สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาผลิตภัณฑ์แหนมเส้น โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum

Study on Nhamsen using by Lactobacillus plantarum

โดย

นางสาวสีฟ้า ซิงห์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ฟพ.
ส373ก
2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33221
วัน, เดือน, ปี 15 ก.ค. 2542

ห้องสมุดกลางฯ ได้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2541

ชื่อเรื่อง การศึกษาผลิตภัณฑ์แหนมเส้น โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum

Study on Nhamsen using by Lactobacillus plantarum

ชื่อ-สกุล นางสาวสีฟ้า ซิงห์

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ภัทราภรณ์ เชื้อนันตา

บทคัดย่อ

ในการผลิตแหนมเส้นโดยเติมเชื้อบริสุทธิ์ Lactobacillus plantarum ลงไป 2 ตัวอย่าง ความเข้มข้น 10^{-5} และ 10^{-6} และไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์อีก 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 3 ตัวอย่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตแหนมเส้นโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum และเพื่อศึกษาถึงผลของการใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum ในการผลิตแหนมเส้น

จากการผลิตแหนมเส้นพบว่า ลักษณะการเกิดกรดในแหนมแต่ละตัวอย่างมีการเกิดกรดดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum 10^{-5} มีแนวโน้มในการเกิดกรดสูงตั้งแต่ในวันที่ 1 คือมีค่าเปอร์เซ็นต์กรด 3.50 จนถึงวันที่ 5 ของการหมักมีเปอร์เซ็นต์กรด 6.10 ตัวอย่างที่ 2 แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum 10^{-6} ในวันที่ 1 มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์กรดสูงเช่นกันคือมีค่าเปอร์เซ็นต์กรด 3.03 จนถึงวันที่ 5 ของการหมักมีเปอร์เซ็นต์กรด 5.53 และในตัวอย่างที่ 3 คือแหนมที่ไม่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น เปอร์เซ็นต์กรดในวันที่ 1 มีค่า 1.43 จนถึงวันที่ 5 ของการหมักมีค่าเปอร์เซ็นต์กรด 4.93 ซึ่งจากเปอร์เซ็นต์กรดจะเห็นว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันในวันแรกของการหมัก แต่เมื่อมาถึงวันที่ 5 คือวันสุดท้ายของการหมักนั้นค่าเปอร์เซ็นต์กรดจะมีความใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส โดยทดสอบทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะโดยรวมพบว่าการทดสอบทั้ง สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและคุณลักษณะโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองจะเห็นว่า เชื้อบริสุทธิ์ที่เติมลงไปในการผลิตแหนมทำให้แหนมมีปริมาณกรดสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และผู้บริโภคก็ยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์ดังนั้นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์จากเชื้อบริสุทธิ์ Lactobacillus plantarum ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหมักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์หลายท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ภัทราภรณ์ เชื้อนันตา อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ จิตรตรา กาญจนประยุธ อาจารย์ สาว ที่กรุณาให้คำปรึกษาช่วยเหลือแก้ไขสิ่งบกพร่องต่าง ๆ คำแนะนำในการจัดทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำขอขอบคุณ พี่โอ พี่เกด พี่ป๊อบ พี่เสริมศิริ พี่โส่ย อับดุล ตูมตาม หิงห้อย และ ครอบครัว เขมรน้อย อันได้แก่ เอ๋อ ลาบเป็ด และเหมนน้อย ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือเสมอมา

ความดีและประโยชน์ที่เกิดจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ขอมอบให้ คณาจารย์และผู้กล่าวนามข้างต้นที่ให้ความช่วยเหลือ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สีฟ้า ซิงห์

มีนาคม 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักในประเทศไทย	4
2.2 แหนมเส้น	5
2.3 การผลิตแหนมแบบดั้งเดิมและปัญหาในการผลิต	6
2.4 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และเคมีในระหว่างการผลิตแหนม	7
2.5 การใช้เชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในการผลิตอาหารหมัก	9
2.6 ความปลอดภัยในการบริโภคแหนม	14
3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	17
3.2 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำแหนมเส้น	18
3.3 วิธีการทดลอง	18
4 ผลวิจัยและวิจารณ์ผล	22
4.1 ผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมัก	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2 ผลการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum ต่อผลทางประสาทสัมผัส	25
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผลการทดลอง	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรด ตามระยะเวลาการหมัก..... ของแหนมรหัส F,S และ N	23
2	แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี.....	25
3	แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น.....	26
4	แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านรส.....	28
5	แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส.....	29
6	แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้าน..... คุณลักษณะโดยรวม	30
7	แสดงการคำนวณ ANOVA TEST.....	35
8	แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านสี.....	37
9	แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น.....	38
10	แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านรส.....	39
11	แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส.....	40
12	แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้าน คุณลักษณะโดยรวม.....	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมตามระยะเวลาการหมัก.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตแหนมเส้นมีการผลิตและจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางในเขตภาคเหนือ การผลิตจะเป็นแบบพื้นบ้านโดยมีสูตรที่ไม่แน่นอนแล้วแต่ความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นจึงก่อให้เกิดปัญหาติดตามมาคือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สม่ำเสมอ การหมักของแหนมขึ้นอยู่กับเชื้อที่มีอยู่ในธรรมชาติ ผู้ประกอบการมีความเสี่ยงต่อการผลิตที่อาจจะไม่ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการค่อนข้างสูง อายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น และที่สำคัญคือ ก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยของผู้บริโภคต่อการรับประทานแหนม ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถควบคุมขบวนการหมักได้เพราะว่าขาดความรู้และเทคโนโลยีในการจัดการเกี่ยวกับขบวนการหมัก ปริมาณเชื้อเริ่มต้นในการหมักแหนมเส้นตามธรรมชาติ อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 86) เชื้อที่ทำให้เกิดโรคสามารถเจริญเติบโตและสร้างสารพิษได้ก่อนที่เชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียจะเจริญขึ้นทีหลัง อีกทั้งแหนมส่วนใหญ่จะมีการบริโภคในรูปแหนมดิบที่ไม่ได้ผ่านความร้อนเลย จึงนับว่าปัจจุบันผู้บริโภคมีความเสี่ยงสูงในการบริโภคแหนม ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในการผลิตแหนมนับได้ว่าเป็นทิศทางใหม่ที่น่าจะประสบผลสำเร็จสำหรับอุตสาหกรรมดังกล่าว ทั้งในแง่ทำให้คุณภาพแหนมมีความสม่ำเสมอ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่ทำให้เกิดโรคได้ ทั้งนี้การใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้น ได้ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหมักอื่น ๆ เช่น ผักผลไม้ ผลิตภัณฑ์นม และผลิตภัณฑ์เนื้อหมักอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศซึ่งประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี อีกทั้งการผลิตแหนมเส้นในปัจจุบันมีผู้ทำการทดลองและศึกษาถึงการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการหมักแหนม เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อยู่หลายคณะ ดังนั้นปัญหาพิเศษเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum

จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนม เพื่อมาตรฐานชีวิตของผู้บริโภคโดยส่วนรวม โดยการใช้เชื้อ Freeze Dried ของ Lactobacillus planetarium เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตแหนมเส้น ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองตัวนี้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้นสำหรับการผลิตไส้กรอก Salami ทางการค้าในประเทศเยอรมันนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตแหนมเส้นโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum
2. เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum ในการผลิตแหนมเส้น

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติคที่เพิ่มขึ้นและการยอมรับของผู้บริโภคแหนมเส้นที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงข้อมูลในการใช้เชื้อบริสุทธิ์ ในการพัฒนาแหนมเส้น
2. ผู้บริโภคได้ ผลิตภัณฑ์แหนมเส้นที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

อาหารหมักดองเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นที่รู้จักกันมานานหลายพันปีมาแล้ว โดยเฉพาะในเขตภูมิภาคเอเชีย การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองมีการทำกันอย่างกว้างขวางในภูมิภาค ในบางครั้งการหมักดองมิใช่แต่เพียงการทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเป็นเอกลักษณ์อย่างเดียวเท่านั้น แต่อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อีกด้วย เช่น การหมักยังเป็นการย่อยสลายของโปรตีน เป็นแหล่งไวตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ ได้ เทคโนโลยีการหมักดองมีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน ด้วยเหตุผล 2 ประการคือการเพิ่มขึ้นของราคาของแหล่งพลังงาน และประชากรส่วนใหญ่มีความสนใจกับการแปรรูปอาหารให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด ไม่มีการใช้สารเคมีในอาหาร การแปรรูปโดยการใช้กระบวนการให้ความร้อนหรือโดยกระบวนการแช่แข็งเป็นวิธีที่ต้องสูญเสียพลังงานค่อนข้างมาก อีกทั้งกระบวนการให้ความร้อนในการแปรรูปอาหารเป็นการลดคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ด้วย การนำเทคโนโลยีการหมักดองมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันจึงเป็นวิธีที่จะมีแนวโน้มที่ดีด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นของที่ใกล้เคียงธรรมชาติไม่มีการเจือปนของสารเคมี และในกระบวนการมีการจัดการที่ไม่ซับซ้อน ประหยัด (ไพศาล เลาหเรณู, 2538 : 3)

อาหารหมักดองในประเทศไทยนั้นมีมากมายหลายชนิด เช่น ผักดอง ปลาส้ม ไส้กรอกอีสาน เป็นต้น และแหนมก็เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งซึ่งมีความนิยมมากโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคอีสาน แหนมนั้นถือว่าเป็นอาหารประจำภาคเลยก็ว่าได้ แต่ถึงอย่างไรแหนมนั้นก็ยังมีปัญหาทางด้านการผลิตอยู่เพราะผลิตภัณฑ์แหนมที่ได้นั้นไม่มีความสม่ำเสมอมีรสชาติที่แตกต่างกันไปในแต่ละครั้งของการผลิตเพราะกรดที่ทำให้แหนมมีรสเปรี้ยวนั้นมาจากเชื้อธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่เวลาทำการผลิตจะไม่ได้ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดกรด ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาการทำแหนมเพื่อให้แหนมมีคุณภาพสม่ำเสมอขึ้น โดยการใช้บริสุทธิ์แทนเชื้อจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นเองเพื่อทำให้คุณภาพของแหนมมีความสม่ำเสมอขึ้น และในปัจจุบันเทคโนโลยีการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการทำผลิตภัณฑ์แหนมเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตแหนมของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1. ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักในประเทศไทย

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักในประเทศไทย ได้แก่ แหนม หมูส้ม ไส้กรอกเปรี้ยว และมั่ม ซึ่งแต่ละชนิดส่วนใหญ่จะมีต้นกำเนิดมาจากภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่อาจจะมีความแตกต่างกันบ้างในแง่ของ สูตรการผลิต การเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ต้องการ ระยะเวลาในการหมัก การบรรจุ ให้มีรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และอายุการเก็บรักษา

