17495

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้กล้าเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

Use of Culture in Thai Fermented-Rice noodle (Khanom-Jeen)

ปพ.
ก152ก
2544
T096626
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....03626
วัน,เดือน,ปี.....14 มิ.ย. 2545

โดย

นางสาวกรกนก สุขะปุนะพันธ์ รหัสประจำตัว 40044415
นางสาวกรองกาญจน์ ร่มสงฆ์ รหัสประจำตัว 40044416

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 16/มิ.ย./44 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(พระจอมเกล้าลาดกระบัง)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวกรกนก สุขะปุนะพันธ์ และนางสาวกรองกาญจน์ ร่มสงฆ์. 2544. การใช้กล้าเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก (Use of Culture in Thai Fermented- Rice noodle (Khanom-Jeen) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์นิตยา พิระภัทรุ่งสุริยา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์อดิศร เสวตวิวัฒน์ และผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 40 หน้า

ในการผลิตขนมจีนแป้งหมักโดยใช้กล้าเชื้อรา *Rhizopus sp.*(N017)นั้น ปริมาณกล้าเชื้อราที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนแป้งหมัก คือ ปริมาณกล้าเชื้อรา 0.2 กรัมต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัมที่ระยะเวลาในการหมัก 24 ชั่วโมง ได้ปลายข้าวหมักมีสีขาว มีกลิ่นหมักที่ดี และมีความเปื่อยยุ่ย ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนต่อไป ในระหว่างการหมักปลายข้าว อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 28.5 °C เป็น 42°C ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ค่าพีเอชมีแนวโน้มลดต่ำลงจากปลายข้าวก่อนการหมักมีค่าพีเอช 6.06 เมื่อหมักครบ 24 ชั่วโมง มีค่า พีเอช 4.44 และลดต่ำลงเป็น 4.18 และ3.73 ในขั้นตอนการนอนน้ำแป้งและการทับน้ำแป้ง ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรดนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจาก 0.008% เป็น 0.029% เมื่อหมักครบ 24 ชั่วโมง และมีค่าความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.080% และ 0.093% ในขั้นตอนการนอนน้ำแป้ง และการทับน้ำแป้ง ตามลำดับ

ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรานั้นมีอายุการเก็บรักษานาน 1 วัน และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติตามท้องตลาด ส่วนปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสนั้นยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ยังคงต้องทำการปรับปรุงต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้การใช้กล้าเชื้อรา *Rhizopus sp.* ในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก ยังเป็นประโยชน์ในด้านลดการสูญเสียอันเนื่องมาจาก จุลินทรีย์ในกลุ่มที่ไม่ต้องการ ลดมลภาวะจากน้ำทิ้ง ลดระยะเวลาในการหมัก และทำให้ได้ขนมจีนที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

กรกนก สุขะปุนะพันธ์ .... ๑๒ ธ.ค. ๔๔

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำของกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์นิตยา พิระภัทรุ่งสุริยา เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้ ตลอดจนให้คำแนะนำด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ สารเคมีต่างๆ และให้ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจอย่างดีจนได้รับความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องเป็นอย่างสูงที่ให้ความรัก ความอบอุ่นและเป็นกำลังใจเสมอมา

กรกนก สุขะปุ่นะพันธ์

กรองกาญจน์ ร่มสงฆ์

15 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ลักษณะทั่วไปของข้าว	2
2.2 ลักษณะสำคัญของราสกุล *Rhizopus sp.*	3
2.3 ประเภทของขนมจีน	4
2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมจีน	5
2.5 ขั้นตอนในการผลิตขนมจีน	5
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	10
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การศึกษาการใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก	15
4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพของปลายข้าวหมักและขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	19
4.3 การศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้บริโภคของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	21
4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวขัดขาว 3

ตารางที่ 2. แสดงลักษณะทางกายภาพของปลายข้าวหมักที่ระดับปริมาณกล้าเชื้อรา และระยะเวลาต่าง ๆ กัน 18

ตารางที่ 3. แสดงค่าพีเอช และค่าความเป็นกรดในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา 20

ตารางที่ 4. แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี t-test ; Paired Two Sanple for Means ของขนมจีนแป้งหมักปกติ 22

ตารางที่ 5. แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติ 24

ตารางที่ 6. แสดงลักษณะทางกายภาพในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1. แสดงลักษณะสำคัญของ *Rhizopus sp.*	4
ภาพที่ 2. แสดงขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก	8
ภาพที่ 3. แสดงปลายข้าวก่อนการหมัก	16
ภาพที่ 4. แสดงปลายข้าวหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อราที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ของการหมัก	16
ภาพที่ 5. แสดงปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 0.2 กรัมที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ของการหมัก	17
ภาพที่ 6. แสดงปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 0.5 กรัมที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ของการหมัก	17
ภาพที่ 7. แสดงปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 1.0 กรัมที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ของการหมัก	17
ภาพที่ 8. แสดงปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 2.0 กรัมที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ของการหมัก	18
ภาพที่ 9. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และค่าความเป็นกรดในขั้นตอนการผลิต ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก. การผลิตกล้าเชื้อราบนพื้นผิวด้านในของภาชนะแก้ว	29
ภาพผนวก ข. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	31
ภาคผนวก ค. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ โดยวิธี Spread plate	32
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด	33
ภาคผนวก จ. ค่าพีเอชและค่าความเป็นกรดของปลายข้าวและแป้งในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก	35
ภาคผนวก ฉ. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	38
ภาคผนวก ช. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	39
ภาคผนวก ซ. ผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ขนมจีนเป็นอาหารพื้นบ้านที่ผลิตมาจากข้าวเจ้า ซึ่งคนไทยนิยมบริโภคแทนข้าวกันมาช้านาน มีลักษณะเป็นเส้นกลม สีขาวขุ่น และเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม ขนมจีนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามกระบวนการผลิต ได้แก่ ขนมจีนแป้งสด และขนมจีนแป้งหมัก สำหรับขนมจีนแป้งหมักนั้น ต้องใช้เวลาในการหมักปลายข้าวนาน 2-3 วัน ในระหว่างการหมักจะล้างปลายข้าวทุกวัน และมีแป้งบางส่วนปนไปกับน้ำล้าง ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะและสูญเสียแป้งไปส่วนหนึ่งด้วย ถ้าสามารถลดระยะเวลาในการหมักลงได้ ก็จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

นิตยา (2532) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก พบว่า จุลินทรีย์ที่แยกได้จากขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตขนมจีนแป้งหมักมีหลายกลุ่ม เช่น *Bacillus spp.*, *Lactic acid bacteria*, *Pichia spp.*,และ*Rhizopus sp.* และทดสอบปลูกเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ลงในปลายข้าวปราศจากเชื้อ พบว่า การใช้แบคทีเรียแลคติคร่วมกับเชื้อ *Rhizopus sp.* จะทำให้ได้ปลายข้าวหมัก มีลักษณะเปื่อยยุ่ย และมีกลิ่นใกล้เคียงกับปลายข้าวหมักในกระบวนการผลิตขนมจีนในช่วงระยะหลังการล้างปลายข้าวก่อนที่จะนำไปโม่ให้เป็นน้ำแป้ง

ดังนั้นการศึกษาการนำกล้าเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมักจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการ ลดมลภาวะจากน้ำทิ้ง ลดระยะเวลาในการหมัก และเพื่อให้ได้ขนมจีนที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้ปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก
2. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลายข้าวหมักและขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อ
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ลักษณะทั่วไปของข้าว

ข้าว (*Oryza sativa L.*) มีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบอยู่มากในส่วนของเอนโดสเปิร์ม ข้าวเจ้ามีอะมิโลส ร้อยละ 15-30 ที่เหลือเป็นอะมิโลเพกติน ปริมาณอะมิโลสต่ออะมิโลเพกตินเท่ากับ 17:83 ข้าวสารมีเมล็ดสีขาวใส ข้าวบางพันธุ์มีกลิ่นหอม เนื่องจากสารประกอบพวกคาร์บอนิล (2-อะเซติล-ไพโรโรจน์) ประมาณ 0.004-0.006 พีพีเอ็ม เช่น พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ข้าว RD15

2.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวประกอบไปด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

2.1.1.1 แกลบหรือเปลือกข้าว (hull) มีลักษณะเป็นเยื่อไม้หยาบ ๆ หุ้มล้อมรอบเมล็ดข้าวกล้อง ประกอบด้วยเปลือก 2 ฝาประกบกันคนละข้างของเมล็ดตามยาว

2.1.1.2 ข้าวกล้องหรือเมล็ดข้าวที่ขัดสีเอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วย

2.1.1.2.1 เยื่อหุ้มผล (pericarp) ลักษณะเป็นเส้นใย ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ epicarp, mesocarp (hypocarp) และendocarp ในชั้นนี้ประกอบด้วยสาร โปรตีน เซลลูโลส และรงควัตถุที่ควบคุมโดยลักษณะพันธุกรรมของข้าว เช่น สีขาว แดงหรือม่วง เป็นต้น

2.1.1.2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen หรือ seed coat) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผล ประกอบด้วย เนื้อเยื่อ 2 ชั้น ซึ่งมีผนังบาง เซลล์ของเนื้อเยื่อแต่ละชั้นเป็นรูปยาวเรียงตามขวาง และเป็นสารพวกไขมัน

2.1.1.2.3 เยื่อแอรูโรน (aleurone layer) โดยจะอยู่ถัดไปจากเยื่อหุ้มผลเมล็ด และห่อหุ้มเอนโดสเปิร์ม (ส่วนที่เป็นแป้ง) และเอ็มบริโอ (คัพภะหรือเชื้อพันธุ์) ความหนาของเยื่อนี้แตกต่างตามพันธุ์ข้าว ข้าวเมล็ดสั้นจะมีเยื่อนี้หนากว่าข้าวเมล็ดยาว ชั้นนี้มีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังมีน้ำมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.1.1.2.4 เอ็มบริโอ (คัพภะ) เป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้นอ่อน มีโปรตีน และไขมันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.7 เอนโดสเปิร์ม คือส่วนของอาหารสะสมอยู่ในชั้นในสุดของเมล็ดข้าว ประกอบด้วย สตาร์ชของข้าวเป็นรูปหลายเหลี่ยม (polygonal) มีขนาดเล็กมาก 2-10 ไมครอน

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวขัดขาว

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวขัดขาว
ความชื้น (%)	12.0
พลังงาน (กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	363.0
โปรตีน (%)	6.7
ไขมัน (%)	0.3
คาร์โบไฮเดรต (%)	80.4
เถ้า (%)	0.5
เยื่อใย (%)	0.3
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	24.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัม)	94.0
เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.8
โซเดียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	5.0
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	92.0
ไทอะมีน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.07
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.03
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	1.6
ไพริดอกซิน	0.037-0.69

