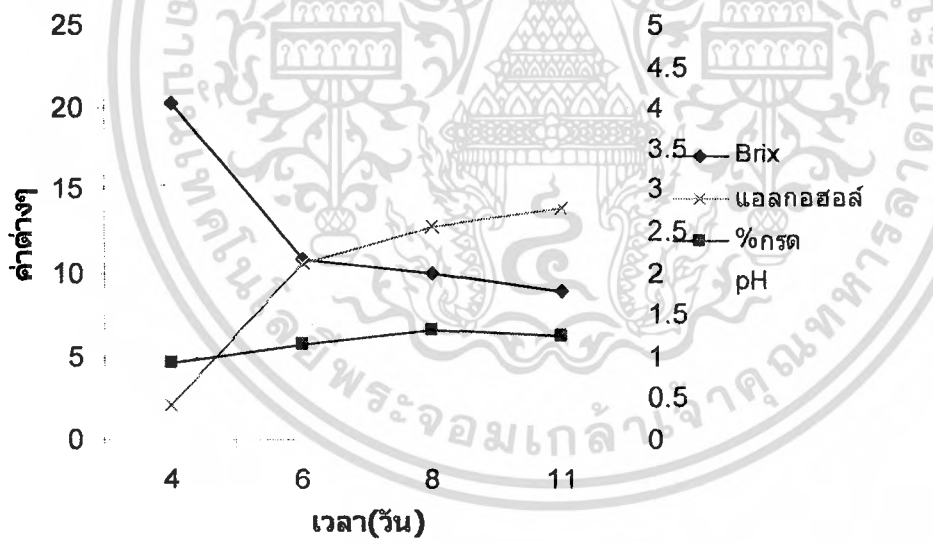
ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19742



ภาพที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

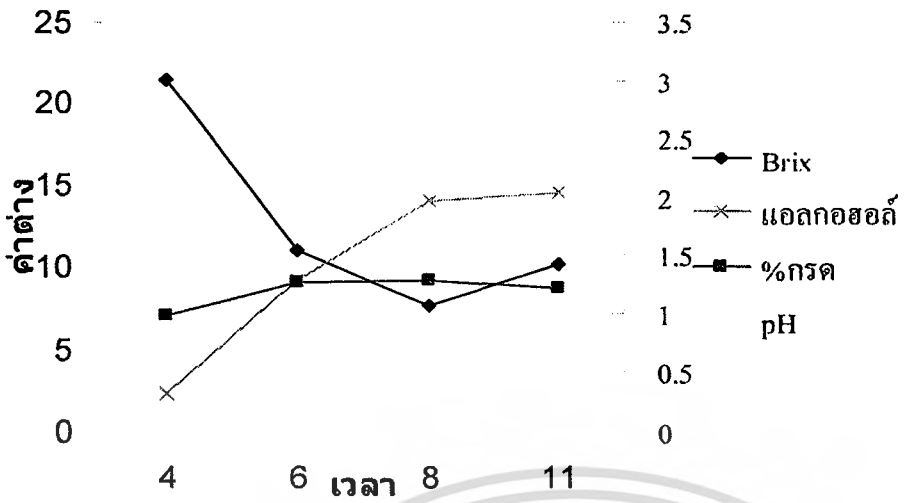


ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

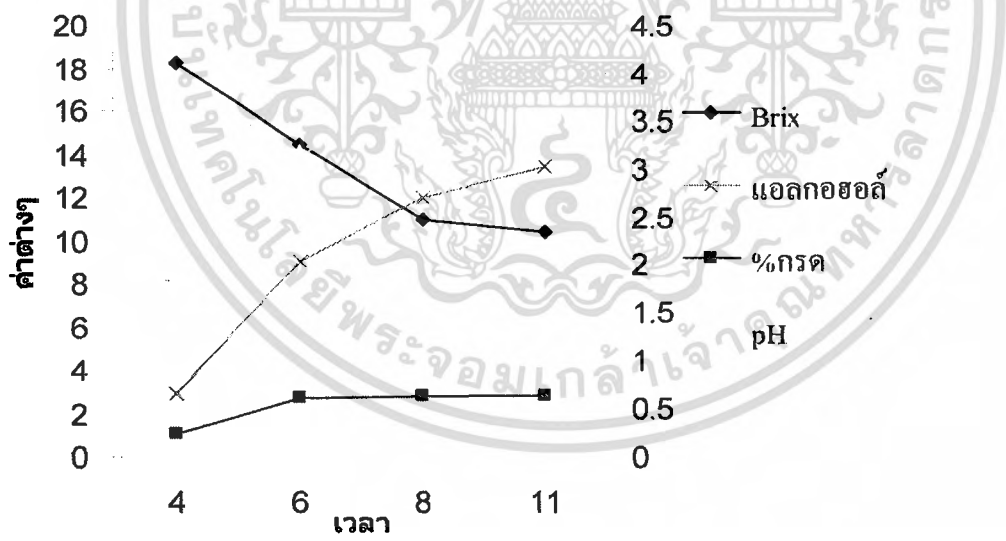
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



ภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15



ภาพที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Brix, %กรด, pH และ alcohol กับเวลา(วัน) ของสาโทที่ผลิตโดยลูกแป้ง

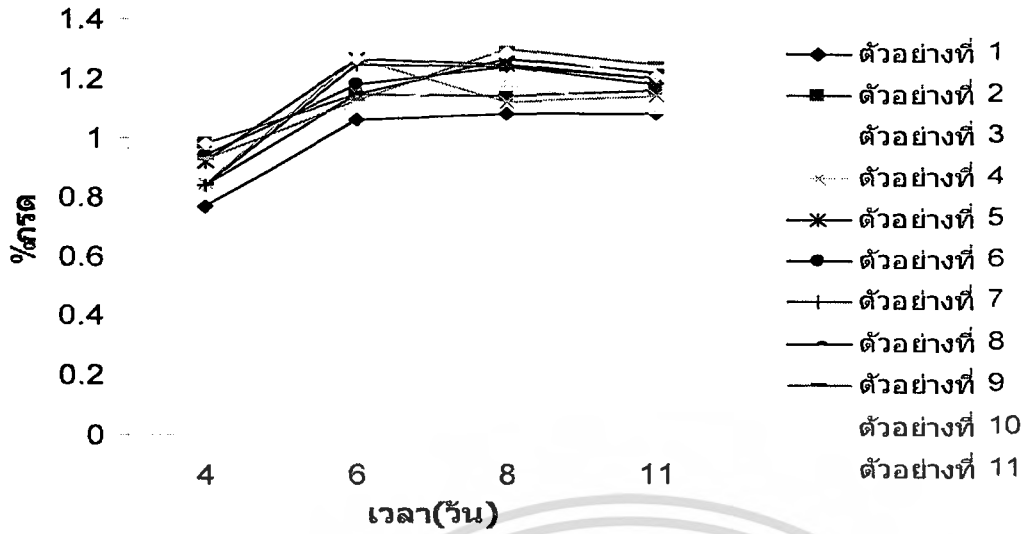
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมากในช้วงแรกแต่จะค่อยๆ คงที่ในช่วงหลังๆ ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงแรกและจะค่อยๆ เพิ่มในอัตราที่ลดลงในตอนท้ายๆ หากพิจารณาในส่วนของการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ นั้นจะพบความไม่สมเหตุสมผลในส่วนนี้ที่ดูแล้วไม่เป็นไปตามสมการ