แหนม หรือที่เรียกกันโดยสากลว่า Fermented pork sausage เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักหมู หนังหมู ผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ มีแหล่งกำเนิดมาจากภาคเหนือ การหมักในช่วง 1-2 วันจะพบ Lactobacillus plantarum และ Lactobacillus brevis เจริญต่อจากแบคทีเรียกลุ่มแรกแหนมที่ได้จะมี pH ประมาณ 4.4-4.5 และพบว่ามีไวตามินบี1 และ บี2 อยู่สูง (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 25)

นอกจากนี้ยังมีการผลิตแหนมซี่โครงหมู และ แหนมเส้นโดยใช้ซี่โครงหมู และ เนื้อหมูแทน และไม่มีส่วนผสมของหนังหมู ส่วนผสมอื่น ๆ และวิธีการผลิตไม่แตกต่างจากการผลิตแหนมโดยทั่วไป การบรรจุแหนมจะมีหลายลักษณะ โดยการบรรจุเป็นแท่งในถุงพลาสติกปิดสนิท อาจมีการห่อใบตองอีกชั้นหนึ่ง หรือมัดเป็นตุ้มในถุงพลาสติก แหนมปกติเมื่อหมักได้ 3-4 วัน จะนำไปเก็บในตู้เย็น เพื่อชลอการลดลงของ pH เนื่องจากการผลิตกรดของจุลินทรีย์ ไม่ให้แหนมมีรสเปรี้ยวมาก และเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งจะสามารถเก็บได้นานเป็นเดือน ส่วนแหนมที่ไม่ได้เก็บที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดการหมักอย่างรวดเร็วและจะเก็บแหนมได้ประมาณ สัปดาห์ การบริโภคแหนมอาจบริโภคดิบ หรือ สุกโดยการนำไปปิ้ง ทอด หรือเป็นส่วนผสมในอาหารอื่น ๆ (อรัญ หันพงศ์กิตติกูล, 2537 : 33)

หมูส้ม เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีวิธีการผลิตเช่นเดียวกับแหนม แต่จะมีความแตกต่างในส่วนของหนังหมูที่เป็นส่วนผสมจะมีมันแข็ง ซึ่งหนังหมูที่ใช้เป็นส่วนผสมในแหนมจะไม่มีมันแข็ง (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 26)

ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำจากเนื้อหมูคุณภาพปานกลางหรือเศษหมูติดมัน มีการบรรจุในไส้หมูและมัดเป็นปล้อง ถ้าใช้เนื้อวัวทำเรียกว่า ส้มจ่อม หรือ ส้มวัว ในระยะแรกของการหมักจะพบ P. servisiae เจริญทำให้เกิดกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ pH ลดลงเป็น 4.5-5.8 ต่อมาพบ Lactobacillus spp. เจริญมากในช่วงหลัง ไส้กรอกเปรี้ยวก่อนนำมารับประทานจะต้องนำมาทำให้สุกก่อน โดยการปิ้ง ทอด หรือ อบ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 42)

มั่ม หรือที่เรียกว่า ตับน้ำ หรือ จ่อมเนื้อ เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำจากเนื้อวัว หรือเนื้อควายกับตับและม้าม แบ่งตามภาชนะบรรจุ

2.2. แหนมเส้น

2.2.1 แหนมเส้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในภาคเหนือของประเทศไทย ทำจากเนื้อหมูเป็นหลัก แล้วผสมกับเครื่องปรุงอื่น ๆ หมักจนได้รสเปรี้ยว จากมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. พ.ศ. 2537 ระบุว่าแหนมเส้นอาจมีการฉายรังสีด้วยก็ได้ โดยปริมาณรังสีที่ได้รับเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 4 กิโลเกรย์ จุลินทรีย์ ที่มีอยู่ในเนื้อหมู พวก Lactobacillus จะผลิตกรดแลคติคทำให้เกิดรสเปรี้ยวขึ้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังจากเก็บนาน 3 วัน จะมีกรดแลคติคประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ และมีความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 4 (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 25)

2.2.2. ส่วนประกอบและการทำ ส่วนประกอบหลักในการผลิตแหนมเส้นควรประกอบไปด้วย เนื้อหมู เกลือบริโภค กระเทียม ข้าวสุก ไนไตรท์ นอกจากนี้อาจมีการเติมส่วนประกอบอื่น ๆ คือ พริกสด น้ำตาล (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 26)

2.2.3.คุณลักษณะที่ต้องการ คุณลักษณะของแหนมเส้นที่ต้องการต้องมีเนื้อแน่นไม่ยุ่ย และส่วนประกอบต่าง ๆ ต้องผสมรวมกันอยู่อย่างทั่วถึง มีสีชมพูตามธรรมชาติของแหนมที่พร้อมบริโภค มีกลิ่นรสดีปราศจากกลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นเหม็นอับ และต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น ผม ขน กระดูก แหนมควรมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 22 และไขมันไม่เกินร้อยละ 8

2.2.4 วัตถุเจือปนอาหาร ในผลิตภัณฑ์แหนมตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. พ.ศ. 2537 อนุญาต ให้มีฟอสเฟตในรูป P_2O_5 ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอนุญาตให้มีโซเดียมหรือ โพแทสเซี่ยมไนเตรท ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต้องไม่มีการเจือสีใด ๆ หรือวัตถุเจือปนในอาหารอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุจะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 42)

2.2.5 สุขลักษณะ แหนมที่มีสุขลักษณะที่ดี เมื่อนำมาวิเคราะห์ ทางด้านจุลินทรีย์จะต้องไม่พบเชื้อซาลโมเนลลา (*Salmonella*)

2.2.6 การเก็บรักษา แหนมเป็นผลิตภัณฑ์เก็บได้ไม่นานเพราะจะเกิดการเสื่อมเสียจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ง่ายถ้าไม่มีการควบคุมสภาวะการหมักอย่างดี สามารถเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิปกตินานประมาณ 2-3 วัน ถ้าหลังจากนั้นต้องเก็บไว้ในตู้แช่เย็นเพื่อไม่ให้แหนมมีรสเปรี้ยวยิ่งขึ้น แหนมที่หมักได้แล้วสามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้นานประมาณ 7 วัน โดยที่รสชาติไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามสามารถเก็บแหนมได้นานเป็นเดือนในตู้เย็นแต่อาจทำให้รสชาติ และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงได้ โดยแหนมจะเปรี้ยวมากขึ้น เนื้อสัมผัสเหนียวน้อยลง เนื้อยุ่ย (ปรีชา จึงสมานุกูล, 2522 : 55)

2.3. การผลิตแหนมแบบดั้งเดิมและปัญหาในการผลิต

แหนมได้มีการผลิตมาแล้วเป็นเวลาร่วมร้อยปี แหล่งที่มีการผลิตแหล่งแรก คือ ในประเทศไทย มีวิธีการผลิตที่แตกต่างกันไปหลายแบบ คือนำเนื้อไปคลุกกับเกลือและกระเทียม หมักไว้ในหม้อดินหรือห่อใบตองตึงหรือใบตองกล้วย หรือดัดแปลงโดยสับหมูให้ละเอียดก่อน นำมาคลุกกับเกลือ ข้าว กระเทียม หมักไว้ในหม้อดิน หรือห่อด้วยใบตอง สามารถนำมารับประทานได้ทั้งสด หรือนำหมก(ย่างไฟ) ก่อนรับประทาน อาหารชนิดนี้มีชื่อเรียกตามชื่อพื้นเมืองว่า “จิ้นส้ม” หรือ “แหนม” (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2537 : 39)

2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับทำแหนมแบบโบราณ

ลักษณะของวัตถุดิบ

- เนื้อหมูเนื้อแดง ไม่มีมัน
- ข้าวเหนียว หรือข้าวเจ้าที่หุงสุก
- กระเทียม เกลือ พริกขี้หนูสด
- หนังหมู

วิธีการเตรียม

- นำเนื้อหมูมาหั่นเป็นเส้นยาว
- นำข้าวเหนียว หรือข้าวเจ้า กระเทียมมาบดให้ละเอียด

2.3.2 วิธีการผลิต

- **นำเนื้อหมูที่หั่นเป็นเส้นมาคลุกนวดพร้อมกับเกลือและเครื่องปรุงรส**
- **นำข้าว กระเทียม ที่บดมาคลุกนวดให้เข้ากัน**
- **ใส่พริกขี้หนู**
- **บรรจุในภาชนะ คือ กล่อง หรือห่อด้วยใบตองหรือผูกด้วยเชือก (ตอก) หรือยางรัด**
- **เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 วันเพื่อให้มีรสเปรี้ยวโดยธรรมชาติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตแหนมแบบดั้งเดิม มีการถ่ายทอดวิธีการผลิตจากบรรพบุรุษมาเรื่อย ๆ ผลิตภัณฑ์มีความแปรผันจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง ก่อให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในผลิตภัณฑ์ อายุการเก็บรักษาการเก็บค่อนข้างสั้นสาเหตุส่วนใหญ่เนื่องมาจากการผลิตยังคงพึ่งพากิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่สุขลักษณะการผลิตแหนมยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากขาดความรู้ และเทคโนโลยีที่สามารถควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2537 : 35)

2.4. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และเคมีในระหว่างการผลิตแหนม

2.4.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักแหนม

แบคทีเรียแลคติคที่มีประโยชน์ต่อการหมัก เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง หรือรูปกลม ไม่สร้างสปอร์ เมื่อย้อมสีเซลแบคทีเรียตามวิธีแบบแกรม แบคทีเรียกลุ่มนี้จะติดสีม่วง เจริญได้ดีในสภาวะที่ไม่มีอากาศและมีอากาศจะแบ่งแบคทีเรียแลคติคออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มแรกเรียกว่า Homofermentative ซึ่งแบ่งเป็น Homofermentative lactobacilli เช่น Lactobacillus plantarum และ Homofermentative cocci จุลินทรีย์พวกนี้จะใช้น้ำตาลกลูโคส ได้ผลิตภัณฑ์ คือกรดแลคติคออกมาเป็นสารประกอบหลัก ส่วนจุลินทรีย์อีกกลุ่มคือ Heterofermentative lactobacilli เช่น Lactobacillus brevis จุลินทรีย์พวกนี้จะใช้น้ำตาลกลูโคส แล้วได้กรดแลคติคและกรดอื่น ๆ รวมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2537 : 37)

