สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนมต่อการยอมรับของผู้บริโภค

Study to fermented time of Nham on consummer acceptance

โดย

นางสาวเพลิน เอี่ยมวิลัย

ปพ.
พ923ก
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36256
วัน, เดือน, ปี 20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนมต่อการยอมรับของผู้บริโภค

Study to fermented time of Nham on consummer acceptance

ชื่อ-สกุล นางสาวเพลิน เอี่ยมวิลัย

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา**ครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

การทดลองได้ใช้แหนมจาก 3 แหล่งผลิต คือ แหนมที่ผลิตเองเบอร์ 1 , 2 และแหนมที่ผลิตจากท้องตลาด แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน 4 วัน จากนั้นจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 7 วัน และ 10 วัน ได้ศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์กรดและพีเอชที่เกิดขึ้นตามระยะเวลาการหมักและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลปรากฏว่า การเก็บรักษาแหนมที่อุณหภูมิต่างกัน และระยะเวลาแตกต่างกัน ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าพีเอชลดลงตามระยะเวลาการหมัก

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมที่ผลิตเองและผลิตจากท้องตลาดพบว่า ผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องช่วง 2 – 4 วัน และผู้ชิมเริ่มไม่ยอมรับแหนมที่เก็บรักษาในตู้เย็น จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า แหนมทั้ง 3 ตัวอย่างในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค ที่ให้คำปรึกษาแนะนำข้อคิดต่างๆ แก้ไขปัญหาและอุปสรรคระหว่างทำการทดลองปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และผู้ประสานงานภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ช่วยตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้กับคุณพ่อ คุณแม่ และท่านอาจารย์ ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้

เพลิน เอี่ยมวิลัย

มีนาคม 2542

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
สารบัญ..... ค
สารบัญตาราง..... ง
บทที่ 1
1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทเนื้อ..... 3
2.2 แหนม..... 4
2.3 บทบาทสารเคมีต่อผลิตภัณฑ์เนื้อ..... 7
3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 14
3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต..... 14
3.2 วิธีการทดลอง..... 15
3.3 สถานที่ทำการวิจัย..... 18
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย..... 18
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล 19
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 25
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 25
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 25
บรรณานุกรม..... 27
ภาคผนวก..... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น	6
2	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมตามระยะเวลาการหมัก	19
3	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามระยะเวลาการหมัก	20
4	คะแนนเฉลี่ยด้านสี	21
5	คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น	22
6	คะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ	23
7	คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส	24
8	การคำนวณหาค่า Analysis of Variance จากการทดสอบด้านเนื้อสัมผัส	32
9	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance)	33
10	คะแนนค่าความแปรปรวนด้านเนื้อสัมผัส	36
11	ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านสี	37
12	ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านกลิ่น	37
13	ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านรสชาติ	37
14	ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านเนื้อสัมผัส	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

แหนมเป็นอาหารพื้นเมืองชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทำได้โดยนำเนื้อหมูหรือเนื้อวัวที่สับละเอียดแล้วมาผสมกับเครื่องปรุง เช่น ข้าวสุก หรือกระเทียม ดินประสิวและพริกสด ในกรณีที่ทำจากเนื้อหมูนิยมใส่หนังหมูที่ ต้มหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ใส่ลงไปด้วย จากนั้นก็ผสมให้เข้ากันจนได้สัดส่วนที่เหมาะสม แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติก และห่อให้แน่นไม่ให้มีอากาศอยู่ในถุงพลาสติก จากนั้นใช้ไบตองที่ลนไฟแล้วห่อทับ หมักรอเวลาจนเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติก เจริญเติบโต แล้วทำให้ pH ลดลงปริมาณกรดเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันมีผู้ผลิตแหนมจำนวนมากราย ซึ่งบางครั้งไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนได้ผลิตภัณฑ์แหนมที่ไม่มีคุณภาพ จึงได้มีการผลิตสารหมักเนื้อผสมเสร็จ (meat curing pemixs) ช่วยให้แหนมสุกเร็วขึ้น ส่วนประกอบที่สำคัญคือ สารไนไตรท์ สารไนเตรท และเครื่องปรุงรสอื่น ๆ สุมาลี เหลืองสกุล (2527) ได้รายงานว่าสารไนไตรท์ และสารไนเตรท มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ

1. ช่วยรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ และทำให้เนื้อแดง
2. ช่วยเพิ่มรสชาติ และกลิ่นให้กับผลิตภัณฑ์
3. ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
4. ช่วยยับยั้งการเหม็นหืน ของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อ

นักวิทยาศาสตร์เชื่อกันว่าการแตกตัวของไนเตรทจะได้กรดไนตรัส ซึ่งก่อให้เกิดสารไนโตรซามีน(Nitro Samine) ที่เป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (2517) อนุญาตให้ใช้ไนเตรทได้ในปริมาณไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณที่แนะนำให้ใช้เป็น 2 กรัม ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม Federal meat inspection regutation ของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้ได้ไนเตรท และไนไตรท์ในเนื้อบด 3 ออนด์ ต่อ 100 ปอนด์ และปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ได้เป็นร้อยละ 0.25 – 0.38 ของน้ำหนักเนื้อ

การผลิตแหนม ในปัจจุบันส่วนมากใช้หัวเชื้อ ที่ผลิตเป็นการค้าสามารถ ลดเวลาในการบ่มเหลือเพียง 24 – 48 ชั่วโมง แทน 7 – 14 วัน ซึ่งบางครั้งผู้ผลิตไม่สามารถทราบได้เลยว่าช่วงเวลาใดที่แหนมสุก และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ช่วงใดควรจัดส่งจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาระดับคุณภาพแหนม ให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงเป็นแรงจูงใจในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสม ในการหมักแหนมที่ผู้บริโภคยอมรับ และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมของเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่า pH และปริมาณกรดแลคติก ที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการหมักแหนม โดยใช้ผงแหนมที่ผลิตเป็นการค้า เป็นส่วนประกอบ
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนม โดยใช้ผงแหนมที่ผลิตเป็นการค้าเป็นส่วนประกอบให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการหมักแหนมให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนมที่ใช้ผงแหนม ที่ทำเป็นการค้าต่อการยอมรับของผู้บริโภค
2. เป็นข้อมูลต่อผู้สนใจที่จะผลิตแหนมในการจำหน่าย
3. เป็นข้อมูลสำหรับโรงงานผู้ผลิตแหนม ในการส่งจำหน่ายตามสถานที่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การหมักเป็นกระบวนการทางเคมีที่ก่อให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์สาร โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ ที่สร้างขึ้นโดยเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้ได้เซลล์เพิ่มขึ้นหรือสารเคมี ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ทั้งนี้อาจอยู่ในสภาวะที่มีการให้อากาศเต็มที่หรือมีอากาศเพียงเล็กน้อย หรือปราศจากอากาศก็ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2540)