ที่มา : Juliano, 1978

2.2 ลักษณะสำคัญของราสกุล *Rhizopus*

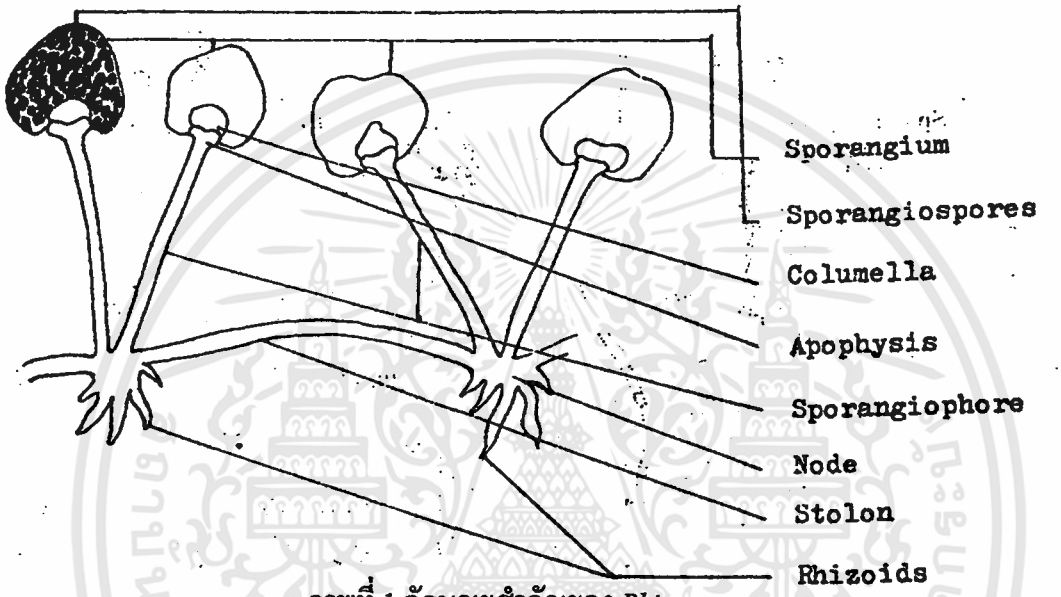
ราสกุล *Rhizopus* ได้แก่ *R. nigricans* หรือที่เรียกว่าราขนมปัง เป็นราที่พบได้ทั่วไป และเป็นสาเหตุในการเสียของผัก ผลไม้ ขนมปัง และอื่น ๆ โดยมีลักษณะสำคัญ คือ (สุมาลี. 2527)

- เป็นพวกนอนเซพเตท
- มีสโตลอนและไรซอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สปอร์แรงจิโอฟอร์เกิดขึ้นที่ข้อ (node) ซึ่งไรซอยด์ก็เกิดขึ้นที่นี่ด้วย
- สปอร์แรงเจียมมีขนาดใหญ่ มักมีสีดำ
- โคลัมเมลลา เป็นรูปครึ่งวงกลม และมีอะโปไฟสิส (apophysis) ซึ่งเป็นฐานของสปอร์แรงเจียม เป็นรูปถ้วย
- มีไมซีเลียมมาก ลักษณะฟูคล้ายปุยฝ้ายเจริญเต็มภาชนะบรรจุ
- ไม่มีสปอร์แรงจิโอล

แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะสำคัญของ *Rhizopus sp.*

2.3 ประเภทของขนมจีน

ขนมจีนแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามกระบวนการผลิต คือ

2.3.1 ขนมจีนแป้งหมัก เป็นขนมจีนที่ทำโดยการหมักข้าวเจ้าหรือปลายข้าว ก่อนที่จะนำมาโม่และทำเป็นเส้น ขนมจีนชนิดนี้มีความเหนียว มีกลิ่นแป้งที่ผ่านการหมัก เก็บไว้ได้นาน และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค สำหรับเชื้อที่เจริญขึ้นระหว่างการหมักข้าวเจ้า เพื่อทำขนมจีนแป้งหมักนั้น จากการศึกษาของ Toyoda และคณะ (1979) พบว่า เป็นแบคทีเรียพวก *Lactobacillus sp.* และ *Streptococcus sp.*

2.3.2 ขนมจีนแป้งสด เป็นขนมจีนที่ทำโดยการนำข้าวเจ้าหรือปลายข้าวที่ผ่านการแช่น้ำหรือล้างน้ำแล้วมาโม่ แล้วทำเป็นเส้นขนมจีนโดยไม่ผ่านการหมัก ขนมจีนชนิดนี้เก็บไว้ได้ไม่นาน และมีความเหนียวน้อยกว่าขนมจีนแป้งหมัก ขนมจีนแป้งสดอาจทำได้จากแป้งแห้งที่เรียกว่า "แป้งชนิดโม่น้ำ" โดยนำแป้งมาเติมน้ำลงไป แป้งที่ได้เหมือนข้าวเจ้าที่ผ่านการโม่และทำเป็นเส้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมจีน

2.4.1 ข้าว สามารถใช้ข้าวสารหรือปลายข้าวเพื่อผลิตขนมจีนได้ ผู้ผลิตนิยมใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือน แต่ไม่เกิน 1 ปี เรียกว่า "ข้าวเก่า" ถ้าใช้ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บไม่ถึง 6 เดือน เส้นขนมจีนที่ได้จะมีลักษณะนิ่ม มีความเหนอะหนะ เส้นจะเกาะติดกันมาก และได้ปริมาณขนมจีนน้อยกว่า แต่ถ้าใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 1 ปี เส้นขนมจีนที่ได้จะมีลักษณะแข็งกระด้าง ร่วน และไม่มีเงามัน

2.4.2 น้ำ ในการผลิตจะใช้น้ำประปาหรือน้ำคลองก็ได้ แต่ต้องเป็นน้ำใส และสะอาด เพราะมีผลต่อความขาวของขนมจีน ณรงค์ (2528) พบว่าน้ำควรมีความกระด้างต่ำ ถ้าเป็นน้ำบาดาลควรสูบขึ้นมาพักไว้ เพื่อให้ธาตุเหล็กตกตะกอน ถ้าเป็นน้ำประปาไม่ควรมีคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ การใช้น้ำขุ่นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ

2.4.3 เกลือ จะใช้เกลือป่นหรือเกลือเม็ดก็ได้ โดยใส่เกลือขณะนอนน้ำแป้ง (คือ ปล่อยให้เม็ดแป้งตกตะกอน แล้วแยกน้ำส่วนบนออก) โดยเกลือจะป้องกันการบูดระหว่างนอนน้ำแป้ง

2.5 ขั้นตอนในการผลิตขนมจีน

มีรายละเอียดดังนี้ (ณรงค์, 2538)

2.5.1 การหมักข้าว ข้าวที่ใช้ในการผลิตจะต้องนำมาล้างให้สะอาด ใส่ลงในภาชนะที่น้ำไหลผ่านได้สะดวก เช่น เข่ง กระบุง ตะกร้า หรือถังไม้ ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ผลิต รดน้ำทุก ๆ วัน ๆ ละ 2 ครั้ง คือ เช้าเย็น พร้อมทั้งกลับข้าวจากล่างขึ้นมาอยู่ข้างบนหมุนเวียนกันไป หมักไว้ 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับโรงงาน ถ้าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มักใช้เวลาหมักเพียง 2 วันเท่านั้น ข้าวจะเปื่อยและมีสีคล้ำเล็กน้อย ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านหรืออุตสาหกรรมแบบครัวเรือนมักใช้เวลาหมักถึง 3 วันเพื่อให้ข้าวเปื่อยมากขึ้น สามารถบี้ได้ด้วยมือ ข้าวที่ผ่านการหมักมาแล้วจะมีกลิ่นแรงและมีสีคล้ำ เนื่องจากเชื้อ *Lactobacillus* และ *Streptococcus* เชื่อกันว่าการหมักทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำและแตกตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนที่หุ้มรอบ ๆ เม็ดแป้งได้สลายตัวไปร้อยละ 40-50 อย่างไรก็ตาม ถ้าหมักนานเกินไปขนมจีนที่ได้อาจไม่เหนียวเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสที่มีอยู่ในเนื้อข้าว ทำให้โมเลกุลของอะไมโลสแตกตัวและมีขนาดเล็กลง การแตกของเม็ดแป้งมากขึ้นมีผลให้อะไมโลสหลุดออกมามากขึ้นด้วยและจับตัวกันเป็นเจลเมื่อเย็นตัว ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเหนียวขึ้น นอกจากนี้การที่มีโปรตีนในแป้งต่ำลงจะมีผลให้เจลหรือเส้นขนมจีนที่ได้มีลักษณะนุ่ม ไม่กระด้างเหมือนเส้นหมี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การบดข้าว นำข้าวที่ผ่านการหมักแล้วมาบี้ให้ละเอียด การบี้เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันมากในการผลิตแบบพื้นบ้าน และในอุตสาหกรรมในครัวเรือน การบี้อาจทำได้ง่าย ถ้าข้าวเปื่อยมาก และมักจะทำบนผ้ากรองที่ขึงไว้บนปากตุ่ม ข้าวที่ปั่นแล้วจะผ่านผ้ากรองลงไปในตุ่มขณะบี้ ควรเติมน้ำลงไปทีละน้อย จะช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น ทำให้การกรองเป็นไปอย่างรวดเร็ว การใช้ผ้ากรองจะเป็นการควบคุมมิให้ข้าวที่มิได้ผ่านการบดหรือที่บดยังไม่ละเอียดลงไปปะปนกับแป้งที่ละเอียดแล้ว อย่างไรก็ดี ถ้าต้องการบดข้าวปริมาณมากจะต้องทำด้วยโม่หิน สำหรับการบดข้าวที่ใช้สำหรับโรงงานขนาดใหญ่ จะเริ่มด้วยการนำข้าวที่หมักไว้มาล้างน้ำให้สะอาด โม่ให้ละเอียด นำน้ำแป้งที่ได้ไปกรองผ่านผ้ากรอง ในขณะโม่แป้งนั้นจะต้องใส่เกลือลงไปด้วยในปริมาณ 7% ของน้ำหนักข้าว ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้แป้งเกิดการหมักเมื่อตั้งทิ้งไว้ในขั้นตอนการนอนน้ำแป้ง

2.5.3 การนอนน้ำแป้ง ขั้นตอนนี้มีความจำเป็นมากสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือนและแบบพื้นบ้าน โดยปกติแป้งที่โม่แล้วจะมีสีคล้ำมากและเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน น้ำที่ได้จะมีสีเหลือง มีตะกอนดำลอยอยู่เหนือแป้ง การล้างแป้งหลาย ๆ ครั้งจะช่วยกำจัดตะกอนนี้ให้หมดไป นอกจากนี้ยังทำให้กลิ่นหมักน้อยลงด้วย การล้างทำได้ง่ายเพียงแต่ใส่น้ำลงไปในแป้ง คนให้เข้ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน รินน้ำใส ๆ ทิ้งไป น้ำที่ใช้ล้างทุกครั้งควรมีเกลืออยู่ด้วยและควรทำซ้ำ 5-6 ครั้ง หรือจนกว่าแป้งจะขาวและมีกลิ่นหมักน้อยลง แป้งที่ล้างแล้วนี้อาจนำไปทำขนมจีนได้โดยตรงหรือเก็บไว้ก็ได้ ถ้าต้องการเก็บไว้จะต้องใส่น้ำเกลือและเปลี่ยนน้ำเกลือทุกวัน สำหรับข้าวที่โม่แบบอุตสาหกรรมนั้นจะปล่อยให้แป้งตกตะกอนไว้ 1 คืน แล้วนำไปผลิตโดยตรง

2.5.4 การทับน้ำ การทับน้ำเป็นการกำจัดน้ำส่วนเกินออกไป วิธีการที่ปฏิบัติกันอยู่จะไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งการผลิตแบบพื้นบ้าน อุตสาหกรรมในครัวเรือนและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ กล่าวคือ นำน้ำแป้งใส่ถุง ผูกปากถุงให้แน่น ทับด้วยของหนัก 1 คืน น้ำที่เหลืออยู่ในแป้งจะมีปริมาณร้อยละ 42-44 ขึ้นอยู่กับน้ำหนักและเวลาที่ใช้ทับ