การหมักแหนมทำในถุงที่มีอากาศน้อย นอกจากนี้ในสูตรการผลิตยังมีเกลือเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เป็นการกำหนดชนิดจุลินทรีย์ที่จะเจริญ จะเป็นชนิดที่ทนเกลือ และทนต่อสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ประเภทแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เป็นแกรมบวก (อดิศร เตชะปัญญาวัฒน์, 2533 : 46)

ในช่วงแรกของการหมักคือ 24 – 72 ชั่วโมง เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดได้ทั้ง Homofermentative และ Heterofermentative lactobacillus รวมทั้ง Homofermentative cocci โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในช่วงแรกนี้จะมีทั้งรูปร่างแท่ง รูปร่างกลม แกรมบวก จุลินทรีย์ที่อยู่ในแหนม สามารถ เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีผลต่อการผลิตกรดแลคติคได้อย่างรวดเร็ว หลังจาก 72 ชั่วโมง หลังการหมัก เชื้อจุลินทรีย์ประเภท Homofermentative lactobacillus เช่น Lactobacillus plantarum จะมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ส่วน Heterofermentative lactobacillus ยังคงเจริญเติบโตอยู่ และยังตรวจพบ Streptococcus และ Leuconostoc จนกระทั่ง 96 ชั่วโมง ของการหมัก จุลินทรีย์ที่ไม่สามารถสร้างกรดได้ส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นรวมทั้งแบคทีเรียพวกโคลิฟอร์ม (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 58)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นส่วนใหญ่จะใช้คาร์โบไฮเดรตในการผลิตกรดจากข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าสุกที่เติมลงไปในส่วนผสมเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญ และใช้สารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ วิตามิน และเกลือแร่ ที่มีอยู่ในเนื้อหมูเป็นสารช่วยให้เจริญได้ดีขึ้น (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2537 : 13)

2.4.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการหมักแหนม

แบคทีเรียแลคติคเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่พึงประสงค์ เช่น รสเปรี้ยว การเกิดสีชมพู เนื้อแน่น และมีกลิ่นเฉพาะที่ไม่พบในอาหารชนิดอื่น

การเกิดรสเปรี้ยวในแหนมเกิดขึ้นเนื่องจากการผลิตกรดแลคติคของแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีอากาศ การผลิตกรดแลคติคออกมามากจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลง

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือความเป็นกรดทั้งหมดของแหนม จะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการบริโภคแหนม ค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัส ทำให้โปรตีนเนื้อมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป และเนื้อแน่นขึ้น และสัมพันธ์กับการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าแหนมที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 4.3 เป็นระดับที่ผู้บริโภคมีการยอมรับในลักษณะเนื้อสัมผัสและสีของผลิตภัณฑ์มากที่สุด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 53)

การเปลี่ยนแปลงในรสชาติของแหนมมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรียทั้งหมดของแหนม โดยพบว่าผู้บริโภคมีการยอมรับในรสชาติของแหนมที่หมักได้ 3-4 วัน ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.55-4.72 และมีปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรียทั้งหมดสูงที่สุด โดยจะมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 3 ของการหมัก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 6 ของการหมัก (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 24)

การเปลี่ยนแปลงสีโดยธรรมชาติจะเกิดจากแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ โดยช่วงแรกของการหมักจะต้องมีเชื้อ Micrococcus varians อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่ตัวมันเองจะถูกทำลายโดยสภาพที่เป็นกรดที่เกิดจากการสร้างกรดแลคติคของแลคติคแอซิดแบคทีเรีย (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 24)

นอกจากนี้การเปลี่ยนสียังเกิดจาก โซเดียมไนเตรทที่ใส่ลงไป ซึ่งจะช่วยให้เกิดสีชมพูได้ดีขึ้นโดย Micrococcus varians จะเปลี่ยนโซเดียมไนเตรทให้เป็นโซเดียมไนไตรท์ ที่จะทำปฏิกริยากับไมโอโกลบินของเนื้อซึ่งมีสีแดงเข้มกลายเป็นสีแดงของไนโตรโซไมโอโกลบิน และเปลี่ยนเป็นสีชมพูของไนโตรโซฮีโมโครม (อดิศร เตชะปัญญาวัฒน์, 2533 : 46)

การใช้โซเดียมไนเตรทร่วมกับโซเดียมไนไตรท์

อย่างใดอย่างหนึ่งแต่ไม่ควรเติมในปริมาณที่มากกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแหนมที่กำหนดไว้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับโซเดียมไนเตรท ส่วนโซเดียมไนไตรทไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมแหนม เพราะอาจทำให้เกิดสารประกอบเอมีนได้เป็นสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้ นอกจากนี้โซเดียมไนเตรทที่เติมลงไปยังมีประโยชน์ในแง่ของการไปยับยั้งแบคทีเรียที่ไม่พึงประสงค์ได้โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 34)

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ พบว่าแหนมสุดท้ายจะมีลักษณะเหมือนไส้กรอกแบบตะวันตกที่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ประเภท Pediococcus ในระยะแรกของการหมัก นอกจากนี้กลิ่นและรสของแหนมจะเกิดจาก เกลือ กระเทียม พริกไทย โดยที่เกลือจะทำให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรด ทำให้เกิดรสเปรี้ยว และรสเค็มที่ได้จากรสชาติของเกลือเอง ส่วนพริกไทยและกระเทียมทำให้เกิดกลิ่นรสของเครื่องเทศ และยังช่วยยับยั้งจุลินทรีย์หลายชนิดได้เช่นกัน (สุขใจ โสมะฐิติ, 2525 : 32)

2.5. การใช้เชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในการผลิตอาหารหมัก

พัฒนาการใช้กล้าเชื้อในอาหารหมัก เริ่มต้นขึ้นตั้งแต่ในอดีตพร้อมกับกระบวนการผลิตอาหารหมักซึ่งมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีกันมาเป็นศตวรรษ โดยเฉพาะอาหารหมักบางประเภทซึ่งเป็นอาหารพื้นเมืองในแถบประเทศตะวันออก ที่มีวิธีการเก็บและผลิตกล้าเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งเป็นเชื้อผสมในรูปแบบต่าง ๆ มาแต่โบราณทั้ง ๆ ที่ไม่ทราบว่าสิ่งนั้น คือ จุลินทรีย์ เช่น การผลิตลูกแป้งเพื่อใช้ในการหมักสุราและเบียร์ ข้าวหมาก และ น้ำส้มสายชู การหมักอาหารที่เกิดจากกิจกรรมของแบคทีเรียในยุคก่อนที่จะมีการพัฒนาการผลิตกล้าโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์อาศัยเชื้อจากธรรมชาติที่ติดมากับวัตถุดิบ โดยควบคุมสภาวะให้เหมาะสมเพื่อเอื้อให้แบคทีเรียชนิดที่ต้องการเจริญได้ดีซึ่งปัจจุบันก็ยังใช้กับการดองผัก และการหมักผลิตภัณฑ์จากเนื้อในหลาย ๆ ประเทศ (นภา โล่ห์ทอง, 2529 : 65)

ประมาณปี ค.ศ. 1980 จึงได้มีการใช้เชื้อบริสุทธิ์ผลิตเนยแข็งเป็นครั้งแรกในประเทศเดนมาร์ค และได้มีการพัฒนาการผลิตกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติค เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประเภทนี้มาอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นอุตสาหกรรมการผลิตกล้าเชื้อกันมากในปัจจุบัน การใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ควรจะต้องตระหนักถึงปริมาณที่ใช้ว่าจะต้องเพียงพอ หรือมากพอที่จะแข่งขันกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคด้วย ตลอดจนคำนึงถึงการควบคุมกระบวนการหมักให้เหมาะสมซึ่งถ้าหากมีการควบคุมและปฏิบัติการดังกล่าวอย่างดีที่สุดแล้วก็เป็นการประกันได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นปลอดภัย และมีคุณภาพมาตรฐานที่ดี ประโยชน์ของการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การใช้เชื้อเริ่มต้นในอาหารหมักมีประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้เกิดการหมักได้รวดเร็วขึ้น
2. ทำให้การหมักเกิดอย่างสม่ำเสมอ
3. ช่วยป้องกันการเจริญและทำลายเชื้อโรค

การหมักอาหารชนิดต่าง ๆ เมื่อปล่อยให้เกิดโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ พบว่าการหมักจะเกิดช้าเพราะจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ เช่น แบคทีเรียแลคติคนั้นในสภาวะตามธรรมชาติมีอยู่เล็กน้อย หากวัตถุดิบมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์มาก หรือสภาวะการหมักผิดปรกติ แบคทีเรียแลคติคจะต้องปรับตัวและใช้เวลาในการเจริญนานกว่าจะได้จำนวนที่เพียงพอที่จะทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงตามต้องการ การเติมเชื้อเริ่มต้นลงไปจะทำให้มีจุลินทรีย์ที่พึงประสงค์มาก จึงช่วยให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น ในการผลิตอาหารหมัก บางครั้งประสบปัญหาผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีคุณภาพผิดไป คุณภาพไม่แน่นอน หรือผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการหมักมีจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์เจริญ การเติมเชื้อเริ่มต้นลงไปจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ทำให้การหมักเกิดเป็นปรกติ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ (อรัญ หันพงษ์กิตติกูล, 2537 : 31)

2.5.2. การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก

แนวความคิดในการนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เริ่มภายหลังจากที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้าเชื้อเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์นมหมักอย่างได้ผลดีมาแล้ว โดยเริ่มใช้กล้าเชื้อ Pediococcus cerevisiae หมักไส้กรอกเป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1985 ได้ยอมรับการใช้กล้าเชื้อดังกล่าว จึงทำให้มีการใช้กล้าเชื้อชนิดนี้ในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อย่างแพร่หลายในยุโรปและอเมริกา

การใช้กล้าเชื้อในประเทศเยอรมันสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารหมัก มีลักษณะการใช้เป็นเชื้อเดี่ยว และเชื้อผสมในกลุ่มของ Lactobacillaceae ซึ่งประกอบด้วยหลายสายพันธุ์

สำหรับในประเทศไทยการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหมักเชิงการค้านั้น ยังใช้เชื้อจากธรรมชาติ แต่ได้มีการทดลองการหมักผลิตภัณฑ์หลายชนิดด้วยเชื้อบริสุทธิ์ การเติมเชื้อของ Lactobacillus spp. รหัส L_1 ในผลิตภัณฑ์แหนมเพื่อศึกษาผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์ต่อลักษณะทางเคมี ทางกายภาพและจุลินทรีย์คือเชื้อ Salmonella นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสูตรแหนมโดยศึกษาผลของส่วนผสมต่าง ๆ ในแหนมโดยใช้ร่วมกับเชื้อบริสุทธิ์ (ไพโรจน์ วิริยจารี และคณะ, 2535 : 101)

2.5.2.1 ความสำคัญของเชื้อ Lactobacillus ในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก

แบคทีเรียแลคติคเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมอาหารหมัก เนื่องจากเป็นเชื้อที่ไม่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์และสัตว์ และที่สำคัญคือแบคทีเรียแลคติคมีกระบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเมตาบอลิสมในการหมักอาหาร เกิดการสร้างกรดอินทรีย์จำนวนมากอย่างรวดเร็วเป็นผลให้ PH ของอาหารลดลง กระบวนการหมักดังกล่าวจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ที่มีกลิ่น รส และเนื้อสัมผัส ที่แตกต่างจากเดิม อีกทั้งยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ทั้งนี้เพราะค่าความเป็นกรดของอาหารที่เพิ่มขึ้นและเมตาบอไลท์อื่น ๆ จากกระบวนการการหมักโดยแบคทีเรียแลคติค เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไดอะเซททิล และแบคทีรีโอซิน มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย ผลการยับยั้งนี้จะเกิดขึ้นกับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคด้วย ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการหมักโดยแบคทีเรียแลคติคจึงมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น มีความปลอดภัยในการบริโภค (วริพัส อารีกุล, 2530 : 11)

แบคทีเรียแลคติคจัดเป็นแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่ออุตสาหกรรมอาหารหมักเนื่องจากมีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติค แบคทีเรียแลคติคเป็นแบคทีเรียแกรมบวกโดยทั่วไปจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ไม่สร้างสปอร์ และให้ผลลบต่อปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ คะตะเลสคุณลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของแบคทีเรียแลคติคคือทนต่อกรด และไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตามแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตในสภาวะที่มีออกซิเจนได้ดีเท่า ๆ กับในสภาวะไร้อากาศ ด้วยเหตุนี้แบคทีเรียแลคติคจึงจัดเป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (วริพัส อารีกุล, 2530 : 15)

แบคทีเรียแลคติคจัดอยู่ในตระกูล Lactobacillaceae ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 สกุล คือ Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus, และ Lactobacillus สามารถจำแนกแบคทีเรียแลคติคตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีรูปร่างกลม (cocci) และกลุ่มที่มีรูปร่างเป็นแท่ง (rods) หรืออาจจำแนกตามลักษณะการหมักได้เป็นกลุ่ม Homofermentation ซึ่งสามารถหมักน้ำตาลให้ผลิตภัณฑ์โดยส่วนใหญ่เป็นกรดแลคติคมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่ม Heterofermentation ซึ่งสามารถหมักน้ำตาลให้ผลิตภัณฑ์อื่นนอกเหนือจากกรดแลคติคด้วย ได้แก่ กรดอะซิติค ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเอธานอล (วริพัสย์ อารีกุล, 2530 : 18)

แบคทีเรียแลคติคนั้นสามารถใช้ทำการหมักได้ถึง 4 สกุลด้วยกันแต่สำหรับการทำแหนมเส้นในการวิจัยในการทดลองนี้ได้เลือกใช้เชื้อ Lactobacillus ซึ่งเป็นหนึ่งใน 4 สกุลของแบคทีเรียแลคติค โดยเลือกใช้เชื้อ Lactobacillus plantarum ซึ่งเป็นหนึ่งสายพันธุ์ของ Lactobacillus ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactobacillus

แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีรูปร่างเป็นแท่งยาว เรียงต่อกันเป็นสายเกือบทุกสายพันธุ์ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตในปริมาณที่น้อยมาก (microaerophilic bacteria) หรือบางชนิดไม่ต้องการออกซิเจนเลย (strict anaerobes) เนื่องจากแบคทีเรียในสกุล Lactobacillus มีองค์ประกอบของดีเอ็นเอแตกต่างกันมาก แต่ละสายพันธุ์จึงมีคุณสมบัติแตกต่างกันบางชนิดจัดเป็น Homofermentation และบางชนิดจัดเป็น Heterofermentation Lactobacilli สามารถทนต่อสภาวะที่เป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ สามารถเจริญได้ดีที่ pH ประมาณ 5 ดังนั้นโดยทั่วไปในการหมักแลคติคตามธรรมชาติ Lactobacilli จึงสามารถดำเนินปฏิกิริยาหมักต่อไปเมื่อ pH ต่ำลงเกินกว่าที่แบคทีเรียแลคติคชนิดอื่นจะเจริญได้ แบคทีเรียในจีนัสนี้ไม่ก่อให้เกิดโทษ พบอยู่ตามพื้นผิวของพืช ปุ๋ยจากมูลสัตว์ และน้ำนม (นภา โล่ทอง, 2529 : 37)

2.5.2.2 วัตถุประสงค์ของการใช้เชื้อบริสุทธิ์ในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก

วัตถุประสงค์ของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นลงไปในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหมักนั้น เพื่อสร้างความมั่นใจในคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความปลอดภัยสูง มีระยะเวลาหมักสั้นลง และให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอ มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

ในด้านความปลอดภัยและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับเทคนิค การถนอมอาหาร และการควบคุมในระหว่างการผลิต การเติมเกลือ น้ำตาล สารประกอบไนเตรท และสารประกอบไนไตรท์ การรมควัน และการหมักที่อุณหภูมิเหมาะสม รวมทั้งการสร้างสภาพแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการหมัก เช่นการบรรจุในถุงพลาสติกปิด ล้วนแต่เป็นเทคนิคที่ทำให้เชื้อแบคทีเรียแลคติคสามารถเจริญเติบโตได้ และใช้น้ำตาลเพื่อผลิตกรดแลคติค ทำให้ความเป็นกรดด่างในผลิตภัณฑ์ลดลง และทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์คงทนต่อการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และพบว่าจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจะตายในที่สุดระหว่างการเก็บรักษา

การใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อหมักให้มีความสม่ำเสมอ คงทน นอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวยังสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ปลา และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาได้อีกด้วย และยังพบว่าผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการหมัก พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ รวมทั้งสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น และนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่น เนื้อวัวบด ไส้กรอกแฟร้ง-เฟอร์เตอร์ ไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถอดกระดูก และกุ้ง นับว่าประสบความสำเร็จต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

2.5.3 การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักเป็นกิจกรรมของแบคทีเรียแลคติคในการสร้างกรดและสร้างกลิ่นรสให้อาหาร การควบคุมชนิดและจำนวนแบคทีเรียแลคติคมีบทบาทสำคัญในการหมักให้ได้ จึงเป็นหลักประกันหนึ่งว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักที่ดี ปีค.ศ. 1958 American Meat Institute Foundation ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ยอมรับและอนุญาตให้ใช้เชื้อบริสุทธิ์ P. cerevisiae ในการผลิตไส้กรอก มีผลทำให้ไส้กรอกหมักมีลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และ pH ที่ลดต่ำลงดีกว่าในไส้กรอกหมักธรรมชาติ ภายหลังมีการจำหน่ายเชื้อ Lactobacillus spp. ในรูปแบบเดียวกันนี้โดยใช้ชื่อว่า Accel ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถลดเวลาการหมักจาก 150 ชั่วโมง เหลือ 32-48 ชั่วโมงและทำให้ไส้กรอกหมักมีคุณภาพสม่ำเสมอกัน

ในการผลิตแหนมถ้าใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตจะทำให้สามารถผลิตแหนมได้อย่างมีคุณภาพในแง่ สี และ ลักษณะ กลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ มีการยอมรับจากผู้บริโภคสูงกว่าแหนมในท้องตลาด การใช้เชื้อ Lactobacillus plantarum . ในการผลิตแหนมจะทำให้ความเป็นกรดลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะใช้ได้ดีในปริมาณความเข้มข้น 10^{-5} และ 10^{-6} และต่อจากนั้นแหนมจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นและมีสีที่ดีและคงตัว ส่วนเชื้อ Pediococcus cerevisiae จะเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสให้แน่นมากขึ้นถ้าหากใช้ร่วมกันดังนั้นจะเห็นว่าทั้ง Lactobacillus plantarum และ Pediococcus cerevisiae ช่วยปรับปรุงคุณภาพในแง่ลักษณะแน่นเนื้อ สี กลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 35)

2.5.3.1 การสร้างกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก

กระบวนการที่ทำให้เกิดกลิ่นรสหอม ในผลิตภัณฑ์อาหารหมักเกิดจากแบคทีเรียแลคติคที่สามารถสร้างไพรูเวทภายในเซลล์ ซึ่งแบคทีเรียแลคติคอาจเกิดไพรูเวทที่เกิดขึ้นจากขบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตไว้ และใช้สารประกอบอื่น ๆ เป็นตัวรับอิเลคตรอนแทน หรืออาจสร้างไพรูเวทจากสารอาหารอื่นนอกจากคาร์โบไฮเดรต โดยทั่วไปแบคทีเรียแลคติคจะเปลี่ยนซิเตรทให้เป็นไพรูเวทโดยเอนไซม์ซิเตรทไลเอส เกิดเป็นออกซาโลอะซิเตท นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติคยังสามารถเปลี่ยนไพรูเวทให้เป็นสารที่มีกลิ่นรสหอม ได้แก่ อะเซททาดีไฮด์ และไดอะเซททิล เมื่อมีความเข้มข้นของน้ำตาลและ pH ต่ำ ส่วนการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับขบวนการสร้างกลิ่นรส พบว่าแบคทีเรียแลคติคที่สามารถสร้างกลิ่นรสหอมในผลิตภัณฑ์และทำให้เกิดสารระเหยในปริมาณที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้อาหารหมักมีกลิ่นหอม แต่ถ้ามีสารระเหยเกิดขึ้นมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ดี (นภา โล่ทอง, 2529 : 47)

2.5.3.2 การสร้างกรด

กรดแลคติคเป็นกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่ที่แบคทีเรียแลคติคสร้างขึ้นจากกระบวนการหมักน้ำตาล โดยไพรูเวทเป็น intermediate ซึ่งนอกจากไพรูเวทจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นกรดแลคติคภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมแล้ว แบคทีเรียแลคติคชนิดHeterofermentation ยังสามารถใช้ไพรูเวทไปในวิถีทางอื่น ๆ ทำให้เกิดเมตาบอไลท์ที่แตกต่างออกไปจากการหมักแบบ Homofermentation ภายใต้สภาวะปกติ ทั้งนี้การเกิดกรดของแบคทีเรียแลคติคยังขึ้นอยู่กับปริมาณและสภาวะการเจริญเติบโตถ้าหากมีปริมาณที่มากพอและมีสภาวะที่เหมาะสมก็จะสามารถผลิตกรดได้เป็นจำนวนมาก (วริพัส อารีกุล, 2530 : 22)