การหมักเป็นวิธีการแปรรูปอาหารอีกวิธีหนึ่งที่นิยมกันแพร่หลายทั่วโลก และรู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว เช่น ชาวอียิปต์ และชาวบาบิโลเนียน รู้จักผลิตไวน์ จากข้าวบาร์เลย์มาประมาณ 2,800 ปี ก่อนคริสศักราช ชาวจีนรู้จักผลิตซีอิ้ว และมิโส (Miso) การแปรรูปอาหารโดยการหมักนั้นนอกจากจะเป็นการช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แอลกอฮอล์ ผงชูรส กรดน้ำส้ม กรดซิตริก ซีอิ้ว และวิตามินต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นวิธีการช่วยถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่งด้วยเช่น กรดแลคติคเกิดขึ้นในการทำแหนมหรือการดองผักและผลไม้ นอกจากจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสตามที่ต้องการแล้วยังช่วยยืดอายุการเก็บของเนื้อ ผัก และผลไม้ด้วย การหมักยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วย เพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบที่มีราคาถูก เช่น วัตถุดิบประเภทเส้นใย เช่น เซลลูโลส การหมักโดยจุลินทรีย์ที่สามารถสร้าง เอนไซม์เซลลูเลส จะสามารถเปลี่ยน เซลลูโลส เป็นกลูโคส หรือช่วยให้มีจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น หรือการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (Single cell protein) โดยมีวัตถุประเภทเส้นใยเป็นวัตถุดิบ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2540)

2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทผลิตภัณฑ์เนื้อ

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทที่ทำจากเนื้อนี้ อาจจะทำจากเนื้อชิ้นใหญ่ ๆ หรือสับเป็นชิ้นเล็กๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมักนั้น ได้เริ่มรู้จักกันตั้งแต่สมัยโรมันเชื่อว่า ซาลามิ (Salami) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักชนิดแรก หลังจากนั้นก็ได้มีผลิตภัณฑ์เนื้อหมักต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอีกมากมาย ซึ่งนอกจากใช้เนื้อหมูและเนื้อเป็นวัตถุดิบแล้วยังมีเนื้อที่ได้จากเป็ดไก่ อื่น ๆ ส่วนในประเทศไทยนั้น ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีการนิยมบริโภคมากที่สุดได้แก่ แหนมและไส้กรอกเปรี้ยว (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536)

ในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ โปรตีน เมื่อสัตว์ตายไกลโคเจน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในกล้ามเนื้อจะแตกตัวเป็นกลูโคส จึงเป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับจุลินทรีย์ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเกิดการเน่าเสียได้ จึงมีการเก็บเนื้อโดยใส่เกลือ ซึ่งนอกจากช่วยเก็บรักษาแล้วยังช่วยให้เนื้อมีสีชมพูสวยขึ้น (พวงพร โชติกไกร , 2523) นอกจากนั้นยังมีจุลินทรีย์พวก *Pediococcus* และ *Streptococcus* เป็นพวกแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติค ซึ่งทำให้ความเป็นกรด-เบสของเนื้อลดลง ช่วยให้เนื้อมีกลิ่นรสตามที่ผู้บริโภคต้องการ ตลอดจนช่วยยืดอายุการเก็บด้วยแต่ในปัจจุบันมีวิทยาการที่ก้าวหน้า จึงได้มีการใส่ เกลือ น้ำตาล โพแทสเซียมไนไตรท์ โพแทสเซียมไนเตรทกรดแอส-คอร์บิก หรือโซเดียมแอสคอร์เบต และเครื่องเทศต่าง ๆ ลงในปริมาณที่เหมาะสม หลังจากนั้นทิ้งไว้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาการหมักสมบูรณ์ ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัส และกลิ่นรส ตามที่ต้องการ (ศิวาพร ศิวเวชช , 2540)

2.2 แหนม หรือที่เรียกกันโดยสากลว่า Fermented pork sausage เป็นอาหารพื้นเมืองชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทำได้โดยนำเนื้อหมูหรือเนื้อวัวที่สับละเอียดแล้วผสมกับเครื่องปรุง เช่น ข้าวสุก เกลือ กระเทียม ดินประสิว และพริกสด ในกรณีที่ทำจากเนื้อหมู นิยมใส่หนังหมูที่ต้มและหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ใส่ลงไปด้วย หลังจากผสมได้สัดส่วนก็บรรจุด้วยถุงพลาสติกรัดให้แน่น จากนั้นใช้ใบตองกล้วยที่ลนไฟแล้วห่อทับ ในระยะนี้แหนมจะมี pH ประมาณ 1 – 3 มีปริมาณกรด ซึ่งคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคประมาณ 0.3 แหนมที่นิยมรับประทานมี pH ประมาณ 4.3 และมีปริมาณกรดแลคติกประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ (พวงพร โชติกไกร , 2523) แหนมปกติเมื่อหมักได้ 3 – 4 วัน จะนำไปเก็บในตู้เย็น เพื่อชลอการลดลงของ pH เนื่องจากกรดของจุลินทรีย์ ไม่ให้แหนมมีรสเปรี้ยวมาก และเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งสามารถเก็บได้นานเป็นเดือน ส่วนแหนมที่ไม่ได้เก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะเกิดการหมักอย่างรวดเร็ว (อรัญ หันพงศ์กิตติกูล , 2537)

(1) ส่วนประกอบสำคัญ และขั้นตอนการผลิตประกอบด้วยเนื้อหมู คุณภาพของเนื้อสัตว์มีส่วนสำคัญต่อการยึดเกาะของโปรตีนกับน้ำ และส่วนประกอบต่าง ๆ และสีของผลิตภัณฑ์ โดยแตกต่างกันไปตามอัตราส่วนของความชื้นต่อโปรตีน อัตราส่วนของเนื้อต่อไขมัน ตลอดจนปริมาณเม็ดสีของเนื้อสัตว์ ซึ่งในเนื้อแต่ละส่วนมีไม่เท่ากัน คุณสมบัติของเนื้อสัตว์ แต่ละส่วนที่ได้จะแตกต่างกัน ซึ่งแบ่งได้เป็นเนื้อสัตว์ที่สามารถยึดเกาะน้ำได้ได้แก่ เนื้อสัตว์ที่ได้จากกล้ามเนื้อส่วนขาหลัง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มฉ่ำน่ารับประทาน เนื้อสัตว์ที่มีคุณสมบัติจัดอยู่ในพวกที่มีการยึดเกาะน้ำปานกลาง ได้แก่ เนื้อส่วนหัว ส่วนแก้ม และเศษเนื้อส่วน เนื้อที่มีการยึดเกาะน้ำต่ำได้แก่ เนื้อที่มีไขมัน เนื้อหัวใจ และเครื่องใน (จินตนา ขจรรัตนวณิชย์, 2531) นอกจากมีเนื้อสัตว์ยังเป็นแหล่งโปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นแหล่งวิตามินบีรวม และเกลือแร่บางชนิดโดยเฉพาะเหล็ก