2.5.5 การต้มหรือนึ่งแป้ง การต้มหรือนึ่งแป้งเป็นการทำให้แป้งสุกบางส่วนและทำให้แป้งเหนียว ไม่ขาดง่ายเมื่อนำไปบีบผ่านแว่น การต้มแป้งเริ่มด้วยนำแป้งที่ทับไว้มาปั้นเป็นก้อน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20-25 เซนติเมตร แล้ววางบนเสวียน หย่อนลงต้มในน้ำเดือด ต้มให้แป้งสุกเข้าไปประมาณ 1-2 เซนติเมตร หรือประมาณร้อยละ 27-34 ของแป้งทั้งหมด ไม่ควรให้สุกมากเกินไป มิฉะนั้นแป้งจะเหนียวมาก ทำให้โรยเส้นได้ยาก ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่ไม่นิยมต้มแป้งเนื่องจากไม่สะดวก แต่จะใช้วิธีนึ่งแป้ง ส่วนหลักการและปริมาณแป้งสุกก็เหมือนกันทุกประการ

2.5.6 การนวดแป้ง การนวดแป้งเป็นการผสมแป้งดิบและแป้งสุกเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแป้งแตกมากขึ้น การนวดแป้งอาจทำได้ด้วยมือหรือด้วยเครื่องจักร ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต การนวดแบบชาวบ้านมักใช้ครกไม้ ตำด้วยสากมือจนแป้งเหนียวเข้ากันดี ถ้าแป้งแห้งเกินไปให้ใช้น้ำร้อนเติมลงไปและนวดให้เข้ากัน ขั้นตอนนี้เรียกว่า “การโน้มแป้ง” แป้งจะมีความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดี ถ้ามีความชื้นร้อยละ 70-75 กล่าวคือ ข้าว 1 กิโลกรัมจะได้แป้งที่นวดแล้วประมาณ 3.0-3.5 กิโลกรัม

2.5.7 การกรอง การนึ่งทำให้แป้งสุกและจับเป็นก้อน การนวดไม่สามารถทำให้แป้งแตกออกได้หมด บางส่วนยังเป็นก้อนเล็ก ๆ ปะปนอยู่ การกรองจึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็น เป็นการกำจัดก้อนแป้งที่หลงเหลืออยู่ให้หมดไป ทำให้ไม่มีปัญหาในการโรยเส้น ขนมจีนที่ได้จะมีเส้นเรียบสม่ำเสมอ การกรองแป้งนิยมใช้ผ้าขาวบาง โดยนำแป้งที่นวดแล้วใส่ลงไป รวบชายผ้าเข้าหากัน บีบแป้งให้ผ่านผ้าออกมา

2.5.8 การโรยเส้น การโรยเส้นขนมจีนอาจทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านมักใช้แว่นหรือเผือน แว่นมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว เจาะรูเล็ก ๆ ตามขนาดที่ต้องการไว้ นำผ้าดิบขนาด 40 x 40 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางให้มีขนาดเล็กกว่าแว่นเล็กน้อย เอาแว่นวางลงตรงรูพอดี ใช้เข็มเย็บขอบแว่นให้ติดกับผ้าและตรึงให้แน่น เมื่อใส่แป้งลงในแว่นแล้วต้องรวบชายผ้าเข้าหากัน ใช้อีกมือหนึ่งบีบแป้งให้ผ่านรูแว่นออกไปและลงในน้ำร้อน เคลื่อนมือไปรอบ ๆ กะทะเป็นวงกลม พยายามรักษาระยะระหว่างแว่นกับกะทะไว้ให้คงที่และพยายามอย่าให้เส้นขาด กะทะที่ใช้ต้มขนมจีนต้องมีขนาดใหญ่มากพอ มิฉะนั้นน้ำร้อนที่ใช้ลวกจะลดอุณหภูมิเร็วเกินไป ทำให้เส้นไม่สุกและไม่เหนียวเช่นเดียวกัน ส่วนเผือนนั้นเป็นภาชนะรูปทรงกระบอก ทำด้วยโลหะอาจเป็นสังกะสีหรือเหล็กปลอดสนิมก็ได้ เจาะรูเล็ก ๆ ไว้ที่ก้น มีหู 2 หู สำหรับยึดติดกับไม้ในขณะที่ทำการกด มีภาชนะอีกใบหนึ่งมีลักษณะคล้ายกัน แต่มีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย สามารถสวมลงในภาชนะใบแรกได้พอดี ภาชนะใบนี้ไม่เจาะรู แต่ใช้สำหรับกดแป้งที่นวดแล้วให้ออกจากภาชนะใบแรก การกดก็ปฏิบัติเช่นเดียวกับการใช้แว่น สำหรับการโรยเส้นในโรงงานขนาดใหญ่ใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเหมือนแว่น แต่ทำด้วยแผ่นโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 นิ้ว ต่อตรงกับท่อ เครื่องปั๊มและถังเก็บแป้งที่นวดแล้ว เมื่อเดินเครื่องปั๊ม น้ำแป้งจะถูกอัดผ่านแว่น ลงในน้ำร้อนเช่นเดียวกับการใช้แว่นในการผลิตแบบพื้นบ้าน หรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน ในขณะทำการโรยเส้นควรรักษาอุณหภูมิของน้ำไว้ที่ 90-95°C และรอจนกระทั่งเส้นขนมจีนลอยจึงตักออก ถ้าปล่อยทิ้งไว้นานเส้นจะสุกมากเกินไป

2.5.9 การทำให้เย็นและจับเส้น เมื่อเส้นสุกแล้วให้ตักขึ้นด้วยกระชุ ใส่ลงในน้ำเย็นเพื่อหยุดการดูดน้ำของเส้นขนมจีน มิฉะนั้นเส้นจะเปื่อย ควรเปลี่ยนน้ำบ่อย ๆ เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำไว้อย่าให้สูงเกินไป ในขณะเดียวกันเส้นจะเย็นตัวลงจนกระทั่งจับเส้นได้ ควรจับเส้นเริ่มด้วยใช้มือขวารวบจับเส้นขนมจีนที่อยู่ในน้ำ ให้มีปริมาณพอเหมาะ ปลายข้างหนึ่งของเส้นขนมจีนให้อยู่บนฝ่ามือซ้าย แล้วพาดเส้นอ้อมนิ้วชี้ที่งอตั้งฉากกับเส้นอยู่พันเป็นวงกลมจนกระทั่งหมดความยาวของเส้นในขณะพันเส้นรอบนิ้วชี้นั้น พยายามให้เส้นเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบบนฝ่ามือ หลังจากนั้นจึงวางลงในภาชนะเพื่อรอให้เส้นแห้งและหดตัว เส้นจะแข็งและเหนียวขึ้น นอกจากนี้ยังจับตัวกันเป็นก้อน เรียกว่า "จับ" ภาชนะที่ใส่ขนมจีนควรให้น้ำผ่านออกได้สะดวก เช่น กระจาด เข่ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kraidaj และคณะ(1977) ทำการทดลองหมักปลายข้าวเลียนแบบการทำขนมจีนแป้งหมัก พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ระยะเวลาหมักปลายข้าว 40 ชั่วโมง เท่ากับ 10^{10} เซลล์ต่อกรัม ปริมาณยีสต์ 10^{9} เซลล์ต่อกรัมที่ 42 ชั่วโมง และแบคทีเรียแลคติค 10^{9} เซลล์ต่อกรัมที่ 50 ชั่วโมง

Toyoda และคณะ (1979) พบว่าในระหว่างการหมักปลายข้าวมีแบคทีเรียแลคติคเป็นพวกที่สร้างกรด ได้แก่ *Lactobacillus sp.* และ *Streptococcus sp.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Uchimura และคณะ (1988) ศึกษาจุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมักของประเทศไทย พบว่าในปลายข้าวหมักมีปริมาณแบคทีเรียแลคติค 10^8 เซลล์ต่อกรัม ยีสต์ 10^6-10^7 เซลล์ต่อกรัม

นิตยา (2532) ศึกษาจุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก พบว่าจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลายข้าวหมัก ได้แก่ แบคทีเรียบาซิลัส แบคทีเรียแลคติค ยีสต์ และรา และได้ทดลองปลูกเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ลงในปลายข้าวที่ปราศจากเชื้อ พบว่าการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติคร่วมกับราทำให้ได้ปลายข้าวหมักที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปลายข้าวหมักที่ได้จากโรงงานผลิตที่ไม่มีการใช้กล้าเชื้อ

ปราโมทย์ ศิริโรจน์ และคณะ (2531) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องโดยอาศัยวิธีการและอาหารเลี้ยงเชื้อมาตรฐาน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อหมักไปได้ 20-24 ชั่วโมง จะลดลง เรื่อยเช่นเดียวกับกลุ่ม *Lactic streptococci* สำหรับยีสต์นั้นอัตราการเจริญสูงสุดจะอยู่ในช่วง 15-20 ชั่วโมงแรก แล้วลดลงตามลำดับ คาดว่าจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นกลุ่มที่มีจากข้าวและน้ำที่ใช้แช่ข้าว จะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนสูงขึ้น เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล และใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว จึงพบแต่กรดเหลืออยู่แทน ซึ่งกรดที่พบนี้ อาจเป็นตัวการในการยืดอายุของขนมจีน ทำให้เกิดการเสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์ได้ช้าลง

ลาวัณย์ ไกรเดช และคณะ (2531) พบว่า เมื่อเก็บตัวอย่างชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น ข้าวหมัก น้ำแป้ง ก้อนแป้งทั้งใหม่และเก่า เศษแป้งแห้ง ขนมจีน น้ำ และอื่น ๆ จากแหล่งผลิตขนมจีนจากกรุงเทพมหานคร จากบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจากจังหวัดฉะเชิงเทรา มาจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตขนมจีน พบว่า มีแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือกลุ่ม *Bacillus sp.* มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ โดยสังเกตจากการเกิด Clear zone เมื่อนำมาทดสอบกับ Standard Test Organisms นอกจากนี้แล้ว บางสายพันธุ์ยังสามารถยับยั้งการเจริญของ *Salmonella typhimurium* ได้ด้วย ซึ่งเท่าที่ได้ตรวจสอบตัวอย่างจากการผลิตขนมจีนแป้งสด ยังไม่ปรากฏพบคุณสมบัติเช่นนี้ จึงสันนิษฐานว่า แบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวน่าจะมีบทบาทในการยับยั้งหรือทำลายการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียหรือทำให้เกิดโรคบางชนิด ในกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ (2531) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในลักษณะความหนืดข้นของกระบวนการทำขนมจีน ซึ่งส่งผลให้ทราบถึงความเหมาะสมของวัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต เพื่อให้ได้ลักษณะของขนมจีนที่ต้องการ การผลิตขนมจีนจากข้าวหักพันธุ์เจ็กเชยเก่า และใหม่ ให้ลักษณะขนมจีนเมื่อเย็นที่ 50 °C ไม่ต่างกัน แต่อาจมีผลต่อปริมาณของขนมจีนที่จับได้จากข้าวเก่ามากกว่าข้าวใหม่ ซึ่งพิจารณาจากลักษณะของแป้งก่อนโรยที่ไม่เหมือนกัน ส่วนลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในเรื่องสีของขนมจีนนั้น อาจมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีในน้ำใช้ ซึ่งเป็นผลให้ค่าความเป็นกรดเบสของน้ำใช้ต่างกัน และมีผลต่อสีของขนมจีนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์ในขั้นตอนการผลิตขนมจีน