2.6. ความปลอดภัยในการบริโภคแหนม

ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิต ถ้าไม่มีการควบคุมรักษาความสะอาดของอุปกรณ์การผลิต วัตถุดิบ และส่วนผสมให้มีคุณภาพดี อาจทำให้มีจุลินทรีย์ชนิดที่ปนเปื้อนในแหนมได้ แหล่งที่สำคัญอีกแหล่งที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษนั้นมาจากผู้สัมผัสอาหาร โดยจุลินทรีย์มักติดมากับคนและถ่ายทอดไปสู่อาหาร ดังนั้นเพื่อให้ผู้บริโภคแหนมมีความปลอดภัย ไม่ประสบปัญหาโรคอาหารเป็นพิษควรพิจารณาแนวทางในการควบคุมการผลิตแหนม เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจว่าได้บริโภคแหนมที่มีคุณภาพดีและมีความปลอดภัย (อรัญ หันพงษ์กิตติกูล, 2537 : 23)

ความสามารถที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจะอยู่รอด หรือการเจริญเติบโตเบื้องต้น หรือความสามารถในการผลิตสารพิษของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคขึ้นเชื้อ กันว่าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวมีความสามารถในการแข่งขัน หรือปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ถูกจำกัดในสูตรการผลิตและขบวนการผลิตมากน้อยเพียงไร ส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งแวดล้อมที่ควรตระหนัก เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้แก่

1. สูตรการผลิตเบื้องต้น การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง ความเข้มข้นของเกลือที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ความต่างศักย์ในผลิตภัณฑ์และสารประกอบไนเตรท
2. อุณหภูมิระหว่างการหมัก และความชื้นสัมพัทธ์ ชนิดของภาชนะบรรจุ อัตราเร็วของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพ
3. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเบื้องต้นที่มีในผลิตภัณฑ์
4. จำนวนของจุลินทรีย์ที่ต้องการ หรือมีประโยชน์ต่อขบวนการหมักในสูตรการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบื้องต้นรวมถึงเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เติมลงไปในสูตรการผลิตด้วย

2.6.1 แหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแหนม

สำหรับแหนมจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาจากแหล่งใหญ่ ๆ 3 แหล่ง คือ

2.6.1.1. วัตถุดิบ จุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบมีทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ ขึ้นกับการได้มาซึ่งวัตถุดิบเหล่านั้น ว่ามีการควบคุมและรักษาความสะอาดอย่างไร เช่น เนื้อหมูก็มักจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนตั้งแต่จากโรงฆ่าสัตว์ การขนส่ง ตลาด และที่โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์แหนม จึงควรล้างทำความสะอาดชิ้นเนื้อให้ดีก่อนนำไปผลิตแหนม พริกไทย กระเทียม และข้าวเหนียว ก็ล้วนแต่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ทั้งนั้นโดยจะเป็นจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่มที่แตกต่างกันไป

สุขใจ โสมะฐิติ, (2525 : 26) กล่าวว่า ผลของการใช้กรดแลคติคในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ โดยนำเนื้อสุกรจุ่มลงในกรดแลคติคที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3 วัน และ 5 วัน แล้วทำการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์พบว่ากรดแลคติคที่เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อได้ทันที และมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดแลคติคเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และยังให้ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้นาน 5 วัน ในขณะที่กรดแลคติคที่เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งได้เพียง 3 วันและมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย แต่กรดแลคติคที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีข้อเสียคือ จะทำให้เนื้อมีสีซีดลงเล็กน้อย แต่เมื่อเก็บไว้ 1 วัน สีของเนื้อจะกลับคืนเป็นปรกติ จะเห็นได้ว่าการใช้กรดแลคติคที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อให้นานขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณภาพเนื้อสัตว์อีกด้วย

อดิศร เตชะปัญญาวัฒน์, (2533 : 42) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้กรดแลคติคที่มีความเข้มข้นสูง ๆ คือ 3 เปอร์เซ็นต์ หรือ 4 เปอร์เซ็นต์ ต่อการควบคุมจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ โดยจุ่มเนื้อสัตว์ลงในกรดแลคติคที่มีความเข้มข้น 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที และเก็บไว้อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง 3 วัน และ 5 วัน แล้วนำมาตรวจนับจุลินทรีย์พบว่า การใช้กรดแลคติคที่ความเข้มข้น 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลทำลายเชื้อ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ได้อย่างน้อย 5 วัน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ได้ แต่การใช้กรดแลคติคที่ความเข้มข้นสูงนี้จะไปลดคุณภาพของเนื้อบางประการ คือ ทำให้เนื้อสีซีดลง ลดความสามารถในการอุ้มน้ำ และทำให้เกิดเจลลาตินในน้ำออกจากก้อนเนื้อ ทำให้ผิวสัมผัสของเนื้อเลวลง มีความหยาบ สาก

2.6.1.2. ภาชนะ เครื่องมือ เครื่องใช้ และอากาศ ในห้องเตรียมวัตถุดิบมีจุลินทรีย์อยู่ส่วนใหญ่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่พึงประสงค์ เพื่อเป็นการป้องกันจุลินทรีย์เหล่านี้ปนเปื้อน จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องทำความสะอาดภาชนะ เครื่องมือ เครื่องใช้ เป็นอย่างดี และรักษาให้แห้งอยู่เสมอ อากาศในบริเวณที่ทำการผลิตก็ควรจะมีการฆ่าเชื้อด้วย ในบริเวณโรงงานและสถานที่ประกอบการควรติดตาข่ายหรือมุ้งลวด เพื่อกรองอากาศระดับหนึ่ง และป้องหนู แมลงสาบ แมลงวัน ไม่ให้เข้าไปบริเวณที่ทำการผลิตได้ ซึ่งสัตว์พวกนี้ส่วนใหญ่เป็นพาหะนำโรคท้องร่วง ดังนั้นการรักษาความสะอาดภาชนะบรรจุ อุปกรณ์เครื่องใช้ และบริเวณที่ทำการผลิตจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับความปลอดภัยในการบริโภคแหนม (อรัญ หันพงษ์กิตติกูล, 2537 : 36)

2.6.1.3. พนักงานผลิต เป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดที่จะทำให้แหนมที่ได้มีคุณภาพดีหรือเลว เพราะเป็นผู้สัมผัสวัตถุดิบโดยตรง หากไม่มีการรักษาความสะอาดของตัวบุคคลแล้ว แหนมที่ผลิตก็มีโอกาสที่จะปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้

2.6.2 จุลินทรีย์ที่เป็นพิษในผลิตภัณฑ์แหนม

สุขใจ โสมฐิติ, 2525 พบว่าในแหนมที่เริ่มต้นหมักจะมีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม 10^7 cfu/g ร้อยละ 12 พบเชื้อซาลโมเนลลา

จากรายงานการสำรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแหนมและหมูยอที่ผลิตในภาคเหนือตอนบนพบว่าในปี พ.ศ. 2533 จากการตรวจวิเคราะห์แหนมจำนวน 29 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิต 23 แหล่งผลิต มีแหนมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.2 ส่วนในปี 2538วิเคราะห์จำนวน 35 ตัวอย่าง จาก 21 แหล่งผลิต พบว่าไม่ถูกสุขลักษณะ 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80 โดยตรวจพบเชื้อ E. coli 25 ตัวอย่าง C. perfringens 6 ตัวอย่าง และ S. aureus 8 ตัวอย่าง และ ซาลโมเนลลา 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 71.1, 17.1, 22.8, และ 2.8 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 อุปกรณ์ในการทำแหนมเส้น

1. เขียงหั่นหมู
2. มีด
3. เครื่องชั่งชนิดหยาบและเครื่องชั่งชนิดละเอียด
4. เตาแก๊ส
5. ตู้เย็น หรือ ห้องเย็น
6. หม้อ กะละมัง ทัพพี ช้อน
7. เครื่องปั่น
8. ช้อนตักสาร
9. ถุงพลาสติก
10. ยางรัด

3.1.2 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. จาน
2. แก้วน้ำ
3. ถาด

3.1.3 อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ทางด้านเคมี

1. ปิเปต 0.1, 1.0, 10 ml
2. บิวเร็ต
3. กระบอกตวง 10, 50, 100 ml
4. เพลท
5. หลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33221

6. ฟลาสค์ 250 ml
7. บิกเกอร์ 50, 100, 500, 1000, ml
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์
9. เข็มเขี่ยเชื้อ, ลูป
10. ขวดน้ำกลั่น
11. สำลี
12. Hot plate
13. Incubator
14. Autoclave
15. NaOH 0.1 N.
16. ฟีนอฟทาลีน 0.1 %
17. แอลกอฮอล์ 95 %

3.1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. MRS Agar

หมายเหตุ : อาหารเลี้ยงเชื้อจากบริษัท DIFCO

3.2 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำแหนมเส้น

3.2.1 วัตถุดิบและส่วนผสม

1. เนื้อหมู
2. กระเทียม
3. ข้าวเจ้าหุงสุก
4. เกลือ
5. ไนเตรทและไนไตรท์
6. Starter Culture (เป็นเชื้อ Freeze Dried Culture ของ Lactobacillus plantarum

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การผลิตแหนมเส้นโดยใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ของ Lactobacillus plantarum

3.3.1.1 กล้าเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและการเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เพื่อใส่ในส่วนผสมแหนมเส้น นำกล้าเชื้อ Freeze Dried ของ Lactobacillus plantarum ไปเพาะเลี้ยงในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็ง MRS Agar ใช้เวลาในการเพาะเลี้ยง 3 วัน แล้วนำน้ำกลั่นที่ทำการสเตอร์-ไลด์แล้วมาทำการเจือจาง ที่ 10^{-5} และ 10^{-6}

3.3.1.2 การผลิตแหนมเส้น

3.3.1.2.1. สูตรพื้นฐานในการผลิตแหนมเส้น (ดัดแปลงจาก ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 22)

เนื้อหมู (เนื้อแดงส่วนสะโพกไม่ติดมัน)	900	กรัม
เกลือ	25	กรัม
กระเทียม	65	กรัม
ข้าวเจ้าหุงสุกบด	200	กรัม
ไนเตรทและไนไตรท์	0.7	กรัม
น้ำหนักรวม	1190.7	กรัม

3.3.1.2.2 การเตรียมวัตถุดิบและส่วนผสม

เนื้อหมู : ใช้เนื้อแดงส่วนสะโพกตัดแต่งส่วนที่เป็นมันและพังผืดออกหั่นเป็นชิ้นยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซ.ม ยาว 3 นิ้ว

ข้าวเจ้าหุงสุก : นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น

กระเทียม : อบกระเทียมทั้งเปลือกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที เพื่อกำจัดเชื้อรา แกะเปลือกแล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น

หมายเหตุ : อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตแหนมเส้นต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือด

3.3.1.2.3 วิธีการผลิต

1. หั่นเนื้อหมูให้เป็นเส้นยาว (ลักษณะเดียวกับหมูแดดเดียว)
2. นำเนื้อหมูที่หั่นแล้วใส่ลงในอ่างผสม เติมเกลือ นวดจนเหนียว เติมกระเทียม เติมข้าวเจ้าหุงสุกบดนวดต่อจนเข้ากันดี เติมไนเตรทและไนไตรท์นวดผสมให้เข้ากันอีกครั้ง
3. เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เตรียมไว้ นวดผสมต่อ 1-2 นาที

3.3.1.2.4 การบรรจุ

ชั่งแหนมเส้นที่ผสมเสร็จบรรจุในถุงพลาสติกถุงละ 100 กรัม โดยใช้ถุงสองชั้น ห่อแหนมเส้นให้มีลักษณะเป็นมัด รัดยางจนแหนมเส้นอยู่ในสภาพที่มีอากาศน้อยที่สุด เก็บไว้ที่ ตู้ Incubator ตั้งอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาผลของการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum

เตรียมแหนมเส้นตัวอย่างโดยผลิตแหนมเส้นตามสูตรพื้นฐานข้อ 3.3.1 และเตรียมตัวอย่างแหนมเส้นที่ผลิตตามสูตรพื้นฐาน แต่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum ที่มีความเข้มข้น 10^{-5}, 10^{-6} จะได้ตัวอย่างแหนมเส้นในการทดสอบ 3 ตัวอย่าง

1. แหนมเส้นที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum ที่มีความเข้มข้นของเชื้อบริสุทธิ์ 10^{-5} ใช้รหัส F

2. แหนมเส้นที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นของ Lactobacillus plantarum ที่มีความเข้มข้นของเชื้อบริสุทธิ์ 10^{-6} ใช้รหัส S

3. แหนมเส้นที่ไม่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ใช้รหัส N

นำตัวอย่างแหนมเส้นมาทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรด โดยทำการนำตัวอย่างแหนมเส้นรหัส F, S และ N ตั้งแต่วันที่ทำการหมักวันที่ 1 ถึงวันที่ 5 รวมทั้งหมด 15 ตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์

3.3.3 การวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์กรด

ชั่งแหนมเส้น 3 กรัม ที่บดละเอียดแล้วใส่ลงใน Flask 250 ml

↓

เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ CO แล้ว 50 ml เขย่าให้เข้ากัน

↓

นำไปกรองเพื่อเอาแต่ส่วนใส

↓

นำส่วนใสมาหยดฟีนอฟทาลีน 2 – 3 หยด

↓

ไทเทรตด้วย 0.1 N. NaOH (end point สีชมพู)

คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์กรด

↓

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรด} = \frac{N \times V \times 90.01 \times 100}{1000 \quad \text{กรัม ของตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N

: V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N ที่ใช้ในการไทเทรต

ที่มา : ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535 : 38-39

3.3.4 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

เป็นการทดสอบความชอบในด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส คุณลักษณะโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ 10 คนด้วยวิธี Hedonic scale 9 – score แล้วทำการวิเคราะห์คะแนนแบบ ANOVA Test โดยเปรียบเทียบ

: แหนมเส้นรหัส F ที่หมักได้ 1, 2, 3, 4, และ 5 วัน

: แหนมเส้นรหัส S ที่หมักได้ 1, 2, 3, 4, และ 5 วัน

: แหนมเส้นรหัส N ที่หมักได้ 1, 2, 3, 4, และ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์กรด ระหว่างการหมัก

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}

แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}

แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

จากภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมตามระยะเวลาการหมัก พบว่าแหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นรหัส F มีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดโดยปริมาณกรดในวันที่หนึ่งของการหมักนั้นเริ่มต้นที่ 3.50 และค่าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆจนถึงวันที่ 5 ของการหมักค่าจะสูงถึง 6.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแหนมรหัส F นั้นมีเปอร์เซ็นต์กรดสูงตั้งแต่การหมักเริ่มได้ 24 ชั่วโมง ส่วนแหนมรหัส S มีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดโดยวันที่หนึ่งของการหมักนั้นเริ่มต้นที่ 3.03 และค่าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 5 ของการหมักค่าอยู่ที่ 5.53 ซึ่งจะเห็นว่าแหนมรหัส S นั้นจะมีค่าสูงขึ้นเช่นเดียวกับแหนมรหัส F แต่ค่าเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมรหัส S นั้นจะมีค่าสูงรองลงมาจากแหนมรหัส F ดังแสดงในภาพที่ 1 และแหนมรหัส N นั้นค่าเปอร์เซ็นต์กรด ของการหมักในวันแรกอยู่ที่ 1.43 และค่าก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งการหมักในวันที่ 5 จะมีค่าอยู่ที่ 4.93 จะเห็นได้ว่าแหนมรหัส N นั้นจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกับแหนมรหัส F และ รหัส S แต่จะแตกต่างกันที่ค่าเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมรหัส N ในวันที่หนึ่งนั้นมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับแหนมรหัส F ที่ผลออกมาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ กรดที่เพิ่มขึ้นในแหนมเกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียแลคติคจำพวก Homofermentative lactobacilli และ Homofermentative cocci ซึ่งเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส แล้วได้กรดแลคติค และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2537 : 37) การเกิดกรดของ bacteria lactic ขึ้นอยู่กับจำนวนและสภาวะการเจริญเติบโตถ้าหากมีปริมาณที่มากพอและมีสภาวะที่เหมาะสมก็จะสามารถผลิตกรดได้จำนวนมาก (วริพัส อารีกุล, 2530 : 22) ในขบวนการหมักแหนมเมื่อปล่อยให้เกิดโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นช้าเนื่องจากในสภาวะธรรมชาติมีแบคทีเรียแลคติค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

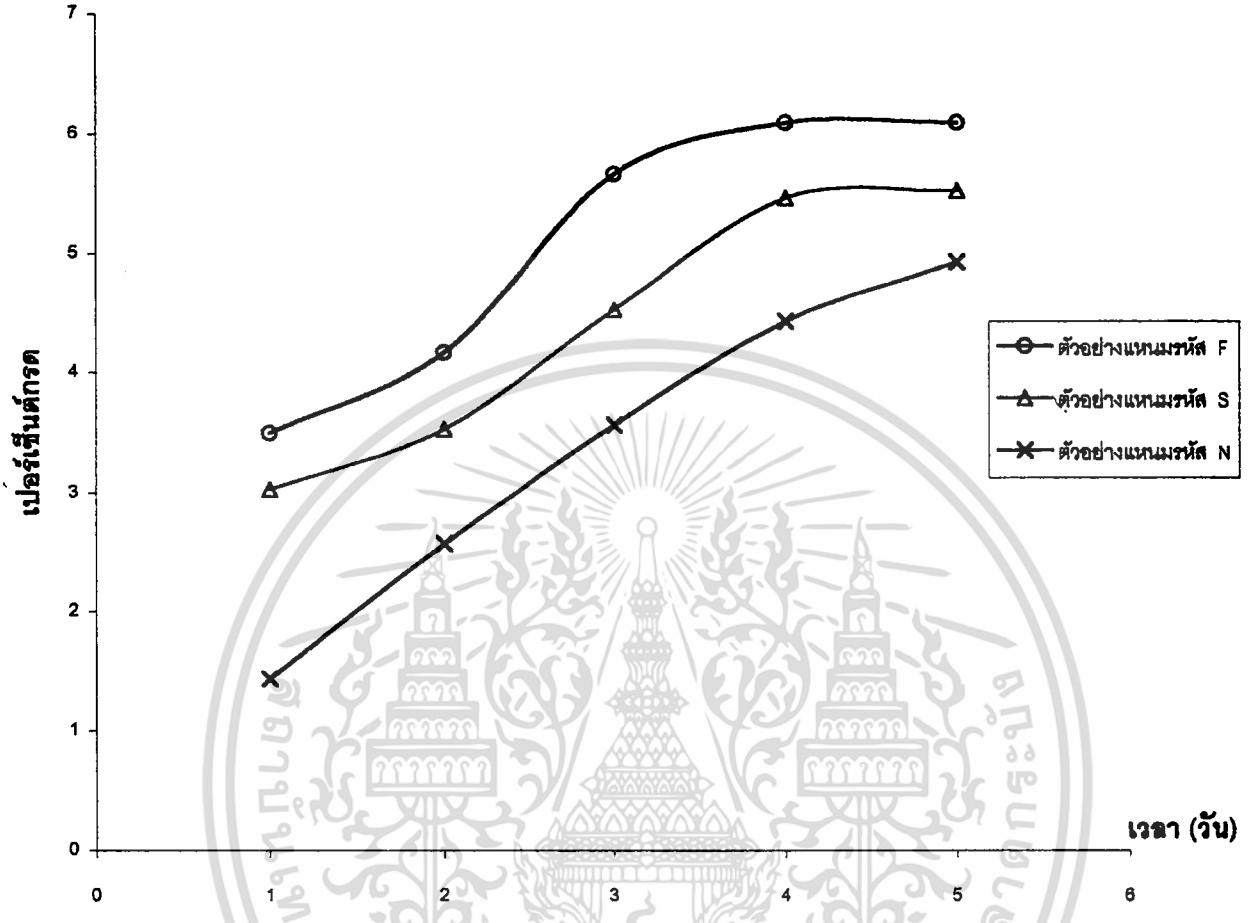
อยู่เล็กน้อย พวกวัตถุดิบมีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ไม่พึงประสงค์มากหรือสภาวะการหมักผิดปรกติแบคทีเรียแลคติคต้องปรับตัวและใช้เวลาในการเจริญนานกว่าจึงจะได้จำนวนเพียงพอที่จะทำให้เกิดกรด ดังนั้นการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้ขบวนการหมักแหนมเกิดได้เร็วขึ้น (อรัญ หันพงษ์กิตติกูล, 2537 : 31)

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรด ตามระยะเวลาการหมักของแหนมรหัส F, S และ N

วันที่หมัก	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรด		
	แหนมรหัส F	แหนมรหัส S	แหนมรหัส N
1	3.50	3.03	1.43
2	4.17	3.53	2.57
3	5.67	4.53	3.57
4	6.10	5.47	4.43
5	6.10	5.53	4.93

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}
แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}
แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมตามระยะเวลาการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum ต่อผลทางด้านประสาทสัมผัส