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{YEAST}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

ในส่วนนี้เราได้ตั้งข้อสังเกตว่าแป้งหรือข้าวที่เราใช้ในการผลิตนั้น มีการย่อยที่ยังไม่หมดและเมื่อได้ทำการเติมเอนไซม์ลงไป ทำให้เอนไซม์ทำการย่อยแป้งส่วนที่เหลือนั้น ทำให้ได้น้ำตาลออกมาในตอนหลังเพิ่มอีกจากตอนที่เราได้เติมน้ำและทำการตรวจวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยเห็นจากการที่ปริมาณแอลกอฮอล์ได้เพิ่มขึ้นแต่ปริมาณน้ำตาลหรือของแข้งที่ละลายได้ทั้งหมดกลับคงที่หรือลดลงน้อยมาก ในส่วนของการตรวจหาปริมาณกรดทั้งหมด เราพบได้ชัดเจนว่าในส่วนของสาโทที่ผลิตจากเชื้อบริสุทธ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้ามีปริมาณกรดทั้งหมดที่มากกว่าสาโทจากลูกแป้งอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อดูจากเริ่มต้นจะสังเกตได้ว่าสาโทที่ผลิตจากเชื้อบริสุทธ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้ามีปริมาณกรดทั้งหมดที่มากกว่าสาโทจากลูกแป้ง ทำให้เห็นได้ว่ากรดส่วนที่มีมากกว่าสาโทลูกแป้งนั้นน่าจะมาจากการสร้างกรดของเชื้อรา *Rhizopus oryzase* ที่สร้างขึ้นมาระหว่างการเจริญ และอีกส่วนนั้นก็มาจากการส้างกรดของเชื้อแบคทีเรียที่บนเปื้อน และในส่วนของความเป็นกรดด่างก็ได้สัมพันธ์กันกับปริมาณกรดทั้งหมด เมื่อมีกรดอยู่ในสาโท ความเป็นกรดด่างยอมอยู่ในช่วงพีเอชต่ำ

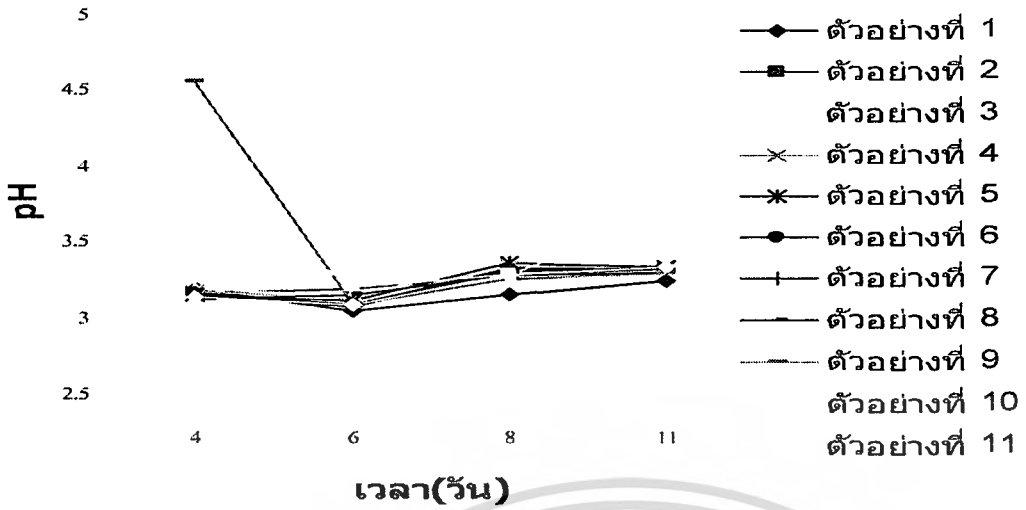
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่าง

ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างที่ผลิตจากเชื้อบริสุทธิ์ร่วมกลับเอนไซม์ทางการค้าจะมีมากตั้งแต่เริ่มต้นและค่อยๆ สูงขึ้นในช่วงแรกและจะค่อยๆ คงที่ไม่เพิ่มปริมาณมากเท่าช่วงแรก อันเนื่องมาจากการที่เชื้อราที่เป็นตัวสร้างกรดนั้นได้หยุดการเจริญไปแล้ว และในส่วนที่ผลิตด้วยลูกแป้งนั้นจะมีปริมาณกรดต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน

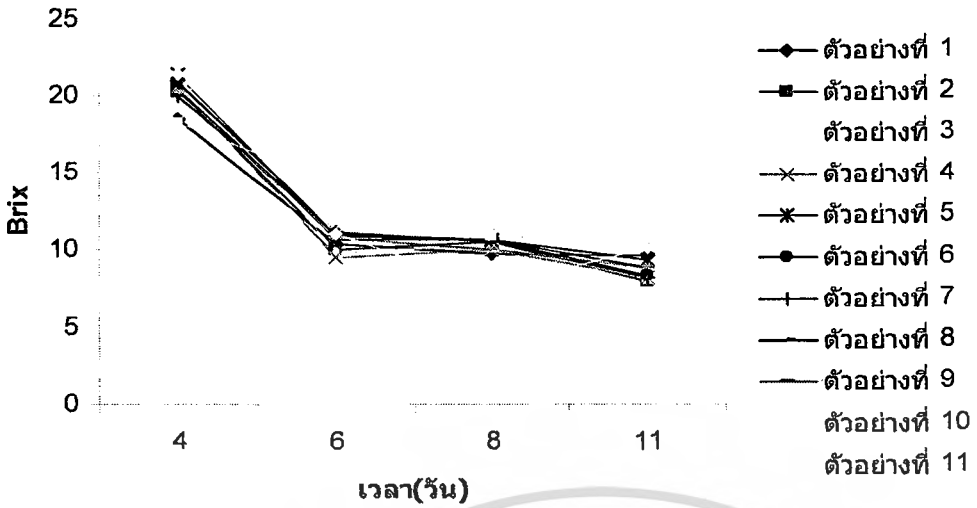
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของพีเอช pH ของตัวอย่าง