1. ส่วนผสมหลัก ได้แก่ หมูเนื้อแดง ควรนำมาจากส่วนสะโพกที่มีลักษณะแห้งไม่แฉะ และเป็นเนื้อที่เพิ่งฆ่าใหม่ ๆ หนังหมูที่ต้มสุก แต่ไม่เปื่อยผ่านการหั่นฝอย บางครั้งผู้ผลิตอาจใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของหัวหมู หรือหูหมูแทนหนังหมูก็ได้

2. ส่วนผสมที่ใช้ประกอบการหมัก ได้แก่ ข้าวสุก ซึ่งเป็นข้าวเหนียว หรือข้าวเจ้าก็ได้ กระเทียม และพริกขี้หนูสด

3. ส่วนผสมที่เป็นสารเคมีในการหมักได้แก่ เกลือไนเตรทหรือไนไตรท์ เกลือแกงป่น และน้ำตาล

เนื่องจากการหมักแหนมต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ มีความผันแปรค่อนข้างมาก และไม่สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการผลิตได้ บางครั้งเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค จึงได้พยายามใช้เชื้อบริสุทธิ์ซึ่งเป็นเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus ptantarum.* , *Pediococcus cerevisiae.* และ*Micrococcus Varians.* แทนเชื้อจากธรรมชาติพบว่า สามารถปรับปรุงคุณภาพแหนมได้มีความปลอดภัยสูง (นัยนา ใช้เทียมวงศ์ , 2536)

(2) การบ่มเนื้อสัตว์ (Curing) ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แฮม เบคอน ไส้กรอก แหนม สารที่นิยมใส่ลงไปในการหมักเนื้อได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ น้ำตาล โซเดียมไนเตรท หรือ โซเดียมไนไตรท์ การใส่สารเหล่านี้อาจนำเนื้อสัตว์มาแช่ในสารละลาย หรือสารผสมที่เป็นของแห้งมาทาไว้บนผิวของเนื้อ หรือฉีดสารละลายเข้าไปในเนื้อโดยตรง โซเดียมคลอไรด์ ที่ใช้ในการหมักในรูปสารละลายนิยมใช้ความเข้มข้นประมาณ 15% แต่ถ้าฉีดแล้วชงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด น้ำตาลที่ใช้นอกจากจะช่วยเพิ่มกลิ่นรสแล้วยังเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ต่าง ๆ โดยเฉพาะพวก nitrate reducing bacteria สำหรับโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ มีบทบาทในการรักษาสีเนื้อสัตว์ และชงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด (นฤดม บุญหลงและคณะ, 2521) ระหว่างการบ่มแบคทีเรีย บางชนิดจะเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ แล้วเปลี่ยนไนไตรท์ไปเป็นไนตริคออกไซด์ ทำให้เกิดสารสีแดงซึ่งไนโตรโซไมโอโกลบิน (nitrosomyoglobin) ที่เป็นสารไม่คงตัว เมื่อเนื้อสัตว์ได้รับความร้อนโปรตีนโกลบินจะเปลี่ยนลักษณะธรรมชาติ ซึ่งมีสีชมพูและเป็นสารที่คงตัว เช่น สีของแฮม แหนม เบคอน สีของเนื้อสัตว์ในระยะนี้เป็นสีที่ต้องการ เมื่อสารที่มีสีชมพูถูกแสง และได้รับการเติมออกซิเจนจะได้สารสีน้ำตาล และถ้ามีการเติมออกซิเจนต่อไปจะได้สารมีสีเขียวเหลืองหรือซีด สามารถป้องกันโดยการห่อผลิตภัณฑ์ให้มิดชิดเพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าไป (พวงพร โชติกไกร, 2523)

(3) การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ และเคมีในระหว่างการหมัก

1. จุลินทรย์ที่มาเกี่ยวข้องในการหมักเป็นแบคทีเรีย ที่มีรูปร่างกลม และแท่ง เจริญเติบโตได้ ทำในสภาพแอโรบและแอนแอโรบ จากการศึกษาพบว่าในระยะแรกของการหมัก *Pediococcus sp.* เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ดังตารางที่1) และสร้างกรดแลคติกส่วน *Lactdcillus sp.* จะเจริญเติบโตช้า หลังจากหมักแล้วประมาณ 3 วัน *Pediococcus sp.* เจริญเติบโตช้าลงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่สุดจะหยุดการเจริญ แต่ *Lactobacillus sp.* จะเจริญเติบโต และสร้างกรดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งเซลล์มีจำนวนใกล้เคียงกับ *Pediococcus sp.* ซึ่งส่วนใหญ่มักหยุดการเฟอร์เมนต์ และนำมารับประทานในระยะนี้ (นฤดม บุญหลง และคณะ, 2521) นอกจากนั้นการหมักแหนมในถุงที่มีอากาศน้อย และ การผลิตยังมีเกลือเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะเป็นการกำหนดชนิดจุลินทรีย์ที่จะเจริญขึ้นในผลิตภัณฑ์ มีความทนทานกับเกลือ และสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยเฉพาะจุลินทรีย์แลคติคแอซิกแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (อดิศร เตชะปัญญาวัฒน์, 2533)

ตารางที่ 1 การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเซลล์
* 0	1
1	4
2	6
3	64
4	256
5	1,024
6	4,096
7	16,384
8	65,538
9	262,144
10	1,048,576

ที่มา : พวงพร โชติไกร , 2523 : 193

2. การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือความเป็นกรดทั้งหมดของแหนม เป็นดัชนีการบ่งชี้ถึงการบริโภคแหนม ซึ่งค่าความเป็นกรดจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัส ทำให้เนื้อมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป เนื้อมีลักษณะแน่นขึ้นและมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าแหนมที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 4.3 เป็นระดับที่ผู้บริโภคยอมรับ ในลักษณะเนื้อสัมผัส และสีของผลิตภัณฑ์มากที่สุด (ไพโรจน์ วิริยจารี , 2535)

3. การเปลี่ยนแปลงสีโดยธรรมชาติ จะเกิดจากแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ โดยช่วงแรกของการหมักจะต้องมีเชื้อ *Micrococcus varians.* อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ไพโรจน์ วิริยจารี , 2535) ได้รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงรสชาติของแหนมมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดและด่าง ตลอดจนปริมาณกรดแลคติคแอซิคแบคทีเรีย ทั้งหมดในแหนม โดยพบว่าผู้บริโภคมีการยอมรับในรสชาติของแหนมที่หมักได้ 3 - 4 วัน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.55 – 4.72 และมีปริมาณแลคติคแอซิคแบคทีเรียสูงที่สุดโดยมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ จากนั้นเพิ่มขึ้นถึงวันที่ 3 ของการหมัก จากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 6 ของการหมัก

4. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของแหนม สุขใจ โสมะฐิติ (2525) ได้รายงานว่าแหนมช่วงการหมักมีลักษณะเหมือนไส้กรอกที่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ประเภท *Pediococcus* นอกจากนี้กลิ่นรสของแหนมจะเกิดจากเกลือ กระเทียม พริกไทย โดยเกลือจะทำให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรด ทำให้เกิดรสเปรี้ยว ส่วนพริกไทย และกระเทียมทำให้เกิดกลิ่นรสของเครื่องเทศและยังช่วยยับยั้งจุลินทรีย์หลายชนิดได้เช่นกัน

2.3 บทบาทของสารเคมีต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารใด ๆ ก็ตามจำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติความปลอดภัยในสิ่งที่เรานำมาใช้ เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น หรือนำมาใช้เพื่อให้ได้ลักษณะหรือ คุณสมบัติตามวัตถุประสงค์ให้อาหารนั้นเกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภคสูงสุด และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคด้วย ศิวาพร ศิวเวชช (2535) ได้รายงานว่า ความหมายของวัตถุเจือปนในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (พ.ศ. 252) และประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 179 (พ.ศ. 2532) ได้ให้คำจำกัดความของวัตถุเจือปนอาหารไว้ว่า เป็นวัตถุที่ตามปกติมิได้ใช้เป็นอาหารหรือส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีในการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตราฐานหรือลักษณะของอาหาร (Codex Alimentarius Commission CAC) ได้ให้ความหมายของวัตถุเจือปนในอาหารไว้ว่า สารที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร ที่ได้มีการนำมาใช้ในอาหารอย่างเจตนา โดยทั่วไปจะใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ไม่เกิน 2 %

2.3.1 เกลือบริโภค

เกลือบริโภคเป็นสารประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นในธรรมชาติเกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์จะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือที่เหมาะสมในการหมักเนื้อควรเป็นเกลือบริสุทธิ์ที่สะอาดผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว ส่วนมากนิยมใช้เกลือสินเธาว์ ที่ปราศจากโลหะหนักมากกว่าเกลือสมุทร (วรรณา ตั้งเจริญชัย , 2535) เนื่องจากเกลือสมุทรอาจมีแบคทีเรียที่ทนต่อความเค็มสูง *halophillic bacteria* และมีอนุมูลของสารพวกแคลเซียมแมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของน้ำเกลือทำให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนลดลง (วรรณา ตั้งเจริญชัย , 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองพบว่าเกลือจะทำหน้าที่เป็น Selective agent ของชนิดจุลินทรีย์ ที่จะเจริญในอาหาร เช่น lactic acid forming bacteria , yeast และ mold สามารถจะปรับตัวเองให้ทนต่อสภาพสารละลายเกลือได้ในระหว่างความเข้มข้น 1 – 5 % แต่แบคทีเรียพวกอื่นไม่ว่าจะเป็นพวกที่สร้างสปอร์ได้หรือไม่ได้พวก *Proteolytic bacteria*. จะไม่สามารถทนทาน หรือปรับตัวต่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือระดับนี้ได้ จะเห็นได้ว่าเกลือเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่มีผลต่อขบวนการหมักเป็นอย่างมาก การหมักที่ได้เกลือในปริมาณสูงจะเป็นไปได้ช้า แต่อาหารไม่เน่าเสียง่ายในระหว่างการหมัก ส่วนการหมักที่ใช้เกลือในปริมาณต่ำจะเกิดปฏิกิริยาในระหว่างหมักรวดเร็วแต่อาหารจะเกิดการเน่าเสียได้ (ประชา บุญศิริกุล , 2529)

คุณสมบัติของเกลือในการถนอมอาหาร

(1) บทบาทของเกลือในการยับยั้งแบคทีเรีย

1. เป็นตัวลดความชื้นของอาหาร ทำให้คุณสมบัติของน้ำในอาหารเปลี่ยนไป จุลินทรีย์ใช้น้ำในการเจริญเติบโตยากขึ้น

2. เป็นตัวช่วยเพิ่มความดันออสโมซิส ทำให้เซลล์จุลินทรีย์เกิดการเสียน้ำมากขึ้น (plasmolysis) และ หยุดการเจริญเติบโต

3. เป็นตัวช่วยลดการแทรกซึมของออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนเจริญเติบโตได้ยาก

4. เป็นตัวทำลายเอนไซม์บางชนิด ทำให้โปรตีนภายในเซลล์จุลินทรีย์สลายตัวสูญเสียคุณสมบัติบางประการจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้

5. เกลือมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์โดยตรงพบว่าอนุมูลโซเดียม โปแตสเซียมคลอไรด์มีความเป็นพิษสูง เกลือโซเดียมซัลเฟตมีความเป็นพิษสูงกว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ และเกลือโซเดียมคลอไรด์มีความเป็นพิษสูงกว่าเกลือโปแตสเซียมคลอไรด์

(2) บทบาทของเกลือต่อกลิ่นรส

เกลือให้รสเค็มเนื่องจากคลอไรด์ไอออน (Cl) ในขณะที่โซเดียมไอออน (Na^+) มีบทบาทในการกระตุ้นต่อมรับรส (taste band) เมื่อเกลือสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีนจะมีความเสถียรต่อความเย็น ในทางตรงกันข้ามสารประกอบดังกล่าวสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนจะเป็นเกลืออิสระทำให้มีรสเค็ม สาเหตุนี้ทำให้พบว่า ในระดับของเกลือที่เท่ากันของผลิตภัณฑ์สด (row product) มีรสเค็มน้อยกว่า เมื่อต้มหรือทำให้สุก ส่วนของไขมันมีรสเค็มเพียงเค็มน้อยเนื่องจากในส่วนนี้มีความชื้นต่ำ จึงทำให้เกลือแทรกซึมได้น้อยมากซึ่งเกี่ยวข้องกับ pH จากการวิจัยทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างเนื้อที่มีโครงสร้างแน่น (closed strecture) หรือเนื้อคล้ำ ซึ่งเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทรกซึมได้ง่ายกว่า นอกจากนี้พบว่าไขมันที่ปะปนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดการแทรกซึมของเกลือ ประวัติของเนื้อก่อนนำมาแช่ในน้ำเกลือก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ โดยเฉพาะการแช่แข็ง มีผลต่อการแทรกซึมของเกลือด้วย (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536) นอกจากนี้เกลือที่เติมไอโอดีนไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการหมักเนื้อซึ่งใช้ร่วมกับไนเตรท เนื่องจากไอโอดีนจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของของสารไนเตรทให้เป็นไนไตรท์เป็นผลให้มีสารไนไตรท์ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์มาก (ศิวาพร ศิวเวชช , 2540) เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมี 2 ชนิด คือ เกลือสมุทรกับเกลือสินเธาว์ เกลือสมุทรได้จากน้ำทะเลจะมีพวกฮาโลฟายล์ เช่น *Halobacterium salinarium.* ปนอยู่ด้วย แบคทีเรียที่พบในเกลือชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็น *Bacillus* และมี *Micrococcus* ปนอยู่ด้วยร้อยละ 70 Coliform ร้อยละ 20 และ*Bacillus* ร้อยละ 4 (สุมาลี เหลืองสกุล , 2527)