1. ปลายข้าว
2. เกลือ
3. โม่
4. เครื่องตีแป้ง
5. เฝือน
6. หม้อต้มน้ำ
7. ผ้าขาวบาง
8. ถุงแป้ง
9. กระชอน

3.1.2 อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลชีววิทยา

1. เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด
   - 1.1 Burette
   - 1.2 บีกเกอร์
   - 1.3 Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - 1.4 0.1 N NaoH
   - 1.5 Phenolphthalein 1%
   - 1.6 Potassium phthalate
2. เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา
   - 2.1 จานเพาะเชื้อ
   - 2.2 Plate Count Agar
   - 2.3 0.85% NaCl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปิเปตขนาด 10, 1 มิลลิลิตร

3. เทอร์โมมิเตอร์
4. pH meter (SP-701)
5. Stomacher (Model BMS)
6. ตู้บ่มเชื้อ

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 การผลิตขนมจีนแป้งหมัก

3.2.1.1 การหมักปลายข้าว

3.2.1.1.1 ล้างปลายข้าวด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมและฝุ่นละออง

3.2.1.1.2 นำปลายข้าวใส่กระบุงที่มีรูให้น้ำไหลผ่านได้และปูด้วยผ้าขาวบาง

3.2.1.1.3 คลุมด้วยผ้าขาวบาง

3.2.1.1.4 นำไปวางในที่มีแสงแดด เป็นเวลา 2 วัน โดยล้างปลายข้าวทุกวัน

3.2.1.2 การโม่ปลายข้าว

3.2.1.2.1 นำปลายข้าวที่หมักที่ล้างแล้ว เติมน้ำให้ท่วมปลายข้าว

3.2.1.2.2 นำไปบดจนปลายข้าวละเอียดเป็นแป้ง

3.2.1.2.3 กรองแป้งด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกสิ่งสกปรก และเม็ดแป้งที่ไม่ละเอียดออก

3.2.1.3 การนอนน้ำแป้ง

3.2.1.3.1 นำแป้งที่ได้จากการโม่ใส่ภาชนะที่สะอาด และเติมน้ำให้ท่วมแป้ง (ประมาณ 5 เท่าของปริมาตรแป้ง)

3.2.1.3.2 ใส่เกลือ 7% ของน้ำหนักข้าวเริ่มต้น

3.2.1.3.3 ปล่อยทิ้งไว้ให้แป้งตกตะกอนเป็นเวลา 1คืน(ประมาณ 18-24 ชั่วโมง)

3.2.1.4 การทับน้ำแป้ง

3.2.1.4.1 เทน้ำที่อยู่เหนือแป้งทิ้ง หลังจากผ่านการนอนน้ำแป้งแล้ว 1 คืน

3.2.1.4.2 นำแป้งใส่ถุงผ้าดิบแล้วมัดปากถุงให้แน่น

3.2.1.4.3 ทับแป้งด้วยของหนักเป็นเวลา 1 คืน ประมาณ 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำบางส่วนออกไป (แป้งที่ได้จากปลายข้าวหมัก 2 กิโลกรัมทับด้วยน้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.5 การต้มแป้ง

3.2.1.5.1 นำแป้งที่ผ่านการทับน้ำแป้งแล้ว ปั้นเป็นก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร

3.2.1.5.2 นำก้อนแป้งไปต้มในน้ำเดือด (น้ำต้องท่วมก้อนแป้ง) ที่อุณหภูมิ 90-95 °C เป็นเวลา 3 นาที ซึ่งแป้งจะสุกประมาณ 1 เซนติเมตรจากผิวด้านนอก

3.2.1.6 การนวดแป้งและผสมน้ำร้อน

3.2.1.6.1 นำแป้งที่ผ่านการต้มมานวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.2.1.6.2 ผสมน้ำร้อนปริมาตร 125 มิลลิลิตร/แป้ง 1 กิโลกรัม (1:8) ลงในแป้งที่ผ่านการนวดแล้ว นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.2.1.7 การโรยเส้น

3.2.1.7.1 นำแป้งที่ผ่านการผสมน้ำร้อนใส่ในภาชนะโรยเส้น

3.2.1.7.2 โรยเส้นลงในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 90-95 °C โดยโรยเส้นเป็นแนววงกลมอย่างช้า ๆ และมีระยะห่างระหว่างภาชนะที่โรยเส้นกับน้ำร้อนอย่างสม่ำเสมอ

3.2.1.7.3 เส้นขนมจีนที่สุกแล้วจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ตักเส้นขนมจีนขึ้นจากน้ำร้อนไปใส่ในน้ำเย็นทันที ล้างเส้นขนมจีนจนเส้นขนมจีนเย็น

3.2.1.7.4 จับเส้นขนมจีนเรียงในตะกร้าที่มีช่องระบายน้ำ

3.2.2. <u>การศึกษาการใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก</u>

3.2.2.1 การเตรียมกล้าเชื้อ

3.2.2.1.1 เตรียมปลายข้าวปราศจากเชื้อ โดยนำปลายข้าวใส่ลงในฟลาสก์ เติมน้ำ 10% (ปริมาตร/น้ำหนัก) เขย่าให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121°C เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

3.2.2.1.2 ปลูกเชื้อรา (N 017) ซึ่งเป็นเชื้อราที่แยกได้จากปลายข้าวหมักในกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมักลงในปลายข้าวจากข้อ 3.2.2.1.1 นำไปบ่ม ที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 3-5 วัน จนเชื้อราเจริญคลุมเมล็ดข้าว

3.2.2.2 การหมักปลายข้าวโดยใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่ระดับต่างๆกัน

3.2.2.2.1 ทำการหมักปลายข้าว โดยใช้กระบวนการเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เติมกล้าเชื้อรา ในปลายข้าวหลังจากล้างปลายข้าว (ข้อ 3.2.1.1.3) โดยใช้ปริมาณกล้าเชื้อที่ระดับต่างๆ ดังนี้ 0, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 กรัมต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัม

3.2.2.2.2 การตรวจสอบลักษณะปลายข้าวหมัก ตรวจสอบลักษณะของปลายข้าวหมักที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เพื่อเลือกระดับปริมาณกล้าเชื้อรา และระยะเวลาที่เหมาะสม โดยดูลักษณะทางด้านความเปื่อยยุ่ย กลิ่น และสีของปลายข้าวหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับความเปื่อยยุ่ยของปลายข้าวหมักมีดังนี้

ระดับที่1 บี้เม็ดข้าวไม่แตก

ระดับที่2 บี้เม็ดข้าวมีบางส่วนแตก

ระดับที่3 บี้เม็ดข้าวแตกทั้งเม็ด

ระดับที่4 หยิบข้าวแล้วแตกเลย

ระดับความเปื่อยยุ่ยของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือระดับที่ 3

- ระดับกลิ่นของปลายข้าวหมักมีดังนี้

ระดับที่1 ไม่มีกลิ่นหมักเลย

ระดับที่2 มีกลิ่นหมัก

ระดับที่3 มีกลิ่นหมักรุนแรง

ระดับที่4 มีกลิ่นบูด และกลิ่นแปลกปลอม

ระดับกลิ่นของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือ ระดับที่ 2

- ระดับสีของปลายข้าวหมักมีดังนี้(เริ่มต้นการหมักปลายข้าวมีสีขาว)

ระดับที่1 มีสีขาวทั่วทั้งหมด

ระดับที่2 มีสีขาวปนเหลือง

ระดับที่3 มีสีเหลืองทั่วทั้งหมด

ระดับที่4 มีสีเหลืองปนเขียว

ระดับสีของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือ ระดับที่ 1

3.2.2.3 การผลิตเส้นขนมจีน

ทำการผลิตเส้นขนมจีน โดยใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา และระยะเวลาที่เหมาะสมที่ศึกษาได้จากข้อ 3.2.2.2.2 เพื่อที่จะนำไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติที่ซื้อจากตลาด (ในการทดลองข้อ 3.2.2.4)

3.2.2.4 การศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้บริโภค ของเส้นขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อกับขนมจีนแป้งหมักปกติ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน โดยใช้วิธี Hedonic Scale ซึ่งทดสอบตัวอย่างในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้สถิติในการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบ t-Test : Paired Two Sample for Means ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 <u>การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของปลายข้าวหมักและขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อ</u>

3.2.3.1 การศึกษาลักษณะทางเคมี และทางกายภาพของปลายข้าวหมักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อน และหลังการล้างปลายข้าว โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

3.2.3.1.1 ค่าพีเอช : โดยวัดพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter

3.2.3.1.2 ค่าความเป็นกรด : (ภาคผนวก ง)

3.2.3.1.3 อุณหภูมิ : โดยทำการวัดอุณหภูมิในระหว่างการหมักปลายข้าวด้วยเทอร์โมมิเตอร์

3.2.3.1.4 ลักษณะทางกายภาพของปลายข้าวหมัก โดยพิจารณาความเปื่อยยุ่ย กลิ่น และสี

3.2.3.2 ศึกษาลักษณะทางเคมีของแป้งนอนน้ำ และแป้งทับน้ำ

3.2.3.2.1 ค่าพีเอช : โดยวัดค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter

3.2.3.2.2 ค่าความเป็นกรด : (ภาคผนวก ง)

3.2.3.3 ศึกษาลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของเส้นขนมจีน

3.2.3.3.1 ค่าพีเอช : โดยวัดค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter

3.2.3.3.2 ค่าความเป็นกรด : (ภาคผนวก ง)

3.2.3.3.3 ลักษณะทางกายภาพของเส้นขนมจีน

3.2.4 <u>การศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อ</u>

โดยนำเส้นขนมจีนที่ผลิตได้จากข้อ 3.2.2.3 ประมาณ 1 กิโลกรัม บรรจุในภาชนะที่มีช่องระบายอากาศแล้วปิดทับด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกห่ออาหาร เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของขนมจีนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตั้งแต่วันที่ 0, 1, 2, 3,... จนกว่าขนมจีนจะเสีย ดังนี้

3.2.4.1 ลักษณะทางกายภาพของเส้นขนมจีน (กลิ่น และสี)

3.2.4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาการใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

เมื่อทำการหมักปลายข้าวโดยใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่ระดับต่าง ๆ กัน ดังนี้ 0, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 กรัมต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัม ปรากฏผลดังนี้

การใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา 0 กรัม (ไม่เติมกล้าเชื้อรา) เมื่อเริ่มต้นการหมักปลายข้าว จะมีลักษณะแข็ง และปลายข้าวมีสีขาว หลังจากหมักครบ 24 ชั่วโมง ปลายข้าวเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตกเพียงบางส่วน ส่วนสีของปลายข้าวยังคงเหมือนเดิม คือมีสีขาว ดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 48 ชั่วโมง ปลายข้าวจะมีลักษณะเปื่อยยุ่ย มีกลิ่นแปลกปลอม ปลายข้าวมีสีเหลือง และสีเขียว ดังแสดงในภาพที่ 4 (ข)

การใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา 0.2 กรัม เมื่อเริ่มต้นการหมักปลายข้าว จะมีลักษณะแข็ง และมีสีขาว หลังจากหมักครบ 24 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตกทั้งเม็ด มีสีขาวทั่วทั้งหมด และมีกลิ่นหมัก ดังแสดงในภาพที่ 5 (ก) เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 48 ชั่วโมง ปลายข้าวจะมีความเปื่อยยุ่ย มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และยังพบว่า มีการเจริญของเชื้อราจนเห็นสปอร์สีดำ ดังแสดงในภาพที่ 5 (ข)

การใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา 0.5 กรัม เมื่อเริ่มต้นการหมักปลายข้าว จะมีลักษณะแข็ง และปลายข้าวมีสีขาว หลังจากหมักครบ 24 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย เมื่อบี้ปลายข้าวแตกทั้งเม็ด มีกลิ่นหมัก ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อราจนเห็นสปอร์สีดำ ดังแสดงในภาพที่ 6 (ก) เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 48 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย คือ เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตกทั้งเม็ด มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อรามากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6 (ข)

การใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา 1.0 กรัม เมื่อเริ่มต้นการหมักปลายข้าว จะมีลักษณะแข็ง และปลายข้าวมีสีขาว หลังจากหมักครบ 24 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตก ทั้งเม็ด มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อราจนเห็นสปอร์สีดำเพียงบางส่วน ดังแสดงในภาพที่ 7 (ก) เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 48 ชั่วโมง ปลายข้าวมี ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

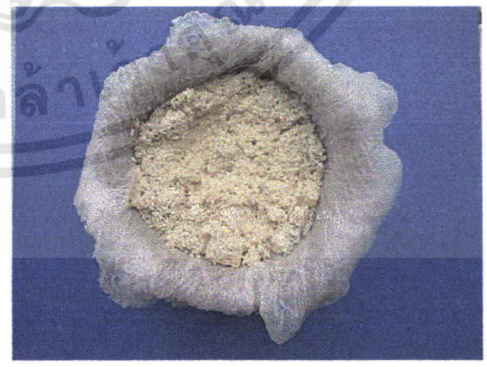
เปื่อยยุ่ย คือ เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตกทั้งเม็ด มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อรามากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 7 (ข)

การใช้ปริมาณกล้าเชื้อรา 2.0 กรัม เมื่อเริ่มต้นการหมักปลายข้าว จะมีลักษณะแข็ง และปลายข้าวมีสีขาว หลังจากหมักครบ 24 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย เมื่อบี้ปลายข้าวจะแตก ทั้งเม็ด มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อราจนเห็นสปอร์สีดำบางส่วน ดังแสดงในภาพที่ 8 (ก) เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 48 ชั่วโมง ปลายข้าวมีความเปื่อยยุ่ย คือ เมื่อบี้ปลายข้าว แตกทั้งเม็ด มีกลิ่นหมักที่รุนแรง ปลายข้าวมีสีขาวปนเหลือง และมีการเจริญของเชื้อรามากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 8 (ข)

ซึ่งสามารถสรุปลักษณะทางกายภาพของปลายข้าวหมักโดยใช้ปริมาณกล้าเชื้อราที่ระดับต่าง ๆ กัน และที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2

ภาพที่ 3 ปลายข้าวก่อนการหมัก

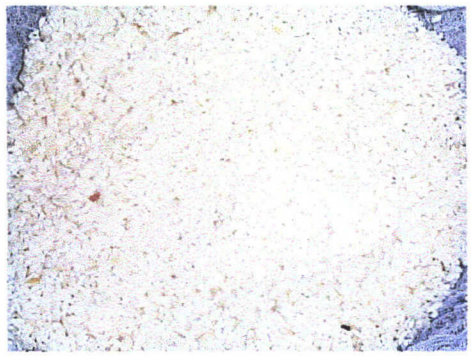
ภาพที่ 4 (ก) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 (ข) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 4 ปลายข้าวหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อรา ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 (ก) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 5 (ข) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 5 ปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 0.2 กรัม ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของการหมัก

ภาพที่ 6 (ก) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 6 (ข) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 6 ปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 0.5 กรัม ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของการหมัก

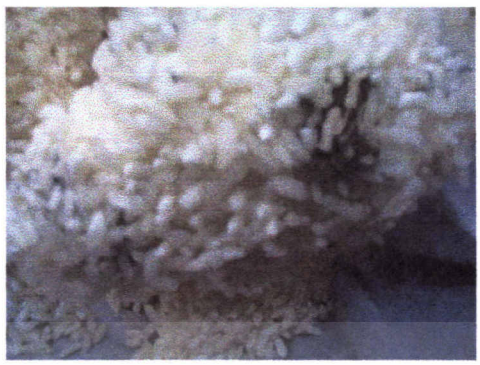
ภาพที่ 7 (ก) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 7 (ข) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 7 ปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 1.0 กรัม ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36626



ภาพที่ 8 (ก) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 8 (ข) ปลายข้าวหลังการหมักครบ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 8 ปลายข้าวหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 2.0 กรัม ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของการหมัก

ตารางที่ 2 : แสดงลักษณะทางกายภาพของปลายข้าวหมักที่ระดับปริมาณกล้าเชื้อราและระยะเวลาต่างๆกัน

ปริมาณกล้าเชื้อรา (กรัม)	ลักษณะทางกายภาพของปลายข้าวหมัก					
	24 ชั่วโมง			48 ชั่วโมง		
	สี	กลิ่น	ความเปื่อยยุ่ย	สี	กลิ่น	ความเปื่อยยุ่ย
0	1	1	1	4	4	2
0.2	1	2	3	4	3	3
0.5	2	2	3	4	3	3
1.0	2	3	3	4	3	3
2.0	4	3	3	4	3	3

หมายเหตุ - ระดับความเปื่อยยุ่ยของปลายข้าวหมักมีดังนี้

ระดับที่1 บี้เม็ดข้าวไม่แตก

ระดับที่2 บี้เม็ดข้าวมีบางส่วนแตก

ระดับที่3 บี้เม็ดข้าวแตกทั้งเม็ด

ระดับที่4 หยิบข้าวแล้วแตกเลย

ระดับความเปื่อยยุ่ยของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือระดับที่3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับกลิ่นของปลายข้าวหมักมีดังนี้

ระดับที่1 ไม่มีกลิ่นบูดเลย

ระดับที่2 มีกลิ่นหมัก

ระดับที่3 มีกลิ่นหมักรุนแรง

ระดับที่4 มีกลิ่นบูดและกลิ่นแปลกปลอม

ระดับกลิ่นของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือ ระดับที่ 2

- ระดับสีของปลายข้าวหมักมีดังนี้ (เริ่มต้นการหมักปลายข้าวมีสีขาว)

ระดับที่1 มีสีขาวทั่วทั้งหมด

ระดับที่2 มีสีขาวปนเหลือง

ระดับที่3 มีสีเหลืองทั่วทั้งหมด

ระดับที่4 มีสีเหลืองปนเขียว หรือ เหลืองปนดำ

ระดับสีของปลายข้าวหมักที่เหมาะสมคือระดับที่1

4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของปลายข้าวหมักและขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา

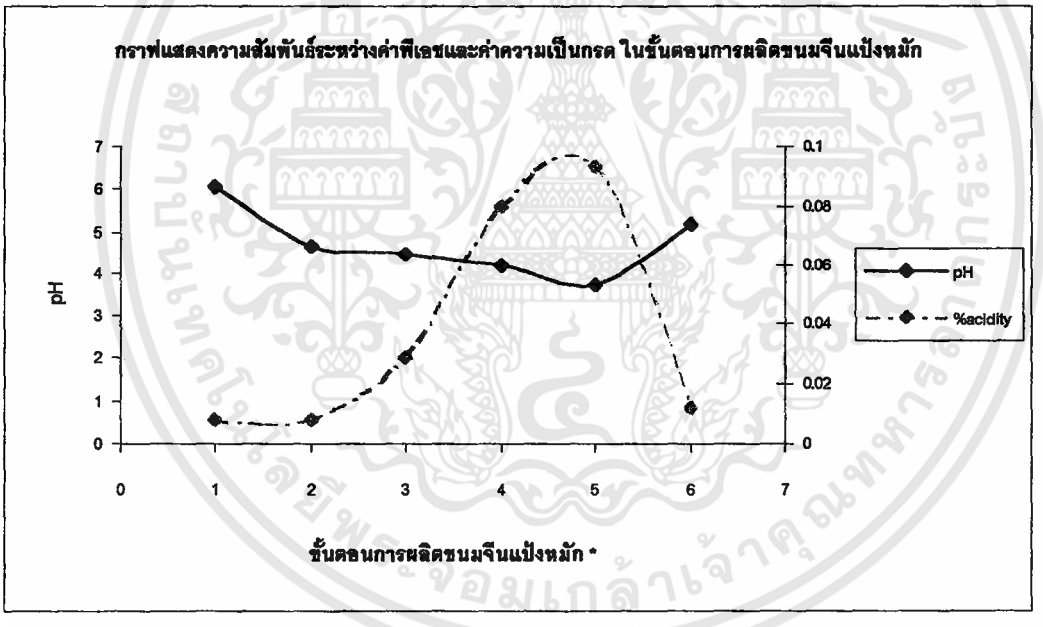
การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมักตั้งแต่ขั้นตอนการหมักปลายข้าว จนถึงขั้นตอนการผลิตเป็นเส้นขนมจีน พบว่าค่าพีเอชมีแนวโน้มลดต่ำลงจาก 6.06 เป็น4.63 และ4.44 ที่ระยะเวลา 0, 18 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และค่าพีเอชยิ่งลดต่ำลงเป็น 4.18 และ 3.73 ในขั้นตอนการนอนน้ำแป้งและขั้นตอนการทับน้ำแป้ง ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรดนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จาก 0.008% เป็น 0.029% เมื่อหมักปลายข้าวครบ 24 ชั่วโมง และใน ขั้นตอนการนอนน้ำแป้ง และขั้นตอนการทับน้ำแป้งมีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 0.080% และ0.093% ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ส่วนอุณหภูมิของปลายข้าวในระหว่างขั้นตอนการหมัก พบว่า อุณหภูมิของปลายข้าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 28.5 °C เป็น 42 °C ที่ระยะเวลาของการหมักครบ 24 ชั่วโมง

จากการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชลดต่ำลง และค่าความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้นนั้นเนื่องมาจากกิจกรรมของเชื้อราและแบคทีเรียแลคติค โดยขั้นตอนการหมักปลายข้าวเกิดจากกิจกรรมของเชื้อรา และแบคทีเรียแลคติค โดยเชื้อราสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายแป้ง ส่วนกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียแลคติคคือสร้างกรด ทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าพีเอชลดต่ำลงในขั้นตอนการนอนน้ำแป้งและขั้นตอนการทับน้ำแป้ง (นิตยา, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 : แสดงค่าพีเอช (pH) และค่าความเป็นกรด (%ความเป็นกรด) ในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา

ขั้นตอนการผลิตขนมจีน	pH	%acidity
1. ข้าวก่อนการหมัก	6.06	0.008
2. ข้าวหมัก ครบ 18 ชม.	4.63	0.008
3. ข้าวหมัก ครบ 24 ชม.	4.44	0.029
4. การนอนน้ำแป้ง	4.18	0.080
5. การทับน้ำแป้ง	3.73	0.093
6. เส้นขนมจีน	5.19	0.012