จากกราฟเห็นได้ว่าพีเอชของแต่ละตัวอย่างนั้นจะมีการเริ่มต้นที่เท่าๆ กันและมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในตัวอย่างที่ 9 และ 11 ที่เริ่มต้นที่มีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นในตัวอย่างที่ 11 นั้นเป็นผลมาจากการที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่น้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ ทำให้ความเป็นกรดน้อยกว่าในตอนเริ่มต้น ในตัวอย่างที่ 9 นั้นเป็นไปได้ที่อาจมีความผิดพลาดในการวัดเพราะหากดูจากปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณกรดนั้นมีมากกว่าตัวอย่างที่ 11

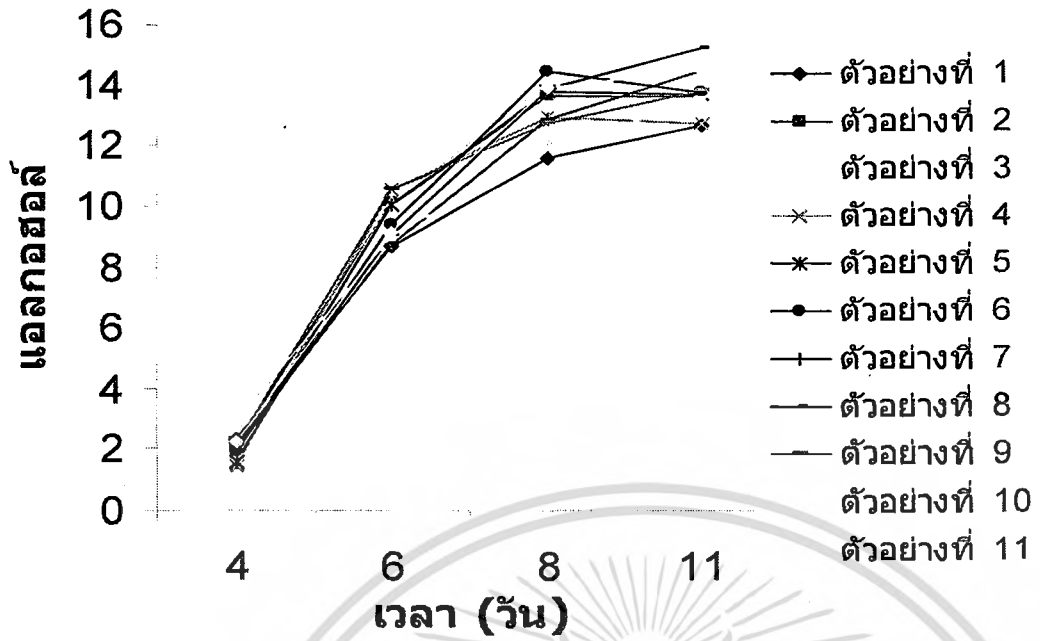
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Brix น้ำตาลของตัวอย่าง

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้นั้นเห็นได้ว่ามีการลดลงอย่างมากในช่วงแรกของการหมักซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อเจริญได้ดีมากทำให้มีกิจกรรมของเชื้อที่รวดเร็ว ทำให้การใช้น้ำตาลที่สูงการลดลงจึงค่อนข้างชัน และจะเริ่มลดลงในตอนท้ายซึ่งเชื้อจะไม่ค่อยทำกิจกรรมแล้วเพราแอลกอฮอล์ที่สูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแจ็ที่ละลายได้ทั้งหมด จะเห็นว่าตัวอย่างที่ 11 จะลดลงในละกษรธที่ไม่ชันมมากอาจเป็นเพราะนฎาตาลที่ย่อยออกมานั้นเชื้อไม่สามารถใช้ได้ทันที แต่แบบที่มีการเติมเอนไซม์ เอนไซม์จะย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคสซึ้งเชื้อสสามารถใช้ได้ทั้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของแอลกอฮอล์ของตัวอย่าง

ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆนั้นเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานของยีสต์ในทุกการทดลองจะมีละกษณะคล้ายๆ กันคือค่อยๆ เพิ่มขึ้นไป และจะเห็นตัอย่างที่ 7 และ 8 จะมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอื่นๆ และจะคล้ายกับองค์ประกอบอื่นๆ คือจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่เริ่มหมักใหม่ คือวันที่ 4 ที่เริ่มมีการเติมน้ำและยีสต์

4.2 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของสาโทที่ผลิตได้

สาโทที่ผลิตได้เมื่อนำมาทดสอบคุณภาพด้านเคมี โดยวิธีการต่างๆ ตามวิธีในบทที่ 3 และนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ได้ผลการทดลองออกมาดังตารางที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของสาโทที่ผลิตได้

ตัวอย่าง	เปอรเซ็นต์กรด	pH	°Brix	แอลกอฮอล์
1	1.08 [b]	3.22 [a]	9.60 [b]	12.68 [b]
2	1.16 [b]	3.30 [a]	8.00 [ab]	13.63 [ab]
3	1.10 [b]	3.30 [a]	8.20 [b]	13.74 [ab]
4	1.40 [ab]	3.29 [a]	8.25 [b]	12.71 [b]
5	1.20 [b]	3.31 [a]	9.33 [b]	13.74 [ab]
6	1.20 [b]	3.29 [a]	8.33 [b]	13.77 [ab]
7	1.18 [b]	3.30 [a]	8.20 [b]	14.63 [a]
8	1.22 [b]	3.27 [a]	8.83 [b]	15.22 [a]
9	1.25 [b]	3.27 [a]	8.88 [b]	13.84 [ab]
10	1.21 [b]	3.31 [a]	10.15 [a]	14.48 [a]
11	0.63 [a]	3.34 [a]	10.45 [a]	13.44 [ab]