2.3.2 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบที่ใช้ปรุงอาหารเช่นเดียวกับเกลือน้ำตาล ที่นิยมใช้ในผลิตเนื้อได้แก่ น้ำตาลทราย เดกร์โตรส แลกโตรส มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มรสชาติช่วยลดรสกระด้างของเกลือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสกลมกล่อม และมีลักษณะเนื้อชุ่มฉ่ำขึ้นและช่วยปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สารสีน้ำตาลที่คงทน (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2540) การใช้ซูโครสรวมกับแลกโตรส ปริมาณร้อยละ 0.44 ของส่วนประกอบที่ใช้ในการหมัก ช่วยในการหมักให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น การใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียวช่วยให้ pH ลดลงเร็วกว่าการใช้น้ำตาลชนิดอื่น ในกรณีนี้ จึงนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่ต้องการรสเปรี้ยว เช่น ไส้กรอก (Fermented Sausage)

(1) บทบาทของน้ำตาลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

1. น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น โดยที่น้ำตาลจะไปลดความเค็มของเกลือ และป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะดูดดึงออกมาทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป และทำให้เนื้อมีรสชาติดีขึ้นไม่แข็งกระด้าง

2. เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านความร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดมีสีน้ำตาลบริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

3.น้ำตาลเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนตริกออกไซด์ทำให้ปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อย และเกิดสีแดงเร็วขึ้น

2.3.3 ดินประสิว

ดินประสิวเป็นส่วนประกอบของโปแตสเซียม หรือโซเดียมไนเตรท หรือไนไตรท์เป็นสารที่พบในหิน และถ้ำ นอกจากนี้ยังพบดินประสิวในพืช ผัก ต้นทานตะวัน และยาสูบ เป็นสารที่มีประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรม ทางการแพทย์ และด้านอาหาร ประโยชน์ของดินประสิวทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรม เช่น ใช้ทำดอกไม้ไฟ ทำดินปืน หรือดินดำทำระเบิด เป็นวัตถุช่วยโลหะหลอมง่าย ใช้ชุบเหล็กกล้า ชุบไส้เทียน ฯลฯ

ประโยชน์ทางด้านอาหาร คือ เป็นวัตถุกันเสียในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ทุกชนิด เช่น เนื้อเค็ม ปลาช่อนแห้ง ปลาริวกิว อาหารเนื้อสำเร็จรูป และเป็นสารแต่งสีอาหารเนื้อสัตว์ทำให้มีสีแดง จึงใช้ในการผลิตเบคอน แหนม ไส้กรอก ปลาร้า ปลาเจ่า ปลารมควัน การที่ดินประสิวทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดงเนื่องจากในเนื้อสัตว์มีสารฮีโมโกลบิน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับดินประสิวกลายเป็นเม็ทฮีโมโกลบิน ถ้าร่างกายได้รับดินประสิวมากเกินไป จะทำให้เกิดอาการพิษต่อทางเดินอาหาร มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง อุจจาระเป็นเลือด และยังทำให้มีอาการปวดศีรษะด้วย ซึ่งอาการต่างๆ นี้จะเกิดในผู้ที่ได้รับดินประสิวเข้าไปมากหรือผู้ที่แพ้ดินประสิว นอกจากนี้ยังพบว่าสารไนไตรท์ในดินประสิว จะทำปฏิกิริยากับสารพวกเซกันดารี่เอมีน (secondary amine) ในอาหาร เกิดสารไนไตรซามีน ซึ่งเป็นสารที่อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งในคนได้ (ประดิษฐ์ มีสุข, 2530)

ตามกฎหมายอาหารปัจจุบันหรือประกาศฉบับที่ 84 (2527) เรื่องวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บางประเภท โดยกำหนดให้ได้โปแตสเซียมไนเตรท หรือโปแตสเซียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนเตรท หรือโซเดียมไนไตรท์ สำหรับโซเดียมหรือโปแตสเซียมไนเตรท ให้ใช้ปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับโซเดียมหรือโปแตสเซียมไนไตรท์ ให้ใช้ในปริมาณไม่เกิน 50 – 125 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม การใช้สารไนเตรท และไนไตรท์ดังกล่าวในปริมาณที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของชนิดอาหาร จะต้องได้รับตามความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ปัญหาของดินประสิว เนื่องจากดินประสิวที่เติมในอาหารประเภทเนื้อ เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อ *Clostridium botulinum.* ซึ่งสร้างสารพิษที่มีอันตรายรุนแรง และเฉียบพลัน ทำให้เป็นที่นิยมในการใช้ถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์กันอย่างแพร่หลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์มีปริมาณไนเตรท หรือไนไตรท์เกินมาตราฐานที่ปลอดภัย สำหรับการบริโภคพบว่ามีปัญหามากที่สุดได้แก่ เนื้อเค็ม ปลาเค็ม ไส้กรอก และจากศึกษาของกองวิเคราะห์อาหาร ในปี 2530 เกี่ยวกับพิษภัยของการบริโภคอาหารผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ 143 ตัวอย่าง สามารถตรวจพบไนโตรซามีนถึง 133 ตัวอย่าง แสดงว่ามีการใช้ดินประสิวในอาหารผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในปริมาณสูงมาก การใส่ดินประสิวลงในอาหารต้องไม่ใช้เกินปริมาณที่กำหนด เพราะถ้าใส่ดินประสิวในอาหารมากเกินไป เมื่อผู้บริโภครับประทานเข้าไปจะทำให้แบคทีเรียในลำไส้จะเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ ไนไตรท์นี้จะรวมกับฮีมโมโกลบินในเลือดกลายเป็นเม็ทฮีโมโกลบิน ซึ่งไม่สามารถนำออกซิเจนไปใช้ในเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายได้ ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน หายใจไม่ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอาการตัวเขียว ถ้าเป็นในเด็กเล็กอาจถึงเสียชีวิตได้ เพราะเด็กไม่มีเอนไซม์ methemoglobin reductose เหมือนผู้ใหญ่ที่จะเปลี่ยน methemoglobin ให้กลายเป็น hemoglobin ตามเดิมได้ (นัยนา ใช้เทียมวงศ์, 2536) นอกจากนี้สารไนไตรท์ ยังสามารถทำปฏิกิริยากับสารเอมีน(Amiues) ในปลาหรือในร่างกายของคนเราโดยมีน้ำย่อยในกระเพาะอาหารเป็นตัวช่วยทำให้เกิดสารประกอบไนโตรโซหลายชนิดที่มีโครงสร้างคล้ายกันเรียกว่า "ไนโตรซามีน" สารเหล่านี้มีความเป็นพิษแตกต่างกัน บางชนิดมีพิษเฉียบพลัน และทำให้เป็นมะเร็งได้ กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใส่สารพวกดินประสิวในอาหารพวกเนื้อสัตว์ได้ดังนี้ โซเดียมไนเตรท หรือโปแตสเซียมไนเตรท ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม และโซเดียมไนไตรท์ หรือโปแตสเซียมไนไตรท์ ใช้ไม่เกิน 125 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม

2.3.4 เกลือไนไตรท์ และเกลือไนเตรท (Nitrite and Nitrate Salts)

เกลือโพแทสเซียม หรือโซเดียมของไนไตรท์ และไนเตรท ใช้เป็นสารผสมสำหรับบ่มเนื้อเพื่อให้เกิดสีที่คงทนเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเพื่อให้มีกลิ่นรสเฉพาะตัวของเนื้อ สารประกอบที่เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่นี้คือ ไนไตรท์มากกว่าไนเตรท ไนไตรท์ที่อยู่ในเนื้อเกิดเป็นไนตริกออกไซด์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฮีม (heme compound) เกิดเป็นไนโตรโซโมโอโกลบิน (Nitrosomyoglobin) ซึ่งเป็นวัตถุที่ให้สีชมพูของเนื้อที่บ่ม นอกจากนี้ไนไตรท์ (150 – 200 ppm) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Clostridium botulinum.* ในเนื้อกระป๋อง เนื้อบ่ม และไนไตรท์จะให้ผลการยับยั้งที่ pH 5.0 – 5.5 ได้ดีกว่า pH สูงกว่านี้ สายสนม ประดิษฐ์ดวง และคณะ (2540) เกลือไนไตรท์ และไนเตรทสำคัญต่อการแปรรูปเนื้อสัตว์ เช่น แฮม เบคอน ไส้กรอก แหนม กุนเชียง มีวัตถุประสงค์ในการใช้ 2 ประการ คือ

(1) ช่วยป้องกันการเสื่อมเสียอันเนื่องจากสปอร์ของแบคทีเรีย ที่ไม่ใช้ออกซิเจน *Anacrobic bacteria.* เช่น *Clostridium botulinum. และ Cl. pertfringen.*

(2) ช่วยให้เกิดสี และกลิ่นในผลิตภัณฑ์เนื้อแปรรูป ซึ่งเป็นที่ถูกใจของผู้บริโภคช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์คงทนในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

นัยนา ใช้เทียมวงศ์ (2536) ได้รายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารใช้สารประกอบไนไตรท์ และไนเตรท ซึ่งเป็นเม็ดสีที่มีสีม่วงแดง เมื่อใช้สารประกอบไนไตรท์และไนเตรทไปแล้วสารดังกล่าวจะถูกรีดิวส์ ซึ่งไนตริกออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินเกิดเป็นไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน และเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการแปรรูป ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินจะเปลี่ยนเป็นไนโตรโซฮีโมโครมมีสีชมพูซึ่งสารดังกล่าวจะค่อนข้างคงตัวต่อปฏิกิริยารีดักชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือออกซิเดชันแต่จะซีดจางลงถ้าหากกระทบกับแสงมาก ๆ ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เนื้อ

ดวงพร วินิจกุล และคณะ (2528) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้รายงานไว้ว่า ปริมาณไนเตรท และไนไตรท์ ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์จำนวน 8 ชนิด ๆ ละ10 ตัวอย่าง คือ ปลาเค็ม กุ้งแห้ง ไส้กรอก แหนม กุนเชียง ไตปลา และหมูยอ จากตลาดอำเภอเมือง เชียงใหม่ พบว่าตัวอย่าง ที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่มีปริมาณไนเตรท และไนไตรท์ อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค คือปริมาณ ไนเตรทไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณไนไตรท์ไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วน นอกจากเนื้อเค็ม ๆ ใน 10 ตัวอย่างมีปริมาณไนเตรท และไนไตรท์สูงเกินปริมาณที่กำหนด และไส้กรอก 3 ใน 10 ตัวอย่าง มีปริมาณไนไตรท์สูงกว่าปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ได้ตามกฎหมาย นอกจากนี้ ประกาย บริบูรณ์ และคณะ (2537) จากกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ศึกษาปริมาณไนโตรซามีนในอาหาร และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในอาหาร 140 ตัวอย่าง โดยวิธี GC – TEA ควบคู่กับการวิจัยปริมาณ Nitrate และ Nitrite โดยวิธี Spectrophotometer ปรากฏว่าพบไนโตรซามีน 133 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 93 และพบไนโตรซามีนสูงสุด 440.49 ppm อาหารที่มี Nitrite สูงมากก็จะพบไนโตรซามีนมาก และอาหารที่มีการใช้เครื่องเทศในการปรุงรสสูง แม้จะใช้ Nitrite ไม่เกินมาตราฐานของกระทรวงสาธารณสุข คือ 125 ppm ก็เกิดไนโตรซามีน ได้เหมือนกัน ความร้อนในการประกอบอาหารก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรซามีนในอาหาร ดังนั้นผู้ผลิตอาหารประเภทผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ควรจะหลีกเลี่ยงการใช้สารประเภทนี้ ซึ่งในทางการค้าได้ผลิตผงเพรค (praque powder) เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อ ผงเพรคมีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีชมพูอ่อน ใส่ส่วนผสมของเกลือไนไตรท์ และเกลือไนเตรทอัตราส่วนพอเหมาะรวมทั้งมีส่วนผสมของสารอื่นบางชนิด เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ ไนเตรทและไนไตรท์มีความเป็นพิษต่อร่างกายทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว โดยเฉพาะกล้ามเนื้อของหลอดโลหิตขนาดเล็ก ทำให้เกิดระคายเคืองต่อกระเพาะ ลำไส้ และเยื่อบุทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการอุจจาระเป็นเลือด และอาเจียนเป็นเลือด ปริมาณไนเตรท-ไนไตรท์ที่เป็นพิษมาก หรือมากกว่า 4 กรัม ต่อวัน แต่ถ้ามากกว่า 8 กรัม ถึงแก่ความตายได้