หมายเหตุ * 1. ข้าวก่อนการหมัก

2. ข้าวหมักครบ 18 ชั่วโมง

3. ข้าวหมักครบ 24 ชั่วโมง

4. การนอนน้ำแป้ง

5. การทับน้ำแป้ง

6. เส้นขนมจีน

ภาพที่ 9 : กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และค่าความเป็นกรดในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17495

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้บริโภค ของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้บริโภคของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติที่ซื้อจากตลาด โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบความชอบด้วยวิธี Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ซึ่งทดสอบคุณภาพของขนมจีนในปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม

ผลการทดสอบสามารถวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีเปรียบเทียบคู่ t-Test : Paired Two Sample for Means (ตารางที่ 4) ซึ่งเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยสำหรับสองกลุ่มตัวอย่าง พบว่าปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับการทดสอบแบบสองทาง โดยค่าความน่าจะเป็น P(T≤ t) two-tail ในปัจจัยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า 0.015 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ส่วนปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากค่า P(T≤ t) two-tail มีค่า 0.246, 0.694, 0.3367และ 0.201 ตามลำดับ มีค่ามากกว่าค่า α ที่กำหนดคือ 0.05

สำหรับค่าเฉลี่ยในปัจจัยคุณภาพด้านสีและกลิ่นของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามีค่า 3.90 และ 3.20 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของขนมจีนแป้งหมักปกติมีค่า 3.55 และ 3.10 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมนั้นขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าขนมจีนแป้งหมักปกติคือ 3.40, 3.30 และ3.50 น้อยกว่า 3.65, 3.95 และ3.85 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมจีนแป้งหมักปกติที่ขายตามท้องตลาด เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับหนึ่ง แต่ควรปรับปรุงปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสต่อไปในอนาคต

วิจารณ์ผลการทดลอง

ปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิจารณ์ของผู้ทดสอบพบว่า ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามีความเหนียวเกินไป อาจเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ คือย่อยแป้งมากเกินไป แป้งอาจแปรสภาพไปมาก

ดังนั้นในการพัฒนาในอนาคตอาจมีการผสมแป้งปกติที่ไม่ใช่แป้งหมักลงไปในขั้นตอนการนวดแป้ง หรืออาจเพิ่มหรือลดระยะเวลาในขั้นตอนการต้มแป้ง หรืออาจเติมกล้าเชื้อตัวอื่นผสมร่วมกับกล้าเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 : แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี t-Test : Paired Two Sample for Means ของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อราเปรียบเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติ

t-Test: Paired Two Sample for Means

	สี		กลิ่น		รสชาติ		เนื้อสัมผัส		การยอมรับรวม	
	เติมเชื้อ	ตลาด	เติมเชื้อ	ตลาด	เติมเชื้อ	ตลาด	เติมเชื้อ	ตลาด	เติมเชื้อ	ตลาด
Mean	3.9	3.55	3.2	3.1	3.4	3.65	3.3	3.95	3.5	3.85
Variance	0.515789	0.786842	0.8	0.936842	0.357895	0.765789	0.957895	0.471053	0.368421	0.765789
Observations	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
df	19		19		19		19		19	
P(T<=t) two-tail	0.246459		0.693922		0.366503		0.015192		0.201172	
t Critical two-tail	2.093025		2.093025		2.093025		2.093025		2.093025	

4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อราเปรียบเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติ โดยนำเส้นขนมจีนประมาณ 1 กิโลกรัม บรรจุในภาชนะที่มีช่องระบายอากาศ และหุ้มด้วยฟิลม์พลาสติกห่ออาหาร เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ด้วยวิธี Viable Plate Count (Spread Plate)ทุกๆวันจนกว่าขนมจีนจะเสีย

จากการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา เท่ากับ 4.5×10^6 cfu/g โดยเส้นขนมจีนมีลักษณะสีขาวนวลเป็นมันวาว มีความเหนียว ไม่ขาดง่าย และมีกลิ่นหมัก หลังจากเก็บรักษาขนมจีน 24 ชั่วโมง (1วัน) เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 9.3×10^6 cfu/g เส้นขนมจีนมีลักษณะในด้านสี ความมันวาว กลิ่น เหมือนวันแรก เมื่อทำการเก็บรักษาถึง 48 ชั่วโมง (2 วัน) ไม่สามารถทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากเส้นขนมจีนมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมในการบริโภค คือมีราและมีกลิ่นบูดเกิดขึ้น ดังตารางที่ 5 และ6

ส่วนขนมจีนแป้งหมักปกติ เริ่มต้นของการทำการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 7.0×10^5 cfu/g โดยเส้นขนมจีนมีลักษณะสีขาวขุ่น สีหม่น ๆ เป็นมันวาว มีความเหนียว ไม่ขาดง่าย มีกลิ่นหมัก และกลิ่นเค็มคล้ายกลิ่นน้ำปลา หลังจากทำการเก็บรักษาขนมจีน 24 ชั่วโมง (1วัน) พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.9×10^7 cfu/g เส้นขนมจีนมีลักษณะแห้งบางส่วน แต่สี ความมันวาว ความเหนียว และกลิ่นเหมือนวันแรก เมื่อทำการเก็บรักษาถึง 48 ชั่วโมง (2 วัน) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 1.5×10^8 cfu/g เส้นขนมจีนมีลักษณะแห้งบริเวณที่สัมผัสอากาศ สีคงเดิม ความมันวาว และความเหนียวลดลง เส้นขาดง่าย ไม่ยืดหยุ่น กลิ่นหมัก และกลิ่นเค็มลดลง ดังตารางที่ 5 และ6

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าขนมจีนแป้งหมักปกติซึ่งเป็นขนมจีนที่ขายตามท้องตลาดนั้นมีอายุการเก็บรักษานานกว่าขนมจีนแป้งหมักที่ใส่เชื้อรา เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการเติมสารกันบูด คือ โซเดียมเบนโซเอต 50 กรัมต่อแป้ง 30-40 กิโลกรัม ในขั้นตอนการนวดแป้ง(จากการสอบถามผู้ผลิตขนมจีนแป้งหมักที่นิคมอุตสาหกรรมขนมจีน อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 : แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อราเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติ

วันที่	ตัวอย่างอาหาร	จำนวนต่อกรัมอาหาร (cfu/g)
0	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	4.5×10^6
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	7.0×10^5
1	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	9.3×10^6
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	1.9×10^7
2	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	*
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	1.5×10^8

หมายเหตุ * หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างขนมจีนเน่าเสียแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 : แสดงลักษณะทางกายภาพในการศึกษาอายุการเก็บของขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา กับขนมจีนแป้งหมักปกติที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

วันที่	ตัวอย่างอาหาร	ลักษณะทางกายภาพ
0	ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	เส้นขนมจีนสีขาวนวล เป็นมันวาว มีความเหนียว : มีความยืดหยุ่น ไม่ขาดง่าย และมีกลิ่นหมัก
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	เส้นขนมจีนสีขาวขุ่น สีหม่นๆ เป็นมันวาว มีความเหนียว : มีความยืดหยุ่น ไม่ขาดง่าย มีกลิ่นหมักและกลิ่นเค็มคล้ายกลิ่นน้ำปลา
1	ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	เส้นขนมจีนมีลักษณะในด้านสี ความมันวาว กลิ่น เหมือนวันแรก
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	เส้นขนมจีนเริ่มแห้งบางส่วน แต่สี ความมันวาว ความเหนียว และกลิ่นเหมือนวันแรก
2	ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา	เส้นขนมจีนมีเชื้อราเส้นใยสีขาว สปอร์สีดำเกิดขึ้น เกิดเมือกบริเวณที่ติดกับก้นภาชนะ มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	เส้นขนมจีนแห้งบริเวณที่สัมผัสอากาศ สีคงเดิม ความมันวาว และความเหนียวลดลง : เส้นขาดง่าย ไม่ยืดหยุ่น กลิ่นหมักและกลิ่นเค็มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อราที่เหมาะสมต่อการผลิตเส้นขนมจีนแป้งหมัก คือ 0.2 กรัมต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัม และที่ระยะการหมักปลายข้าวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องจากปลายข้าวหมักที่ได้มีความเปื่อยยุ่ย ไม่มีกลิ่นบูด ลักษณะปลายข้าวมีสีขาว และเมื่อนำปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมมาทำการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของปลายข้าวหมัก พบว่า ในระหว่างขั้นตอนการหมักปลายข้าวนั้น อุณหภูมิของปลายข้าวเพิ่มสูงขึ้น จากอุณหภูมิของปลายข้าวก่อนการหมักเท่ากับ 28.5 °C และเมื่อทำการหมักจนครบ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิของปลายข้าวเพิ่มสูงขึ้นเป็น 42 °C นอกจากนี้ยังพบว่าค่าพีเอช ในระหว่างการหมักปลายข้าว ลดต่ำลง คือ จากค่าพีเอชก่อนการหมักปลายข้าวเท่ากับ 6.06 เมื่อทำการหมักปลายข้าวครบ 24 ชั่วโมง ค่าพีเอชที่ได้เท่ากับ 4.44 และค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จาก 0.008%ก่อนทำการหมัก เมื่อหมักครบ 24 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดเท่ากับ0.029% และเมื่อทำการศึกษาต่อถึงลักษณะทางเคมีและกายภาพของแป้งนอนน้ำ แป้งทับน้ำ และเส้นขนมจีน พบว่า ในขั้นตอนการนอนน้ำแป้ง แป้งที่ได้จะมีค่าพีเอชลดลง และค่าความเป็นกรดสูงขึ้นจากขั้นตอนการหมักข้าว คือ 4.18 และ0.080% ตามลำดับ ส่วนในขั้นตอนการทับน้ำแป้งก็เช่นเดียวกันจะได้ค่าพีเอชลดลง และค่าความเป็นกรดสูงขึ้นจากขั้นตอนการนอนน้ำแป้ง คือ 3.73 และ0.093% ตามลำดับ และสุดท้ายในขั้นตอนการผลิตเส้นขนมจีนแป้งหมัก เมื่อทำการตรวจวัดค่าพีเอช และค่าความเป็นกรด พบว่า ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดลดลง ซึ่งได้เท่ากับ 5.19 และ 0.012% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามาศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้บริโภค โดยทำการเปรียบเทียบกับขนมจีนแป้งหมักปกติ ด้วยวิธี Hedonic Scale ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถประเมินผลทางสถิติด้วยวิธีเปรียบเทียบคู่ t-Test : Paired Two Sample for Meansพบว่า ขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรามีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เช่นเดียวกับขนมจีนแป้งหมักปกติในปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติ แต่ปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสนั้นยังต้องมีการปรับปรุงต่อไปในอนาคต

เมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมจีนแป้งหมักที่เก็บไว้อุณหภูมิห้อง พบว่าขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา สามารถเก็บได้ประมาณ 1 วัน(24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 1.5×10^7 และที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมงนั้นลักษณะทางกายภาพของเส้นขนมจีนมีเชื้อราขึ้นเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยสีขาว สปอร์สีดำ เกิดเมือกบริเวณก้นภาชนะ และมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เมื่อนำมาเปรียบเทียบการเก็บรักษากับขนมจีนแป้งหมักปกติ ขนมจีนแป้งหมักปกติจะสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา นั่นก็เพราะ ขนมจีนแป้งหมักปกติที่ขายตามท้องตลาดมีการใส่สารกันบูด จึงทำให้อายุการเก็บรักษาของขนมจีนแป้งหมักปกตินานกว่าขนมจีนแป้งหมักที่ใช้กล้าเชื้อรา

ดังนั้นในการทดลองใช้กล้าเชื้อราปริมาณ 0.2 กรัมต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัมในกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมักนั้นสามารถลดระยะเวลาในการหมักเหลือเพียง 1 วัน ส่งผลให้ลดการสูญเสียแป้ง สูญเสียน้ำในการล้างปลายข้าว ลดมลภาวะทางน้ำทิ้ง และช่วยลดระยะเวลาในการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2528. ขนมจีน. อาหาร. 15(3) : 123-129นิตยา บุญมี. 2532. จุลินทรีย์ในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

นภา โล่ห์ทอง. 2535. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต.