4.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Scoring Test จากผู้ชิมจำนวน30 คนแสดงผลที่ตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบยอบรับสาโทในระดับสาโทคุณภาพดี ในทุกแบบที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ทำการผลิต และด้าน สี และ กลิ่น ก็ไม่พบความแตกต่างจากแบบที่ใช้ลูกแป้ง ด้านรสชาติและการยอบรับโดยรวมเท่านั้นที่พบความแตกต่างจากแบบที่ใช้ลูกแป้ง เป็นผลมาเนื้องจากปริมาณกรดที่มากกว่าทำให้รสชาติออกมาเปรี้ยว และรสเปรี้ยวนั้นก็เนื่องมาจาก การสร้างกรดของรา และเมื่อรวมคะแนนทั้งหมดพบว่าสาโทที่ได้จัดอยู่ในระดับสาโทคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสาโทที่ผลิตได้

ตัวอย่างที่	สี	กลิ่น	รส	ความพึงพอใจ	รวม
1	8.20 [a]	25.17 [a]	26.30 [b]	13.27 [b]	72.30 [b]
2	8.03 [b]	25.40 [a]	26.00 [b]	12.70 [b]	74.33 [b]
3	8.17 [a]	25.50 [a]	27.00 [b]	13.03 [b]	72.33 [b]
4	8.27 [a]	25.23 [a]	26.03 [b]	13.07 [b]	72.60 [b]
5	8.20 [a]	25.50 [a]	27.00 [b]	12.67 [b]	74.33 [b]
6	8.47 [a]	25.80. [a]	26.30 [b]	13.57 [b]	73.87 [b]
7	7.80 [b]	24.67 [a]	26.20 [b]	12.80 [b]	71.63 [b]
8	8.27 [a]	24.87 [a]	26.53 [b]	12.87 [b]	72.90 [b]
9	8.33 [a]	25.20 [a]	25.93 [b]	12.83 [b]	72.27 [b]
10	8.40 [a]	25.67 [a]	27.90 [b]	13.43 [b]	75.50 [b]
11	8.53 [a]	25.20 [a]	35.50 [a]	17.67 [a]	85.53 [a]
12	8.63 [a]	26.10 [a]	34.63 [a]	16.97 [a]	86.20 [a]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.00 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.00

ตัวอย่างที่ 2 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 3 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 4 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.05 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 5 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 6 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 7 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.10 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 8 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.05

ตัวอย่างที่ 9 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.10

ตัวอย่างที่ 10 สาโทจากเชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ Saccharomycis ceveviciae NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสร้อยละ 0.15 และกลูโคอะไมเลส เท่ากับร้อยละ 0.15

ตัวอย่างที่ 11 สาโทจากลูกแป้ง

ตัวอย่างที่12 สาโทในท้องตลาด สาโทสยาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การผลิตสาโทโดยเชื้อบริสุทธิ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้า เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสาโทที่ผลิตได้เทียบกับสาโทที่ผลิตจากลูกแป้ง โดยการติดตามลักษณะคุณภาพทางองค์ประกอบของสาโท ที่ผลิตได้ จากแบบการใช้เชื้อบริสุทธิ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้าในการผลิต เทียบกับแบบที่ผลิตได้จากลูกแป้ง พบความแตกต่างในด้านปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทุกสูตรการทดลองเมื่อเทียบกับสูตรลูกแป้ง ปริมาณแอลกอฮอล์พบความแตกต่างในสูตรการทดลองที่ 7, 8 และ 10 ความเป็นกรดด่าง pH ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ผลการรทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนแบบ Scoring Test ให้ผลการประเมินสาโทที่ผลิตจากเชื้อบริสุทธิ์ร่วมกับเอนไซม์ทุกสูตรการทดลองเป็นสาโท คุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยพบความแตกต่างในด้านรสชาติและการยอมรับของผู้บริโภคเท่านั้น ในด้าน สี และกลิ่นไม่พบตวามแตกต่างอย่างมีนัยสัมคัญ โดยพบว่าสูตรการทดลองที่ 7 ที่ใช้เชื้อรา *Rhizopus oryzae* และเชื้อยีสต์ NK-6 ร่วมกับเอนไซม์แอลฟ่าอไมเลสร้อยละ 0.10 และเอนไซม์กลูโคอะไมเลสร้อยละ 0.15 ในการผลิตสาโท มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกาผลิตสาโทมากที่สุด โดยสูตรดังกล่าวมีคุณภาพด้านปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดที่ดี และไม่แตกต่างจากสูตรที่ 8 และ 10 แต่สูตรที่ 7 เป็นสูตรที่ใช้เอนไซม์ที่น้อยกว่าทั้งสองสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการผลิตสาโทโดยเชื้อบริสุทธ์ร่วมกับเอนไซม์ทางการค้าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพสาโทให้มีคุณภาพยิ่งๆ ขึ้นไป ซึ่งหากมีการศึกษาการลดความเปรี้ยวลดลง โดยการลดเวลาการเลี้ยงเชื้อรา เพื่อที่จะลดความเปรี้ยวลง หรือการศึกษาการใช้เชื้อราตัวอื่นๆ ที่มีการสร้างเอนไซม์ที่ใชในการย่อยแป้งที่ดีที่ไม่มีการสร้างกรด หรือใช้แนวทางในการเติมข้าวในเวลาหมัก และหากมีการศึกษาเวลาในการหมักที่น้อยลงเพื่อให้ลดความเปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2544. เอนไซม์ทางอาหาร. เอกสารประกอบการสอนวิชาเอนไซม์ทางอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เทพนิตร มะลิพวง และ นคโรจน์. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลสโดยเชื้อBacillus subtilis(TESTR25) โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากขนุน. ภาควิชาชีวะวิทยาประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปราบสยบ ภูมิพานิชย์ และคณะ. การผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากแป้งมันสำปะหลังโดยเชื้อ *Aspergillus oryzae* (TESTR3068) .ภาควิชาชีวะวิทยาประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ต่อศักดิ์ สิงห์ศักดิ์ภักดี และ กิตติภัฏ นามประสพ.ผลของสมุนไพรในลูกแป้งเหล้าและการเติมสมุนไพรในระหว่างการหมักต่อคุณภาพของสาโท.ภาพวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บุญเทียม พันธุ์เพ็ง. 2546. บทปฏิบัติการวิเคราะห์ไวน์ผลไม้และสุราแช่พื้นบ้าน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการทำไวน์ผลไม้และสุราแช่พื้นบ้าน ของ สสว. 2546 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2545. คู่มือปฏิบัติการวิชาวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หมัก.สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

http:// มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สาโท ออนไลด์. เข้าถึงได้จาก www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tep3_46.pdf.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2524. การศึกษาการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างโดยใช้ลูกแป้งและเชื้อบริสุทธิ์ของราบางสายพันธุ์และ *Saccharomyces cerevisiae* (Y-90) วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. ทฤษฎีการชิมในอุตสาหกรรมอาหาร. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3. : 44

อัมมาร สยามวาลา และวิโรจน์ ณ ระนอง. คุณภาพข้าว.2533 ประมวลความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาแห่งประเทศไทย. : 178-179.