4.2.1 สี

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านสีของแหนมรหัส F,S,N ทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่จะเห็นว่าผู้บริโภคจะให้คะแนนแหนมรหัส F มากที่สุด รองลงมาคือแหนมรหัส N และสุดท้ายคือแหนมรหัส S ทำให้เห็นว่าเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่มีการเติมลงไปในแหนมรหัส F,S นั้นไม่ได้ทำให้สีของแหนมมีความแตกต่างกัน ปกติขบวนการเปลี่ยนแปลงสีในเนื้อหมักมักจะเกิดจากแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ โดยช่วงแรกของการหมักต้องมีเชื้อ Micrococcus varians อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม หลังจากนั้นจะถูกทำลายในสภาพที่เป็นกรดจากแลคติคแอซิดแบคทีเรีย (ไพโรจน์ วิริยจารี,2535 : 24) โดยแลคติคแบคทีเรียจะทำให้ไนไตรท์เปลี่ยนไปเป็นกรดไนตรัส เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงให้เกิดสีชมพูขึ้นในเนื้อหมัก (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 84) แต่จากการทดลองสีของแหนมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจจะเป็นเพราะ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรดในแหนมมีปริมาณใกล้เคียงกันมากจึงทำให้สีของแหนมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่2 แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี

วันที่หมัก	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี		
	แหนมรหัสF	แหนมรหัสS	แหนมรหัสN
1	6.9	5.9	5.6
2	6.4	6	5.9
3	6.1	5.9	5.8
4	6.5	6	6.8
5	5.9	5.8	6.3
รวม	31.8	29.6	30.4

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}
แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}
แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กลิ่น

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของแหนมรหัส F,S,N ทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนตัวอย่างแหนมรหัส F มากที่สุด และตัวอย่างแหนมรหัส N รองลงมาและตัวอย่างแหนมที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือแหนมรหัส S ซึ่งโดยปกติแล้วผลิตภัณฑ์แหนมหากมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ใช้หมักในปริมาณสูงก็ย่อมจะทำให้ผลิตภัณฑ์แหนมเกิด กลิ่นหอมของการหมักได้รวดเร็วและมาก ดังการทดลองของ นภา โล่ห์ทอง (2529 : 47) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่เกิดจากการใส่ลงไปนี้ก็จะสร้างกลิ่นขึ้นมาเช่นเดียวกับการสร้างกรดยิ่งมีจุลินทรีย์มากกลิ่นก็ย่อมจะเกิดมากเช่นกัน ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถเปลี่ยนไพรูเวทให้เป็นสารที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ อะเซททาดีไฮด์ และไดอะเซททิล การเกิดสารระเหยในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้อาหารหมักมีกลิ่นหอม แต่ที่ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางกลิ่นของแหนมทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่นในแหนมทั้ง 3 ตัวอย่างงมีปริมาณใกล้เคียงกันจึงทำให้กลิ่นของแหนมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

<u>ตารางที่3</u> แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

วันที่หมัก	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น		
	แหนมรหัสF	แหนมรหัสS	แหนมรหัสN
1	6.1	6	6.1
2	5.5	5.2	5.7
3	6	5.9	6.5
4	6.8	5.9	5.4
5	6	6.3	6.3
รวม	30.4	29.3	30

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}

แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}

แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 รส

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านรสของแหนมรหัส F,S,N ทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่จะเห็นว่าผู้บริโภคจะให้คะแนนแหนมรหัส F มากที่สุด และให้คะแนนแหนมรหัส S รองลงมาและคะแนนแหนมรหัส N น้อยที่สุดซึ่งจากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าคะแนนของแต่ละตัวอย่างในการทดสอบทางด้านรสค่อนข้างที่จะมีความแตกต่างกัน จากภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์กรด จะเห็นได้ว่าเมื่อการหมักผ่านไป 24 ชั่วโมง ปริมาณกรดของแหนมรหัส F ก็มีปริมาณกรดถึง 3.50 ซึ่งปริมาณกรดดังกล่าวผู้บริโภคก็สามารถที่จะยอมรับได้ แต่แหนมรหัส N นั้นเมื่อเวลาการหมักผ่านไป 24 ชั่วโมง แหนมรหัส N มีปริมาณกรดเกิดขึ้นเพียง 1.43 และต้องใช้เวลาการหมักถึง 72 ชั่วโมง จึงจะมีปริมาณกรดใกล้เคียงกับแหนมรหัส F ในวันแรกซึ่งเป็นปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับดังการทดลองของลักขณา รุจนะไกรกานต์ (2537 : 13) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่อยู่ในแหนมจะสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและมีผลต่อการผลิตกรดแลคติคได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสมหลังจาก 72 ชั่วโมงหลังการหมัก แต่ปริมาณกรด 3 ตัวอย่าง ก็มีการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่อมาถึงการหมักวันที่ 5 ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นก็ใกล้เคียงกัน เพียงแต่เมื่อเทียบกันแล้วแหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นลงไปคือแหนมรหัส F และ S จะมีจำนวนตัวอย่างการยอมรับมากกว่าแหนมรหัส N เพราะแหนมรหัส F และ S นั้นผู้บริโภคยอมรับได้ตั้งแต่การหมักเริ่มมาแล้ว 24 ชั่วโมง อาจเป็นเพราะผู้บริโภคชอบแหนมรหัส F และ S นั้นเพราะแหนม 2 ตัวอย่างมีรสเปรี้ยวค่อนข้างเร็วและมากอันเนื่องมาจากเชื้อบริสุทธิ์ที่เติมลงไปดังการทดลองของ วริพัส อารีกุล (2530 : 22) กล่าวว่า การเกิดกรดของแบคทีเรียแลคติคยังขึ้นอยู่กับปริมาณและสภาวะการเจริญเติบโตถ้าหากมีปริมาณที่มากพอและมีสภาวะที่เหมาะสมก็จะสามารถผลิตกรดได้จำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4 แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านรส

วันที่หมัก	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านรส		
	แหนมรหัสF	แหนมรหัสS	แหนมรหัสN
1	6.5	6.4	5.9
2	6.7	5.2	5.7
3	6.8	6.2	4.4
4	6.7	5.9	5
5	6.6	5.9	5.1
รวม	33.3	29.6	26.1

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}

แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}

แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 เนื้อสัมผัส

ผลการสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของแหนมรหัส F,S และ N ทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนตัวอย่างแหนมรหัส N มากที่สุด รองลงมาคือแหนมรหัส F และคะแนนน้อยที่สุดคือแหนมรหัส S จะเห็นว่าการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสนี้จะมีความแตกต่างจากการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านอื่น ๆ เพราะตัวอย่างแหนมที่ได้คะแนนมากที่สุดคือแหนมรหัส N ซึ่งต่างจากการทดสอบที่ผ่าน ๆ มาที่แหนมรหัส F จะได้คะแนนสูงที่สุด ที่แหนมรหัส N มีแนวโน้มค่าคะแนนทางการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสมากก็อาจเนื่องมาจากแหนมรหัส F และ S ที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นลงไปมีปริมาณเชื้อแน่นอนกว่าจึงทำให้ขบวนการเกิดกรดเกิดขึ้นได้เร็วกว่าและขบวนการเกิดกรดที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ย่อมทำให้เกิดมีปริมาณน้ำอันเนื่องจากขบวนการหมักอาจส่งผลทำให้แหนมรหัส F และ S มีลักษณะที่เปื่อยยุ่ยไม่แน่นเหนียวเหมือนแหนมรหัส N

<u>ตารางที่5</u> แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

วันที่หมัก	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส		
	แหนมรหัสF	แหนมรหัสS	แหนมรหัสN
1	6.1	6.3	6.8
2	6.3	6.1	6.2
3	6.1	5.5	5.8
4	5.8	5.4	5.5
5	5.7	5.9	5.9
รวม	30	29.2	30.2

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}

แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}

แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 คุณลักษณะโดยรวม

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านคุณลักษณะโดยรวมของแหนมรหัส F,S,N ทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนแหนมรหัส F มากที่สุดรองลงมาคือแหนมรหัส N และที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือแหนมรหัส S แต่ที่แหนมรหัส F ได้คะแนนมากที่สุดอาจเป็นเพราะผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส ของแหนมรหัส F นั้นได้รับการยอมรับและได้คะแนนจากผู้ทดสอบมากที่สุดผู้ทดสอบจึงเลือกที่จะให้คะแนนแหนมรหัส F สูงสุดสำหรับคุณลักษณะโดยรวมของแหนมแต่ละตัวอย่าง เช่นเดียวกันกับแหนมรหัส N จากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผ่านมาแหนมรหัส N ได้คะแนนรองลงมาจากแหนมรหัส F เสมอและการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสยังได้คะแนนสูงที่สุดในแหนมทั้ง 3 ตัวอย่าง และสุดท้ายแหนมรหัส S ซึ่งในแต่ละการทดสอบที่ผ่านมาจะได้คะแนนต่ำสุดเสมอยกเว้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านรสที่ได้คะแนนรองลงมาจากรหัส F ฉะนั้นในการทดสอบทางด้านคุณลักษณะโดยรวมแหนมรหัส S จึงได้คะแนนต่ำสุดจากผู้ทดสอบ จึงมีความเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคจะให้คะแนนโดยดูจากคะแนนของแต่คุณลักษณะที่ทดสอบผ่านมาในการตัดสินลักษณะโดยรวมของแหนม

<u>ตารางที่6</u> แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านคุณลักษณะโดยรวม

วันที่หมัก	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านคุณลักษณะโดยรวม		
	แหนมรหัสF	แหนมรหัสS	แหนมรหัสN
1	6.6	5.8	6.4
2	6.6	5.4	6.1
3	6.3	6.4	6.2
4	6.3	5.9	5.8
5	6	6	6.4
รวม	31.8	29.5	30.9

แหนมรหัส F = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-5}

แหนมรหัส S = แหนมที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 10^{-6}

แหนมรหัส N = แหนมที่เกิดจากเชื้อธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Lactobacillus plantarum ในการผลิตแหนม สามารถลดระยะเวลาการหมักแหนมรหัส F และ S ให้สั้นลงได้ซึ่งจะเกิดกรดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนแหนมรหัส N จะเกิดกรดสูงขึ้นภายใน 72 ชั่วโมง จากการเกิดกรดดังกล่าวจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าแหนมรหัส F และ S ที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์สามารถเกิดกรดได้เร็วกว่า ทำให้บริโภคแหนมได้เร็วขึ้น ส่วนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสนั้นแหนมรหัส F จะมีการยอมรับมากกว่าแหนมรหัส N ทั้งทางด้าน สี กลิ่น รส และคุณลักษณะโดยรวมยกเว้นเพียง การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ส่วนแหนมรหัส S นั้นได้รับการยอมรับน้อยที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาการใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้น Lactobacillus plantarum ใช้ปริมาณ 10^{-5} และ 10^{-6} จะให้คุณภาพที่ดีของแหนมระดับหนึ่งเท่านั้น จึงควรจะมีการศึกษาถึงปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เหมาะสมที่จะก่อให้เกิดลักษณะและคุณภาพของแหนมที่ดีที่สุด

5.2.2 ทำการทดสอบใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์ผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แหนมที่ดีที่สุด

5.2.3 เลือกวัตถุดิบโดยเฉพาะเนื้อสุกรที่ผ่านการฆ่าชำแหละที่มีสุขาภิบาลที่ดีเพื่อปลอดภัยต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่จะปนเปื้อนมากับเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นภา โล่ห์ทอง. 2529. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 250 น.