บวรพรรณ ชูโชติรส และ พิมประภา ฤกษ์พลิน. 2542. การผลิตข้าวเสริมแคลเซียม (Product of Calcium Fortified Rice). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2543. เอกสารประกอบการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีอาหาร. การวิเคราะห์ acidity. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 31-33 น.

Kraidej, L., C. Wongkhalaung., M. Muangnoi., P. Patarakulpong., P. Chimaneg., S. Phoopat And W. Yongmanitchai. 1977. Khanom-Chin. The Fifth International Conference on Global Impacts of Applied Microbiology, November 21-26, 1977. Bangkok. 35 P.

Toyada, T., W. Daengsubha., P. Saisith and M. Kozaki. 1979. Acid Forming Bacteria From Fermented Rice Noodle. Annual Report of International Center of Coorerative Research and Development in Microbiology Engineering. 273 P.

Uchimura, T., W. Daengsubha., S. Okada., Y. Nimura., N. Ohara and M. Kozaki. Microoorganisms and its role on fermented rice noodle (Kha-nom-Jeen) of Thailand. JSPS-NRCT Symposium at Chiengmai University, November, 1988. Chiengmai, Thailand. (inpress)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การผลิตกล้าเชื้อราบนพื้นผิวด้านในของภาชนะแก้ว

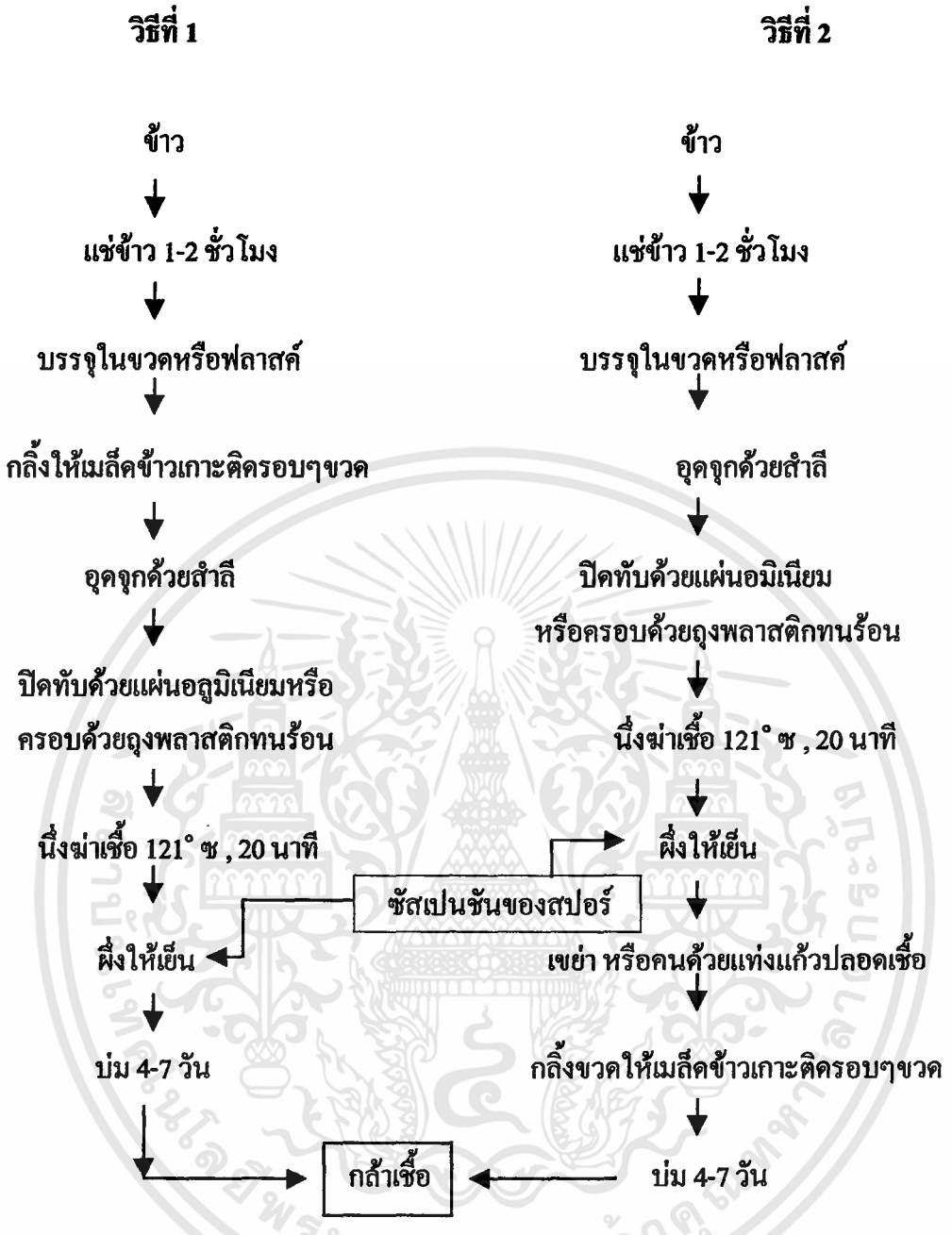
1. วิธีทำ

1.1 แช่ข้าวประมาณ 1-2 ชั่วโมง บรรจุในขวดโหลปากกว้าง หรือฟลาสค์ กลิ้งหรือเขย่าภาชนะให้เมล็ดข้าวเกาะติดพื้นผิวด้านในของภาชนะโดยรอบ ปริมาณข้าวที่ใช้นั้นจะต้องพอเหมาะกับภาชนะ กล่าวคือมีปริมาณมากพอที่จะแผ่กระจายเรียงเมล็ดทั่วพื้นผิวโดยไม่มีช่องว่าง และเมล็ดจะต้องไม่ซ้อนกัน เมื่ออุดจุกภาชนะแล้ว จึงนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดันไอที่อุณหภูมิ 121° C ประมาณ 20 นาที เมื่อเย็นแล้วจึงหยดซัสเปนชันของสปอร์โดยรอบปากภาชนะ เพื่อให้ซัสเปนชันไหลลงทั่วเมล็ดข้าวในฟลาสค์

1.2 แช่ข้าวและบรรจุในภาชนะตามปริมาณเช่นเดียวกับวิธีที่1 แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดความดันไอเช่นเดียวกัน เมื่อข้าวเย็นแล้ว ใส่ซัสเปนชันของสปอร์ หรือผงสปอร์ซึ่งเป็นเชื้อบริสุทธิ์ แล้วจึงกลิ้งหรือเขย่าขวด จนเมล็ดข้าวแผ่กระจายเรียงเมล็ดทั่วพื้นผิวภายใน

สำหรับวิธีแรกนั้น สามารถทำให้เมล็ดข้าวกระจายไปเกาะพื้นผิวโดยรอบของขวดหรือฟลาสค์ได้ง่าย โดยที่การเรียงตัวของเมล็ดจะสม่ำเสมอ เนื่องจากข้าวยังไม่ถูกความร้อนจึงร่วนไม่เกาะติดกัน แต่แรงกระเทือนในขณะที่นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ หรือวางภาชนะโดยไม่ระมัดระวังจะทำให้เมล็ดข้าวกลับหลุดจากผิวภาชนะลงมารวมอยู่ที่ก้นภาชนะได้ ส่วนวิธีที่สองนั้น การทำให้เมล็ดข้าวซึ่งสุกแล้วกระจายไปเกาะข้างขวดจะทำได้ยาก และการเรียงเมล็ดจะไม่สม่ำเสมอ วิธีนี้จึงไม่ควรใช้ข้าวเหนียวเป็นซับสเตรท ข้อได้เปรียบของวิธีนี้อยู่ที่ไม่ต้องใส่ซัสเปนชันเชื้อราทีหลัง เมื่อข้าวเกาะข้างขวดแล้วจะบ่มเชื้อได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิการผลิตกล้าเชื้อบนเมล็ดข้าวซึ่งเกาะติดภายในภาชนะแก้ว (นภา, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. PCA (Plate Count Agar)

1.1 ส่วนประกอบของ PCA

Tryptone	5	กรัม
Glucose	1	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

1.2 วิธีเตรียม

1.2.1 ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ นำไปต้มจนวุ้นละลาย ระวังอย่าให้วุ้นจับตัวเป็นก้อน

1.2.2 นำแบ่งใส่ขวด ๆ ละ 180 มิลลิลิตร ปิดจุก

1.2.3 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่ 121 °C (ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว)นาน 15 นาที

2. น้ำเกลือ (0.85% NaCl)

2.1 ส่วนประกอบของ 0.85% NaCl

NaCl	0.85	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

2.2 วิธีเตรียม

2.2.1 ละลาย NaCl ในน้ำกลั่น

2.2.2 นำแบ่งใส่ขวดสีชา ขวดละ 225 มิลลิลิตร และหลอดทดลอง ๆ 9 มิลลิลิตร ปิดจุก

2.2.3 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่ 121 °C (ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว)นาน 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยวิธี Spread plate

1. วิธีการ

1.1 เตรียมตัวอย่างเจือจางโดยใช้ระดับความเจือจางที่ระดับ 1:10, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ 10^{-6} โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม เริ่มต้นเติมน้ำเกลือเจือจาง 225 มิลลิลิตร

1.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารตามระดับความเจือจางที่ต้องการลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ จานละ 0.1 มิลลิลิตร โดยใช้ 2 จานในแต่ละระดับความเจือจาง

1.3 ใช้แท่งแก้วงอจุ่มแอลกอฮอล์ ลนไฟ แกว่งเบา ๆ ให้เย็น เกลี่ย (spread) ให้อาหารกระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งทำได้โดยใช้มือหนึ่งช่วยหมุน plate โดยแตะแท่งแก้วไว้บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมทั้งให้หมุนไปรอบ ๆ

1.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 2-5 วัน

1.5 รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัมของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด

1. การเตรียมสารละลาย Potassium phthalate

ชั่ง Potassium phthalate ที่อบแห้งที่ 120 °C นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน disiccator ด้วยตาชั่งละเอียด 0.6000-0.7000 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 50-75 มิลลิลิตร

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน NaOH

2.1 วิธีการ

2.1.1 เตรียมสารละลาย NaOH 0.1 N (โดยประมาณ) ชั่ง sodium hydroxide 50 กรัมใน watch glass ละลายสารด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้สักครู่ พร้อมกับปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา (watch glass)

2.1.2 ดูดสารละลายส่วนที่ใสในบีกเกอร์ประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวด Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกันด้วยดี

2.1.3 นำ สารละลาย Potassium phthalate หยดสารละลาย phenolphthalein 1% จำนวน 2 หยด

2.1.4 นำสารละลาย Potassium phthalate ไตเตรทกับสารละลาย NaOH ที่บรรจุอยู่ใน Burette จนสารละลาย Potassium phthalate เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน และสีชมพูยังคงไม่เปลี่ยนภายในเวลา 1 นาที