Fergus, C.L.1996. The production of amylase by some thermophilic fungi. Mycologia.. 61 : 1171-1175

Juliano, B.C. 1966. Physiochemical properties of rice in Southeast Asia. Cereal Chemistry. : 41.

Oso, B.A. 1990. The production of Amylase by Thermophilic fungi.. Mycologia. 70 : 577-585.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. ชนิดของแบบทดสอบ แบบทกสอบทางประสาทสัมผัสในการประเมินคุณภาพสาโททำได้ 4 วิธี ดังนี้

1. Difference Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมตัดสินว่าสาที่เขากำลังชิมมีความแตกต่างหรือเหมือนกับสาโทที่ใช้เป็นตัวควบคุมหรือไม่

2. Ranking Tests แบบนี้ให้ผู้ชิมเรียงลำดับสาโท อาจเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ความหวาน ความเป็นกรด เป็นต้น

3. Scoring Tests แบบนี้เป็นวิธีให้ผู้ชิมให้คะแนนไวน์โดยการเปรียบเทียบกัน มีค่าแสดงระดับคะแนนที่ตั้งเป็นมาตรฐานจากสาโทที่มีคุณภาพดีเด่นไว้เป็นตัวเลขแสดงระดับคะแนนในการประเมินผล เป็นการทดสอบหาความชอบโดยรวมจากค่าแสดงระดับที่ได้ของตัวอย่างสาโทตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้

5 ประเภทผู้ชิม

ประเภทผู้ชิม แบ่งเป็น

1. ผู้ชิมอาชีพ หมายถึงผู้ที่มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมเป็นอย่างดี ต้องเป็นผู้มีความรู้เรื่องสาโท การผลิตสาโท และคุณภาพของสาโทในภูมิภาคต่าง ๆ รู้วิธีการให้คะแนนหรือเคยมีประสบการณ์ในการตัดสินให้คะแนนสาโทเมื่อมีการประกวดสาโทระดับท้องถิ่น หรือระดับประเทศมาแล้ว
2. ผู้ชิมที่รับการฝึก หมายถึง ผู้ที่ได้รับการฝึกให้มีความคุ้นเคยกับอาหารที่จะชิมและต้องทราบถึงคุณภาพหรือลักษณะที่ดีของอาหารนั้นว่ามีอะไรเป็นองค์ประกอบ ผู้ชิมกลุ่มนี้จะต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานของอาหารที่จะชิมและผ่านการฝึกแบะประเมินอาหารชนิดนั้นที่ได้มาตรฐานมาก่อน
3. ผู้ชิม หมายถึง ผู้ชิมทั่วไปที่ไม่เข้าข่าย ข้อ 1 และ ข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 จำนวนตัวอย่างสาโท

ตัวอย่างสาโท ถ้าเป็นผู้ชิมอาชีพ สามารถประเมินได้นับ 100 ตัวอย่าง และชิมได้ 3 หรือ 4 ซ้ำ ในการชิมครั้งหนึ่งๆ ถ้าเป็นผู้ชิมทั่วไปและใช้หลักการชิมในวิธี Scoring Tests การชิมในแต่ละครั้งควรมีสาโทตัวอย่างไม่เกิน 5-6 ตัวอย่าง

ทฤษฎีของจำนวนตัวอย่างอาหารในการชิม (หน้า 44 หนังสือทฤษฎีอาหารเล่ม 3 ศิริลักษณ์ สินธวาลัย) กล่าวว่าในการประเมินผลครั้งหนึ่ง ๆ จะต้องจำกัดจำนวนตัวอย่าง แต่ไม่ข้อกำหนดที่จะระบุจำนวนตัวอย่างไว้เท่าใด ทั้งนี้ขึ้นกับ

1. ลักษณะของอาหาร อาหารที่มีรสจืดชิมได้มากกว่าอาหารที่มีรสจัด
2. วิธีการคะแนน ถ้าเป็นการให้คะแนนสีหรือเนื้อสัมผัสของอาหาร จะทำได้มากกว่าการให้คะแนนด้านรสชาติ แบบคะแนนที่สั้นข้าใจง่าย ทำได้มากกว่าแบบประเมินที่ยุ่งยาก
3. ประสบการณ์ของผู้ชิม ต้องมาจากความเต็มใจชิม มีสุขภาพดี สามารถปลีกเวลามาชิมได้ทุกครั้ง มีความสามารถรู้ได้ถึงเหตุแห่งความรู้สึกในรสชาตินั้น มีความสามารถที่จะตัดสินใจได้คงที่และเชื่อถือได้

4. จำนวนผู้ชิม

จำนวนผู้ชิมขึ้นกับประเภทของผู้ชิม

1. ผู้ชิมอาชีพใช้ 4 คน
2. ผู้ชิมที่ได้รับการฝึกใช้ 8-10 คน
3. ผู้ชิมทั่วไปไม่กำหนดไว้ หากยิ่งมาก จะยิ่งมีผลลดความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

5. ปริมาณสาโทที่ชิม

ปริมาณสาโทที่ชิม 15-20 มิลลิลิตร หรือสามารถจิบได้ 3 จิบ

6. บรรยากาศของการชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศของการชิม ห้องปรับอากาศไม่มีกลิ่น เสียงแปลกปลอมรบกวนสมาธิผู้ชิม จะสร้างเป็นคูหาติดกัน ผู้ชิมนั่งคูหาละ 1 คน มีช่องเจาะด้านหน้าสำหรับเลื่อนแก้วสาโทเข้าออก มีกระโถนหรือภาชนะสำหรับบ้วนปากหรือเทสาโทที่เหลือทิ้ง มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ มีดินสอกระดาษให้คะแนน รวมทั้งกับแกล้มเล็ก ๆ น้อย ๆ สำหรับซับน้ำลายและลบรสชาติที่เหลือค้างในปาก มีน้ำดื่มอุณหภูมิห้อง 1 แก้ว เพื่อล้างปาก ไม่ควรใช้น้ำเย็นเพราะน้ำเย็นจะทำให้ประสาทรับรสเฉื่อยลง

7. เวลาที่เหมาะในการชิม

เวลาที่เหมาะในการชิมสาโท มี 2 ช่วง มีความเหมาะสมเนื่องจากผู้ชิมจะเริ่มหิว ประสาทในการับรู้ตอบสนองได้เต็มที่

ช่วงเช้า ระหว่าง 10.00 – 12.00 น.