ปรีชา จึงสมานุกูล. 2522. การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นบ้าน ไตปลาและ ปลาแป้งแดง. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 180 น

ไพศาล เลาหเรณู. 2538 "การอาบรังสีแหนมเพื่อทำลายเชื้อโรคท้องร่วงซาลโมเนลลา" สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตร. (พิมพ์)

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. เชียงใหม่ : ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 275 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 135 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2537. "เอกสารคำบรรยายการผลิตแหนมยุคใหม่" สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (พิมพ์)

วริพัส อารีกุล. 2530 . การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติคซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซาลโมเนลลาและกล้าเชื้อผสมเพื่อใช้หมักแหนม. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 280 น.

สุขใจ โสมะฐิติ. 2525. การสำรวจเชื้อโรคลำไส้บางชนิดในแหนม. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อดิศร เตชะปัญญาวัฒน์. 2533 ผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติคในการหมักแหนม. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 225 น.

อรัญ หันพงษ์กิตติกูล. 2537. การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการหมักแหนม. กรุงเทพฯ :วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 200 น.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2537. แหนมจุลชีววิทยาของแหนม. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณ ANOVA TEST ที่ใช้ในปัญหาพิเศษ

ตารางที่ 7 แสดงการคำนวณ ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	(k-1)	TrtSS	MsTr	MsTr /MsE
A	(a-1)	SS(A)	MsA	MsA/ MsE
B	(b-1)	SS(B)	MsB	MsB /MsE
AB	(a-1)(b-1)	SS(AB)	MsAB	MsAB/ MsE
ERROR	k(n-1)	ESS	MsE	
TOTAL	k(n)-1	TSS		

กำหนดให้

CF = Correction factor

TSS = Sum of Square of Total

TrtSS = Sum of Square of Treatment

ESS = Sum of Square of Error

SS(A) = Sum of Square of Sample

SS(B) = Sum of Square of Time

SS(AB)= Sum of Square of Sample and Time

MsTr = Mean of Square of Treatment

MsE = Mean of Square of Error

MsA = Mean of Square of Sample

MsB = Mean of Square of Time

k = จำนวนการทดสอบ (15 Treatment)

a = ความแตกต่างที่ใช้ในการหมักแหนม (3 ค่าความเข้มข้น)

b = เวลาที่ใช้ทำการทดสอบ (5 วัน)

n = จำนวนผู้ทดสอบ (10 คน)

Ta = ผลรวมของค่าความเข้มข้นทั้ง 3 ตัวอย่างของแต่ละวัน

Tb = ผลรวมของวันในแต่ละความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$CF = (\sum Total)^2 / k(n)$$

$$TSS = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k} Xij^2 - CF$$

$$TrtSS = \sum Total^2 / k(n)$$

$$ESS = TSS - TrtSS$$

$$SS(A) = [\sum Ta^2 / a(n)] - CF$$

$$SS(B) = [\sum Tb^2 / b(n)] - CF$$

$$SSAB = TrtSS - SS(A) - SS(B)$$

$$MsTr = TrtSS / (k-1)$$

$$MsA = SS(A) / (a-1)$$

$$MsB = SS(B) / (b-1)$$

$$MsAB = SS(AB) / (a-1)(b-1)$$

$$MsE = ESS / k(n-1)$$

ที่มา : อุมาพร จันทศร, 2537 : 337-338

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่8 แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านสี

	1			2			3			4			5		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
2	7	7	6	6	4	5	6	5	6	8	6	8	7	6	7
3	7	7	6	6	5	6	7	6	7	8	7	8	5	4	8
4	8	4	2	6	3	6	5	4	2	5	4	3	4	4	2
5	9	7	8	9	9	9	8	9	8	8	8	9	8	7	7
6	6	8	3	8	6	7	7	7	8	4	5	4	5	5	6
7	7	4	7	4	5	4	6	3	6	7	7	7	6	6	5
8	5	5	7	6	6	6	6	5	4	7	7	8	6	7	7
9	7	6	6	5	8	7	4	7	7	8	4	8	7	9	8
10	7	5	5	8	8	3	6	7	4	4	6	7	5	4	6

ผลการคำนวณโดยวิธี ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	14	20.24	1.446	0.565 ns
A	2	4.44	2.22	0.867 ns
B	4	4.96	1.24	0.484 ns
AB	8	10.84	1.355	0.529 ns
ERROR	135	345.6	2.56	
TOTAL	149	365.84		

F 0.05 (14,135) = 1.70	F 0.01 (14,135) = 2.09
F 0.05 (2,135) = 3.00	F 0.01 (2,135) = 4.61
F 0.05 (4,135) = 2.37	F 0.01 (4,135) = 3.32
F 0.05 (8,135) = 1.94	F 0.01 (8,135) = 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9 แสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

	1			2			3			4			5		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	6	6	5	4	4	5	6	5	6	6	6	5	6	6	7
2	4	6	4	5	7	7	5	7	6	7	6	6	6	6	6
3	6	8	7	6	7	5	7	5	6	7	7	6	7	6	6
4	5	4	3	4	4	5	4	6	7	6	4	3	5	6	2
5	8	7	9	9	8	9	8	9	9	8	9	6	8	8	8
6	8	7	7	5	4	3	6	5	8	5	6	5	5	7	7
7	6	4	7	5	5	6	6	6	7	7	5	6	5	6	6
8	5	6	8	7	4	7	5	7	5	7	7	7	7	6	8
9	6	6	5	4	6	6	5	5	6	6	5	6	6	7	5
10	7	6	6	6	3	4	8	4	5	9	4	4	5	5	8

ผลการคำนวณโดยวิธี ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	14	24.44	1.746	0.859 ns
A	2	10.373	5.187	2.551 ns
B	4	1.240	0.310	0.152 ns
AB	8	12.827	1.603	0.789 ns
ERROR	135	274.5	2.033	
TOTAL	149	298.94		

F 0.05 (14,135) = 1.70	F 0.01 (14,135) = 2.09
F 0.05 (2,135) = 3.00	F 0.01 (2,135) = 4.61
F 0.05 (4,135) = 2.37	F 0.01 (4,135) = 3.32
F 0.05 (8,135) = 1.94	F 0.01 (8,135) = 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่10 ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านรส

	1			2			3			4			5		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	8	7	2	7	4	7	8	7	5	6	7	3	7	6	6
2	5	6	6	6	5	5	6	7	4	7	6	4	6	7	6
3	8	7	6	6	5	4	5	4	2	7	6	7	5	6	4
4	7	5	5	5	6	3	9	6	6	8	6	3	6	5	3
5	8	8	9	9	9	9	8	9	5	9	9	5	9	9	8
6	4	8	5	9	4	5	7	6	5	4	5	6	6	5	4
7	6	7	6	6	5	6	6	5	4	7	5	5	5	6	3
8	6	4	7	5	4	6	6	6	2	7	4	6	8	3	7
9	7	6	4	6	5	6	6	5	6	7	6	7	5	8	6

ผลการคำนวณโดยวิธี ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	14	74.933	5.352	2.269 **
A	2	4.267	2.133	0.905 ns
B	4	51.853	12.963	5.496 **
AB	8	18.813	2.352	0.997 ns
ERROR	135	318.4	2.359	
TOTAL	149	393.333		

F 0.05 (14,135) = 1.70 F 0.01 (14,135) = 2.09

F 0.05 (2,135) = 3.00 F 0.01 (2,135) = 4.61

F 0.05 (4,135) = 2.37 F 0.01 (4,135) = 3.32

F 0.05 (8,135) = 1.94 F 0.01 (8,135) = 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่11 ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

	1			2			3			4			5		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	4	5	7	6	6	7	4	4	4	6	7	4	7	5	5
3	6	6	7	7	6	6	6	5	5	6	5	6	6	7	7
4	7	5	6	4	6	4	5	6	5	4	5	4	5	6	2
5	7	8	9	8	9	9	9	4	8	8	8	8	7	9	8
6	5	7	6	9	5	6	6	6	8	5	4	4	6	3	7
7	6	7	7	6	5	5	6	6	5	5	3	3	4	6	3
8	7	6	5	5	5	7	7	4	3	5	4	5	6	5	6
9	5	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	7	4	6	6
10	6	5	8	4	6	4	4	6	6	5	4	6	4	4	7

ผลการคำนวณโดยวิธี ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	14	19.16	1.369	0.562 ns
A	2	13.427	6.713	2.758 ns
B	4	1.120	0.280	0.115 ns
AB	8	4.613	0.577	0.237 ns
ERROR	135	328.6	2.434	
TOTAL	149	347.76		

F 0.05 (14,135) = 1.70	F 0.01 (14,135) = 2.09
F 0.05 (2,135) = 3.00	F 0.01 (2,135) = 4.61
F 0.05 (4,135) = 2.37	F 0.01 (4,135) = 3.32
F 0.05 (8,135) = 1.94	F 0.01 (8,135) = 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางที่11</u> ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้นการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านคุณลักษณะโดยรวม

	1			2			3			4			5		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	8	7	5	6	5	7	7	6	6	7	7	5	6	6	7
2	6	6	6	6	5	5	5	8	6	8	5	8	7	6	7
3	6	7	8	7	6	6	6	4	4	7	6	5	5	5	7
4	9	5	5	6	5	5	4	6	6	4	4	4	6	6	2
5	8	6	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	8	8	8
6	5	4	6	9	4	6	6	7	8	4	5	5	6	6	8
7	6	6	7	6	5	5	6	6	7	6	5	3	5	6	5
8	7	6	7	6	5	7	7	7	6	7	6	7	7	5	7
9	5	6	5	6	6	6	6	6	6	7	6	7	6	7	6
10	6	5	6	5	4	5	7	5	4	5	6	5	4	5	7

ผลการคำนวณโดยวิธี ANOVA TEST

SOV	df	SS	MS	F
TREATM.	14	15.573	1.112	0.571 ns
A	2	2.173	1.087	0.557 ns
B	4	5.373	1.343	0.689 ns
AB	8	8.027	1.003	0.515 ns
ERROR	135	263.2	1.950	
TOTAL	149	278.773		

F 0.05 (14,135) = 1.70	F 0.01 (14,135) = 2.09
F 0.05 (2,135) = 3.00	F 0.01 (2,135) = 4.61
F 0.05 (4,135) = 2.37	F 0.01 (4,135) = 3.32
F 0.05 (8,135) = 1.94	F 0.01 (8,135) = 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้