2.2 การคำนวณ Normality NaOH

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) Potassium phthalate}}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229} \times 1000$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด

3.1 วิธีการ

3.1.1 นำตัวอย่างอาหาร 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3.1.2 ดูดสารละลายอาหารด้วยปิเปตจำนวน 20 มิลลิลิตร ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร หยด phenolpthalein จำนวน 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3.1.3 นำสารละลายไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำ

3.2 การคำนวณค่าความเป็นกรด

$$\text{ค่าความเป็นกรด} = \frac{\text{ml.NaOH x Normality NaOH x Equivalent wt. of Lactic Acid x 100}}{\text{ml. (or gm.) sample x 1000}}$$

หมายเหตุ : Equivalent wt. of Lactic Acid = 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

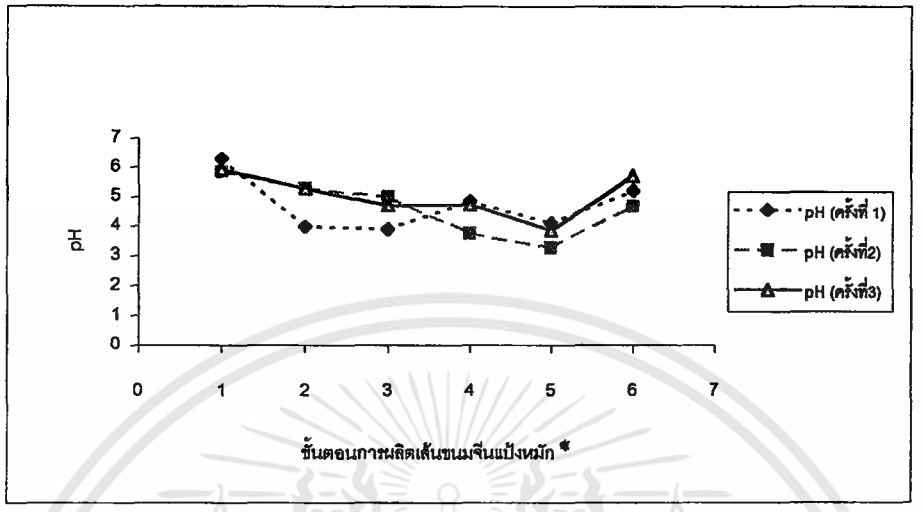
ภาคผนวก ข

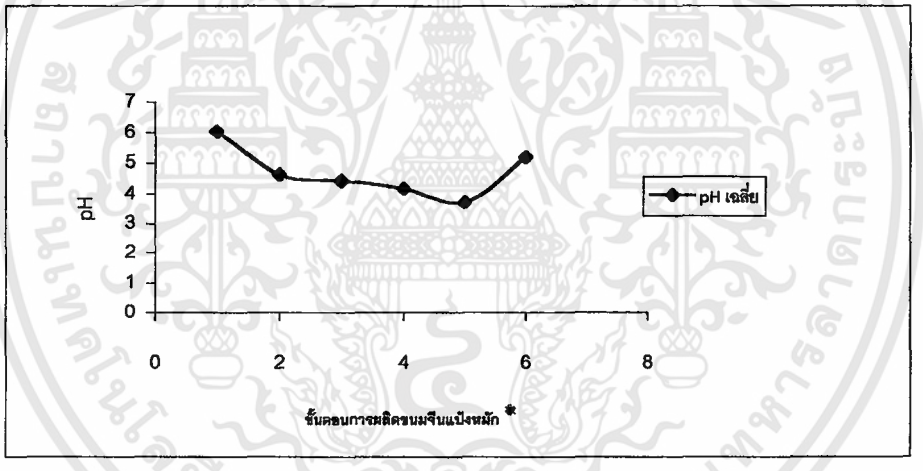
ค่าพีเอชและค่าความเป็นกรดของปลายข้าว และแป้งในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

1. ตารางแสดงผลพีเอชและค่า ความเป็นกรดของปลายข้าวและแป้งในขั้นตอนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

ขั้นตอนการผลิตขนมจีน	pH				ค่าความเป็นกรด (%)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. ข้าวก่อนการหมัก	6.28	5.84	5.91	6.06	0.008	0.008	0.008	0.008
2. ข้าวหมัก ครบ 18 ชม.	3.97	5.28	5.28	4.63	0.008	0.008	0.008	0.008
3. ข้าวหมัก ครบ 24 ชม.	3.88	5.00	4.70	4.44	0.039	0.031	0.016	0.029
4. การนอนน้ำแป้ง	4.86	3.73	4.72	4.18	0.07	0.07	0.101	0.08
5. การทับน้ำแป้ง	4.09	3.26	3.84	3.73	0.092	0.101	0.085	0.093
6. เส้นขนมจีน	5.21	4.67	5.70	5.19	0.019	0.008	0.008	0.012

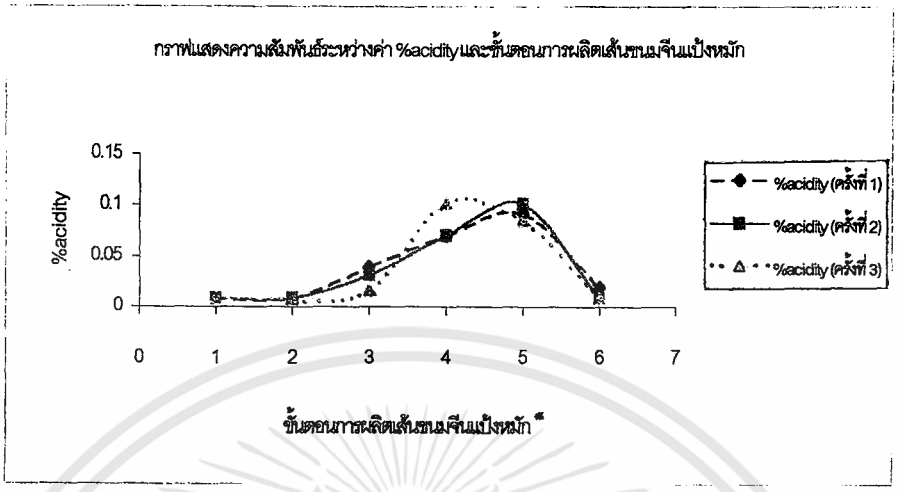
2. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา 0.2 กรัม ต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัม

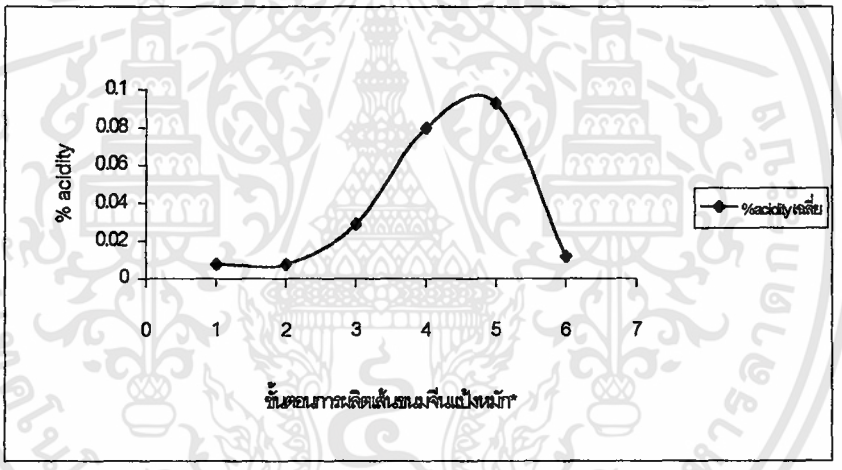




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดในระหว่างกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก ที่เติมกล้าเชื้อรา 0.2 กรัม ต่อปลายข้าว 1 กิโลกรัม





หมายเหตุ * 1. ข้าวก่อนการหมัก
2. ข้าวหมักครบ 18 ชั่วโมง
3. ข้าวหมักครบ 24 ชั่วโมง
4. การนอนน้ำแป้ง
5. การทับน้ำแป้ง
6. เส้นขนมจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมจีนแป้งหมักใช้กล้าเชื้อรา

วัน/เดือน/ปี .....

ชื่อผู้ชิม.....เพศ.....

ให้ผู้ชิมทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามลำดับ

5 หมายถึง ชอบมาก

4 หมายถึง ชอบ

3 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ไม่ชอบมาก

หมายเลขผลิตภัณฑ์	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม 20 คน

ผู้ชิม	สี		กลิ่น		รสชาติ		เนื้อสัมผัส		การยอมรับรวม	
	ใส่เชื้อ	ตลาด	ใส่เชื้อ	ตลาด	ใส่เชื้อ	ตลาด	ใส่เชื้อ	ตลาด	ใส่เชื้อ	ตลาด
1	3	4	2	2	3	4	2	4	3	4
2	4	3	3	2	2	4	3	4	3	4
3	4	5	4	4	3	5	5	5	3	5
4	5	4	4	5	3	5	4	5	4	5
5	4	3	4	2	4	3	3	3	4	2
6	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3
7	4	3	2	3	3	3	2	3	3	3
8	3	5	5	4	4	3	4	4	5	4
9	4	2	3	3	4	3	3	4	4	3
10	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
11	3	5	3	3	3	3	3	4	3	5
12	3	4	4	2	3	4	3	3	3	4
13	5	4	3	3	4	5	2	5	3	5
14	5	3	3	4	3	4	5	4	4	4
15	4	3	2	4	4	4	4	3	4	3
16	4	3	4	2	4	2	3	3	4	3
17	4	3	3	3	4	4	5	4	4	4
18	4	2	2	3	3	4	2	4	3	4
19	3	4	4	3	4	2	3	4	3	3
20	3	4	2	2	3	3	3	5	3	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์

ตารางแสดงการรายงานผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในขนมจีนแป้งหมักที่ใส่กล้าเชื้อรากับขนมจีนแป้งหมักปกติ

วันที่	ตัวอย่างอาหาร	จำนวนโคโลนีที่ระดับความเจือจาง					จำนวนต่อกรัมอาหาร (cfu/g)
		10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	
0	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	>300	>300	45	<30		
		>300	>300	<30	<30		4.5×10^{6}
		>300	50	<30	<30		
		>300	39	<30	<30		4.5×10^{6}
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	>300	98	<30	<30		
		>300	103	<30	<30		1.0×10^{6}
		>300	32	<30	<30		
		>300	47	<30	<30		4.0×10^{5}
1	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	>300	>300	148	<30		
		>300	>300	145	<30		1.5×10^{7}
		>300	>300	31	<30		
		>300	>300	39	<30		3.5×10^{6}
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ	279	47	<30	<30		
		62	55	<30	<30		5.1×10^{5}
		>300	>300	>300	35		
		>300	>300	>300	42		3.8×10^{7}
2	ขนมจีนแป้งหมักที่เติมกล้าเชื้อรา	-	-	-	-		-
		-	-	-	-		
	ขนมจีนแป้งหมักปกติ			>300	185	<30	
				270	166	<30	1.8×10^{8}
				>300	125	<30	
				>300	117	<30	1.2×10^{8}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกรกนก สุขะปุนะพันธ์ เกิดวันที่ 13 มิถุนายน 2522 จังหวัดระนอง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายเมื่อปี 2540 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ และจบการศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

นางสาวกรองกาญจน์ ร่มสงฆ์ เกิดวันที่ 1 มกราคม 2522 จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายเมื่อปี 2540 จากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา และจบการศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้