ช่วงบ่าย ระหว่าง 16.00 -18.00 น.

8. ลำดับการชิม

ลำดับการชิม ชิมสาโทรสอ่อนก่อนสาโทรสแรง สาโทไม่หวานก่อนสาโทหวาน และเสิร์ฟเย็น 15 องศาเซลเซียส

9. การประเมิน

แบบการให้คะแนนในการชิมสาโท และคำอธิบายวิธีให้คะแนนในการชิมสาโทที่ใช้ในปัญหาพิเศษ ดัดแปลงมาจากเอกสารประกอบการสอน อ.บุญเทียม พันุ์เพ็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบทดสอบ

แบบให้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสในการชิมสาโท

(Sato Tasting Score Card)

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

รหัสสาโท	สี (10 คะแนน)	กลิ่น (30 คะแนน)	รส (40 คะแนน)	ความประทับใจ (20 คะแนน)	รวมคะแนน (100 คะแนน)	วิจารย์หรือเสนอแนะ

91 – 100 สาโทคุณภาพยอดเยี่ม

81 – 90 สาโทคุณภาพดีมาก

71 – 80 สาโทคุณภาพดี

61 – 70 สาโทมีคุณภาพ

ต่ำกว่า 60 สาโทด้อยคุณภาพ

(กรุณาอ่านคำแนะนำในการชิมด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
สารอาหาร สารเคมี และวิธีวิเคราะห์

ข. 1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ข. 1.1 Potato dextrose agar (PDA)

ส่วนประกอบ Potato dextrose agar (PDA)

มันฝรั่ง	200 กรัม
dextrose	20 กรัม
วุ้น (agar)	15 กรัม

วิธีเตรียม

ปลอกเปลือกมันฝรั่ง หันเป็นลูกเต๋าขนาดประมาณ 1 ซม. ต้มในน้ำกลั่น 500 มิลลิตร จนเดือดนาน 15 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง นำส่วนที่กรองได้เติม dextrose คนให้ละลาย เติมAgar วุ้น เติมน้ำกลั่นอีก 500 มิลลิตร นำไปต้มต่อจนละลาย (ต้องคนจนละลายไปเรื่อยๆ จนกว่าวุ้นจะละลายหมดเพื่อไม่ให้วุ้นจับตัวจนเป็นก้อน) ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 1000 มิลลิตรใส่ในขวดปิดฝาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 บรรยายกาศ

ข. 2 การเตรียมสารเคมี

ข. 2.1 NaOH 0.1 N

สารเคมี

1. Sodium hydroxide 0.1 N (0.1 N NaOH)
2. Potassium phthalate ($KHC_8H_4O_4$)
3. Ethanol
4. Phenolphthalein

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเตรียม

1. สารละลาย NaOH 0.1 N ชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลิลิตร คนให้ละลาย จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลิลิตร จากนั้นทำ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน Potassium phthalate ($KHC_8H_4O_4$)
2. สารละลาย Phenolphthalein 1% ละลาย Phenolphthalein 1 กรัม ใน ethanol 95 % 100 มิลิลิตร

วิธีทำ Standardize สารละลาย NaOH ทำโดย

1. ละลาย $KHC_8H_4O_4$ ที่ผ่านการอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน desiccator ชั่งปริมาณ 0.6000 – 0.7000 กรัม ในน้ำกลั่น 50 – 70 มิลิลิตร ในขวดรูปชมพู่
2. หยดสารละลาย Phenolphthalein 1 % (ใน 95 % ethanol) ในสารละลาย $KHC_8H_4O_4$ จำนวน 2 หยด
3. นำไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่บรรจุอยู่ในบิวเรต จนกระทั่งสารละลายทำปฏิกิริยาเปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีชมพู่อ่อนที่คงตัว โดยทำการไตเตรต 3 ครั้ง บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้

$$\text{Normality ของ NaOH} = \frac{\text{จำนวนกรัม } KHC_8H_4O \times 1000}{\text{มิลิลิตรของ NaOH} \times 204.229}$$

ข. 2.2 สารละลาย Potassium dichromate

สารเคมี

1. Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)
2. Sulfuric acid (cone. H_2SO_4)

วิธีเตรียม

1. เติมกรด Sulfuric acid (cone. H_2SO_4) 325 มิลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 400 มิลิลิตร ในบิกเกอร์ขนาด 1 ลิตร อย่างช้าๆ คนเบาๆ ทำให้เย็นลงโดย แช่ในอ่างบิกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เติม Sulfuric acid (cone. H_2SO_4) 33.7680 กรัม (primary standard) คนให้ละลาย ถ่ายใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตรค่อยๆเติมน้ำกลั่นให้ถึงขีด ทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำเย็น จากนั้นปรับปริมาตรให้ถึงขีด ด้วยน้ำกลั่น

ข. 2.3 สารละลาย Ammonium ferrous sulfate

สารเคมี

1. Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$)
2. Sulfuric acid (cone. H_2SO_4)

วิธีเตรียม

1. ละลาย Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$) 135.5 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลิลิตรในบิกเกอร์ ขนาด 1 ลิตร
2. เติม Sulfuric acid (cone. H_2SO_4) 30 มิลิลิตร คนให้เข้ากันถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมมาตรให้ถึงขีดด้วยน้ำกลั่น

ข. 2.4 สารละลาย 1,10-Phenanthroline

สารเคมี

1. Ferrous sulfate (Fe SO_4 $7H_2O$)
2. 0-Phenanthroline H_2O

วิธีเตรียม

1. ละลาย Ferrous sulfate (Fe SO_4 $7H_2O$) 0.695 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลิลิตร
2. เติม 0-Phenanthroline H_2O 1.485 กรัม คนให้ละลายปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร

ข. 3 การวิเคราะห์

ข. 3.1 การหาปริมาณของแข็งทที่ละลายได้ทั้งหมด

1. ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายตัวอย่างหยดลงบนปริซึมของเครื่อง Hand refractometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่อยๆ ปิดแผ่นใสให้แสงผ่านสารละลายตัวอย่างต้องกระจายทั่วผิวปริซึม ไม่ให้มีฟองอากาศ
3. ดูสเกลในเครื่องผ่านช่องมองของเครื่อง อ่านค่า 0Brix ที่สเกลตรงรอยต่อระหว่างสีขาวและสีฟ้า
4. ล้างเครื่องด้วยน้ำกลั่นและเช็ดด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง

ข. 3.2 การวัดความเป็นกรดด่าง พีเอช (pH)

1. รินสารละลายตัวอย่างสาโทลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลิลิตร
2. ฉีดน้ำกลั่นล้างกระเปาะแท่งพีเอชอิเล็กโทรด เช็ดให้แห้งจุ่มแท่งพีเอชอิเล็คโทรดลงในตัวอย่างสาโทที่ต้องการวัด
3. รอให้ตัวเลขบนหน้าปัด รอให้คงที่ประมาณ 5 วินาที อ่านค่าพีเอชที่ได้
4. นำแท่งวัดพีเอชออกจากสารละลายสาโทตัวอย่าง ฉีดน้ำกลั่นล้างกระเปาะแท่งพีเอชอิเล็คโทรดแล้ววัดตัวอย่างตัวไป
5. เมื่อทำการวัดตัวอย่างเสร็จ ให้ล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นและเก็บแท่งพีเอชอิเล็คโทรดไว้แช่ในสารละลายโพแทสเวียมคลอไรด์(KCl)

ข. 3.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

1. ตวงน้ำกลั่น 75 มิลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลิลิตร เติมสารละลาย phenolpthalein 2 – 3 หยด
2. ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาณของสารละลาย NaOH ที่ใช้ ซึ่งเป็นค่า Blank
3. ปีเปตตัวอย่างสาโท 5 มิลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลิลิตร เติมน้ำกลั่น 75 มิลิลิตร หยดสารละลาย Phenolpthalein 2 – 3 หยด
4. ไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH มาตรฐาน จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาณของสารละลาย NaOH ที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง
5. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{(V)\,(N)\,(\text{eq. Wt.})\,(100)}{(1000)\,(V)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH

N = Normality ของ สารละลายมาตรฐาน NaOH

v = ปริมาตรของสารละลายสาโทตัวอย่าง (5 มิลิลิตร)

eq. Wt. = น้ำหนักสมบูลย์ของกรดเป็นกรัม (lactic = 90)

หมายเหตุ = น้ำกลั่นที่ใช้ควรต้มไล่ CO_2 ออกก่อนและทิ้งให้เย็น

ข. 3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์

1. การกลั่นตัวอย่างโดยใช้ micro kjeldahl apparatus

ต้มน้ำใน steam generator ให้เดือดเปิดน้ำเย็นไหลผ่าน condenser ปิเปตสารละลาย Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) 25 มิลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วนำไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้จากปลาย condenser โดยให้ปลาย condenser จุ่มอยู่ในสารละลาย Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$)

ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลิลิตร เช็ดตัวอย่างที่เปื้อนอยู่ด้านนอกปิเปตให้แห้ง ถ่ายตัวอย่างลงในหลอดกลั่นตัวอย่าง ใช้กระบอกกลั่นฉีดล้างด้านในของปิเปตให้ไหลลงในหลอดกลั่นตัวอย่างจนแน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างตกค้างปิเปต

นำหลอดกลั่นต่อเข้ากับเครื่องกลั่น แล้วเปิดเครื่องให้ไอน้ำไหลเข้าในหลอดกลั่นตัวอย่าง กลั่นตัวอย่างจนกระทั่งปริมาตรของสารละลายในขวดรูปชมพู่ที่ใช้รองรับเพิ่มขึ้นเป็น 40 มิลิลิตร หยุดการกลั่นและใช้กระบอกน้ำกลั่นฉีดล้างปลาย condenser ให้สารละลายที่ติดค้างอยู่ไหลรวมกันในขวดรูปชมพู่ ปิดจุกแล้วนำขวดรูปชมพู่ดังกล่าวไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 60 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 20 – 30 นาที เพื่อให้ทำปฏิกิริยา oxidation สมบูรณ์

2. การไตเตรต

นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ที่ได้จากขั้นตอนในข้อ 1 มาไตรเตรตกับสารละลาย Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$) จนไดสารละลายสีเขียวขี้ม้า จากนั้นเติม 0.5 มิลิลิตร แล้วไตรเตรตต่อไป จนไดสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง ซึ่งเป็นจุดยุติบันทึกปริมาณของสารละลาย Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$) ที่ใช้ (A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไตรเตรต blank โดยใช้สารละลาย Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) 25 มิลิลิตร โดยนำมาไตรเตรตตรงกับสารละลาย Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$)และบันทึกปริมาตร Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$) ที่ใช้ (B)

คำนวณหาปริมาณ เอธิลแอลกอฮอล์ ดังนี้

ปริมาณ เอธิลแอลกอฮอล์ (%น้ำหนัก / ปริมาตร) = 25 – [(25)(A/B)]

หมายเหตุ : สารละลาย Ammonium ferrous sulfate (Fe $(NH_4)_2$ $6H_2O$) สามารถถูก oxidize อย่างช้าๆ โดยอากาศ ดังนั้นจึงควรหาค่า blank ทุกวันที่ทำการวิเคราะห์ และไม่ควรใช้สารละลาย ที่ปล่อยทิ้งไว้ในบิวเรตนานเกิน 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
สาโท

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ไม่ครอบคลุมถึงสุราแช่ชนิดเบียร์ และสุราแช่อื่นที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขึ้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 สาโท หมายถึง สุราแช่ชนิดหนึ่งที่ทำจากการนำข้าวมาผ่านกรรมวิธีการผลิตสาโท แล้วมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร

2.2 สุราแช่ หมายถึง สุราที่ไม่ได้กลั่น และให้หมายรวมถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้ว แต่มีแรงแอลกอฮอล์มีเกิน15 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร

2.3 กรรมวิธีการผลิตสาโท หมายถึง การหมักข้าวต่าง ๆ ด้วยเชื้อราและยีสต์ หรือลูกแป้งเพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นแอลกอฮอล์ซึ่งหมักไว้ระยะหนึ่งจากนั้นเติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่เหมาะสม และอาจเติมน้ำตาลทรายขาวให้เหมาะสมกับการหมักสาโท หมักต่ออีกระยะหนึ่ง เพื่อให้ได้แรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ

2.4 ลูกแป้ง หมายถึง เชื้อสุรา แป้งสุรา แป้งข้าวหมัก หรือเชื้อใด ๆ เมื่อนำมาหมักกับวัตถุหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุรา ลูกแป้งอาจผสมสมุนไพรหรือเครื่องเทศด้วยหรือไม่ก็ได้

2.5 รา หมายถึง จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการหมักสาโท มีหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ยีสต์ หมายถึง จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการหมัก มีหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 คุณลักษณะทางเคมี

3.1.1 แรงแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน15 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร และมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไว้ที่ฉลากได้ไม่เกิน ±1 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร

3.1.2 เมทิลแอลกอฮอล์ ต้องไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.4 กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.5 กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.6 ทองแดง ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.7 เหล็ก ต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.8 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.9 สารหนู ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.10 เฟอร์โรไซยาไนด์ ต้องไม่พบ

3.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

3.2.1 ความใส/ขุ่น

ให้เป็นไปตามลักษณะการผลิตเฉพาะของสาโทที่ผลิตได้

3.2.2 สี

มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

3.2.3 กลิ่น

มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

3.2.4 รสชาติ

กลมกล่อมตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ

3.2.5 คุณภาพโดยรวมของสาโท

มีความใส/ขุ่น สี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตรวจสอบวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.2 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และไม่มีลักษณะใดได้น้อยกว่าร้อยละ 30 ของคะแนนเต็มจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.3 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

3.4 ความเสถียร

ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมักซ้ำ

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำสาโท ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ค.1

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุสาโทในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และไม่ทำปฏิกิริยากับสาโทที่บรรจุอยู่

5.2 ขนาดบรรจุของสาโทในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุสาโททุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น สาโทข้าวเหนียว

(2) แรงแอลกอฮอล์ เป็นดีกรี หรือ ร้อยละโดยปริมาตร

(3) ขนาดบรรจุ

(4) ส่วนประกอบหลัก หรือวัตถุดิบที่ใช้ทำ

(5) คำเตือนตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนด เช่น การดื่มสุราทำให้ความสามารถในการขับขี่ยานพาหนะลดลง

(6) วัน เดือน ปีที่บรรจุ

(7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จะทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น ยกเว้นข้อ (5) ต้องเป็นภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สาโทที่ทำจากวัตถุดิบและกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือซื้อขายหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางเคมี สิ่งแปลกปลอม ความเสถียร การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วย ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 3.3 ข้อ 3.4 ข้อ 5. และ ข้อ 6. จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.2 จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างสาโทต้องเป็นไปตามข้อ 7.1.1 และข้อ 7.1.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบคุณลักษณะทางเคมี และขนาดบรรจุ ให้ปฏิบัติตามวิธีวิเคราะห์ที่หน่วยตรวจสอบใช้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ

8.2 การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

8.2.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ 10 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.2.2 คุณสมบัติของคณะผู้ตรวจสอบ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค.2

8.2.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ความเสถียร ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. 1

สุขลักษณะ

(ข้อ 4.1)

1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้สาโทที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่ายโดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.1.2 ควรอยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

1.1.3 ไม่ควรอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ควรก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 ควรแยกบริเวณผลิตสาโทออกเป็นสัดส่วน ไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่ควรมีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติ ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับสาโท ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับสาโท ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้สะอาด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3. การควบคุมกระบวนการผลิต

2.3 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตสาโท สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

2.4 น้ำที่ใช้ในการผลิต สะอาด มีคุณภาพดี ให้ผ่านการต้มหรือกรองก่อนนำมาใช้ในการผลิตสาโท

2.5 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งสาโท มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของสาโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือผู้ประกอบสาโท ควรเป็นน้ำสะอาด และมีปริมาณเพียงพอ

4.1 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

4.2 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่สาโท

4.3 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตสาโท เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่สาโทได้

5. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำสาโททุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด ควรมีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในอาหาร ไม่ไว้เล็บยาว และล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสสาโททุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. 2

คุณสมบัติของคณะผู้ตรวจสอบ

(ข้อ 8.2.2)

1. คุณสมบัติของคณะผู้ตรวจสอบ

1.1 มีความชำนาญในการตรวจสอบสาโท

1.2 ประกอบด้วยผู้แทนจากกลุ่มบุคคลต่าง ๆ จำนวน 10 คน ดังนี้

1.2.1 ผู้ผลิต 2 คน

1.2.2 นักวิชาการ/ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน

1.2.3 ผู้บริโภค 4 คน

1.2.3 ภาครัฐที่เกี่ยวข้อง 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.3

หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบความใส/ขุ่น สี กลิ่น รสชาติและคุณภาพโดยรวมของสาโท

(ข้อ 8.2.3)

ลักษณะที่ตรวจ	เกณฑ์ที่กำหนด	คะแนนเต็ม
ความใส/ขุ่น	เป็นไปตามลักษณะการผลิตเฉพาะของสาโทที่ผลิตได้	10
สี	สีเป็นไปตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ และเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก	10
กลิ่น	มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ	30
รสชาติ	กลมกล่อมตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ	30
คุณภาพโดยรวมของสาโท	มีความใส/ขุ่น สี กลิ่น และรสชาติเป็นที่ยอมรับ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอัชลี สระสาลี เกิดเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2524 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี 2543 จากโรงเรียนพรตพิทยพยัต ลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร และปี พ.ศ. 2547 จบการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

นายอุทาน บุญมี เกิดเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2524 จังหวัดเชียงราย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี 2543 จากโรงเรียนปล้องวิทยาคม อ.เทิง จังหวัดเชียงราย และปี พ.ศ. 2547 จบศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้