2.3.5 กระเทียม

กระเทียมมีส่วนที่ใช้เป็นอาหารมีอยู่ 2 ประเภทได้แก่ Leek คือ กระเทียมต้นไม่มีหัว ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์เพื่อรับประทานต้นและใบ เป็นพืชผักสด และ garlic คือกระเทียมที่ใช้ส่วนของหัว (bulb) รับประทาน ปลูกด้วยกลีบพันธุ์ (Clores) มีอายุยาวนานกว่าประเภทแรก พันธุ์ที่รู้จักกันดี ได้แก่กระเทียมไทย หัวขนาดเล็ก กลีบสีขาว เนื้อสีขาว รสแลกลิ่น ฉุนจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมลาวหัวสีม่วงอ่อน รสและกลิ่นไม่ค่อยฉุน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2540) กระเทียมเป็นพืชผักที่สามารถบริโภคได้ทั้งสดและแห้ง ซึ่งใช้ได้ทั้งส่วนกลีบและใบ ถึงแม้ว่ากระเทียมจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชผักชนิดอื่น ๆ แต่อาหารบางอย่างจะหมดรสชาติ ถ้าขาดกระเทียม ซึ่งมีรสชาติและกลิ่นเฉพาะอันเกิดจากสาร metyl allyl disultion และมีสารปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ นอกจากนี้ยังเป็นสมุนไพรและส่วนผสมของเครื่องสำอาง การเคมีที่ประกอบเป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งในกระเทียมซึ่งเป็นสารประกอบกำมะถันเรียกว่า อัลลิซิน เป็นสารที่คงตัวไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายได้ในน้ำ แต่เมื่อถูกบดขยี้หรือทุบให้ช้ำ สารนี้จะเปลี่ยนแปลงด้วยเอนไซม์ อัลลิเนส (allinase) ไปเป็น อัลลิซินไพรูเวท (allicin pyruvate) และแอมโมเนียให้กระเทียมกลิ่นรสรุนแรง อัลลิซินมีชื่อทางเคมีว่า Allysulfinyl allysulfide มีลักษณะเป็นน้ำมันเหลว มีกลิ่นฉุนเฉพาะแต่ไม่คงตัว สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน (กระทรวงศึกษาธิการ , 2540)

2.3.6 ข้าวเจ้า

ประกอบด้วยแป้งประมาณ 90% ซึ่งแป้งนี้มีส่วนประกอบใหญ่ๆสองส่วนคืออไมโลเพคติน ประมาณ 60 - 90% และอไมโลส ประมาณ 10 - 30% อไมโลสมีหน่วยย่อยเป็นน้ำตาลมอลโทส ประกอบด้วยหน่วยของกลูโคส 250 – 2000 หน่วย เมื่ออไมโลสอยู่ในสารละลายที่มีสีน้ำเงินสด มันจะอยู่ในรูปที่ขดเป็นเกลียวยาว ยืดหยุ่นได้และเมื่อจับกับไอโอดีนจะเกิดสารประกอบที่มีสีน้ำเงินสด อไมโลสสามารถจับกับไอโอดีนได้ตั้งแต่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ถ้าสารประกอบนั้นได้รับความร้อน สีน้ำเงินนั้นจะจางหายไปและเมื่อตั้งทิ้งให้เย็นสีน้ำเงินก็จะกลับมา สำหรับเดกซ์ทรินซึ่งเป็นโซ่สั้นของอไมโลสที่ได้จาการย่อยสลายอไมโลสบางส่วน นั้นสามารดูดซับไอโอดีนได้เล็กน้อยแต่เกิดสารประกอบที่มีสีแดง

2.3.7 ข้าวเหนียว

ประกอบด้วยอไมโลเพคติน 95% มีอไมโลสน้อยมากบางครั้งไม่พบเลย อไมโลเพกตินโครงสร้างทางเคมีของอไมโลเพกทินมีพื้นฐานเหมือนกับอไมโลสคือเป็นหน่วยของน้ำตาลกลูโคส แต่แตกต่างจากอไมโลสตรงที่มีหน่วยของกลูโคสประมาณร้อยละ 4 - 5 อไมโลเพกตินจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูง และมีโครงสร้างเป็นกิ่งหรือสาขาทำให้มีความหนืดภายในโมเลกุลสูง ดังนั้นมันจึงสามารถเกิดลักษณะเหนียวข้นกว่า นอกจากนี้พบว่าอไมโลเพกตินสามารถดูดซับไอโอดีนแล้วเกิดสารประกอบที่มีสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแหนม

1. เนื้อหมู
2. หนังหมู
3. ข้าวสุก
4. กระเทียม
5. พริกสด
6. เกลือป่น
7. ถุงพลาสติก , หนังยาง
8. มีด
9. เขียง
10. หม้อ , ทัพพี , ช้อน , กระชอน
11. กะละมัง
12. เตาแก๊ส

3.11 อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิเคราะห์ทางด้านเคมี

1. เออเลนส์เมเยอร์ฟลาสก์
2. เครื่องวัด pH (HI 9321 microprocessor)
3. กระดาษกรอง
4. กรวยกรอง
5. ตราชั่งละเอียด
6. บิกเกอร์
7. แท่งแก้ว
8. น้ำกลั่น
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์
10. ฟีนอล์ฟทาลีน
11. กระบอกตวง 10 , 50 , 100 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เพลท
13. เครื่องปั่นละเอียด

3.1.2 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. จาน
2. ถาด
3. แก้วน้ำ

3.1.3 วัตถุดิบ และส่วนผสมในการผลิตแหนม

1. เนื้อหมู
2. หนังหมู
3. เกลือป่น
4. กระเทียม
5. ผงแหนม (ตราโลโบ)
6. พริกสด
7. ถุงพลาสติก
8. หนังยาง

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การผลิตแหนม (สูตรพื้นฐานดัดแปลงจากบริษัท โลโบ)

1.	เนื้อหมู (เนื้อแดงส่วนสะโพกไม่ติดมัน)	1,000 กรัม
2.	หนังหมู	300 กรัม
3.	กระเทียม	250 กรัม
4.	ข้าวสุก	300 กรัม
5.	ผงแหนม	1 ซอง
6.	พริกสด	20 กรัม
7.	เกลือ	20 กรัม

3.2.2 การเตรียมวัตถุดิบ และส่วนผสม

1. เนื้อหมู : นำมาล้าง และซับน้ำให้แห้งนำไปหั่น และบดด้วยเครื่องบด แล้วนำไปแช่เย็น
2. หนังหมู : ล้างทำความสะอาดแล้วนำไปต้มนาน 30 นาทีหั่น ยาว ๆ บาง ๆ
3. กระเทียม : ปอกเปลือกออกให้หมดแล้วบดด้วยเครื่องปั่นละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้าวสุก : นำมาล้างทำความสะอาด ปลิดขั้วพริกออกให้หมด จากนั้นผึ่งให้แห้ง

หมายเหตุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือด

3.2.3 ขั้นตอนการผลิตแหนม

1. นำหมูเนื้อแดงบดที่ซับน้ำอย่างดีแล้ว นำหนังหมูต้มหั่นยาว ๆ บาง ๆ นำไปนวดด้วยมือเติมเครื่องปรุง และผงแหนมที่ทำเป็นการค้าซึ่งส่วนประกอบของผงแหนม (บริษัทโลโบ) มีดังนี้ เดกร์โทรส 38 % แลคโตส 26 % เกลือ 20 % กลูโคโนเดลต้าแลคโทน 2 % โซเดียมไนไตรท์ 0.13 % ใช้วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร 4 %
2 การนวดต้องนวดนานพอสมควร เพื่อให้ส่วนผสมแทรกซึมเข้าเนื้อโดยทั่วจะทำให้มีลักษณะเหนียว
3. จากนั้นห่อส่วนผสมด้วยถุงพลาสติกและใบตอง มัดให้แน่น
4. เก็บแหนมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน และ 4 วัน และที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 7 วัน และ 10 วัน

หมายเหตุ 1. เนื้อหมูเมื่อบดแล้วนำไปแช่เย็นทันที (ในช่องแช่แข็ง)
2. ขณะบรรจุควรทำด้วยความรวดเร็ว เพื่อป้องกันแหนมคลายความเย็น
3. การบรรจุถุงพลาสติก บรรจุถุงละ 100 กรัม จากนั้นมัดให้แน่น ให้อากาศเข้าไปให้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2.4 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่า pH, เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค และการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส

1. การวิเคราะห์ค่า pH (ด้วยเครื่อง HI 9321 microprocessor)

ชั่งตัวอย่างแหนม 5 กรัม ที่บดละเอียดใส่ลงใน Flask 250 ml

↓

เติมน้ำกลั่น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนผสมให้เข้ากันดี

↓

นำส่วนใสไปวัดค่า pH (ด้วยเครื่องวัด HI 9321 microprocessor)

2. การวิเคราะห์หาค่าปริมาณกรดแลคติค (Lactic)

ชั่งตัวอย่างแหนม 10 กรัม บดละเอียดใส่ลงใน Flask 250 ml

↓

เติมน้ำกลั่น 50 ml

↓

กรองด้วยกระดาษกรอง

↓

นำส่วนใสมาหยดฟีนอล์ฟทาลีน 2 – 3 หยด

↓

ไทเทรตด้วย 0.1 NaOH (end point สีชมพู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36256

เปอร์เซ็นต์กรด $= \frac{N \times V \times 0.09 \times 100}{\text{กรัมของตัวอย่าง}}$

หมายเหตุ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N ที่ใช้ในการไทเทรต

3.2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

เป็นการทดสอบความชอบในด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสของแหนมที่ผลิตจากผงแหนมจากบริษัทโลโบ และแหนมที่ลิตเป็นการค้าตามระยะเวลาการหมักต่างกัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน (2 ซ้ำ) ด้วยวิธี Hedonic Scale test 9 – Score แล้วนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.4 ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือนกันยายน 2542 - เดือนกุมภาพันธ์ 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดแลคติคที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการหมักแหนม

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแหนมที่ผลิตเอง คือ แหนมเบอร์ 1 แหนมเบอร์ 2 และแหนมที่ผลิตจากท้องตลาด คือแหนมเบอร์ 3 เมื่อนำไปหมักตามระยะเวลาคือ 2 วัน 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และ 7 วัน 10 วันที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์กรดในแหนมที่หมักอุณหภูมิห้อง จะมีค่ากรดสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมัก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมตามระยะเวลาการหมัก

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	เปอร์เซ็นต์กรด		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	0.99	0.81	0.99
4	อุณหภูมิห้อง	1.08	0.99	1.33
7	อุณหภูมิตู้เย็น	1.17	1.35	1.31
10	อุณหภูมิตู้เย็น	1.40	1.44	1.44

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวเจ้าสุก
แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก
แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

ที่ผลปรากฏเช่นนี้เพราะระยะเวลาการหมัก *Pediococcus sp.*เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสร้างกรดแลคติคส่วน *Lactobacillus sp.* จะเจริญเติบโตช้าหลังจากการหมักแล้วประมาณ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pediococcus sp. จะเจริญเติบโตช้าลงและสร้างกรดขึ้นเรื่อย ๆ จนเซลล์มีจำนวนใกล้เคียงกับ *Pediococcus sp.* ซึ่งส่วนใหญ่มักหยุดการหมักและนำมารับประทานในระยะนี้ (นฤดม บุญหลง และคณะ, 2521)

การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแหนมตามระยะเวลาการหมักดังกล่าวในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามระยะเวลาการหมัก

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	5.01	5.08	5.42
4	อุณหภูมิห้อง	4.55	4.58	4.92
7	อุณหภูมิตู้เย็น	4.28	4.29	4.91
10	อุณหภูมิตู้เย็น	4.00	4.00	4.00

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวเจ้าสุก
แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก
แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

จากตารางที่ 3 พบว่าแหนมที่หมักเป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง คือแหนมเบอร์ 1 และแหนมเบอร์ 2 มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นจะลดลงไปตามระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าแหนมเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิตู้เย็นจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนแหนมเบอร์ 3 เริ่มต้นการหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าแหนมเบอร์ 1 และแหนมเบอร์ 2 จากการรายงานของ พวงพร โชติกไกร (2523) กล่าวว่าแหนมในระยะเริ่มต้นการหมักจะมีค่าพีเอชประมาณ 6.3 มีปริมาณเปอร์เซ็นต์กรด 0.3

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเริ่มต้นของการหมักแหนมที่ผลิตเอง คือแหนมเบอร์ 1 และ 2 มีผลที่เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ พีเอชเริ่มต้นแต่ละตัวอย่างอยู่ในช่วง 5.00 – 5.42 เมื่อเก็บแหนมนานวันขึ้นค่าพีเอชลดลง เนื่องจากปริมาณกรดเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยด้านสี

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	คะแนนเฉลี่ยด้านสี		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	7.2	8.0	7.6
4	อุณหภูมิห้อง	6.6	7.4	5.0
7	อุณหภูมิตู้เย็น	6.2	7.2	4.9
10	อุณหภูมิตู้เย็น	6.0	6.5	4.5

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวจ้าวสุก

แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก

แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

จากผลนี้ชี้ให้เห็นว่า การนำแหนมเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันไม่ได้ทำให้สีของแหนมแตกต่างกันโดยทั่วไปในกระบวนการทำเนื้อหมักซึ่งระหว่างการบ่มเบคทีเรียบางชนิดจะเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์แล้วเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนตริคออกไซด์ ทำให้เนื้อมีสีแดง (ศิวาพร ศิวเวชช , 2540) และช่วงแรกของการหมักจะต้องมีเชื้อ *Micrococcus varians* อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมจึงจะสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงสีในเนื้อหมัก (พวงพร โชติกไกร , 2523)

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงกลิ่น

จากผลการทดสอบคุณลักษณะด้านกลิ่นของแหนมเบอร์ 1 , 2 , 3 ทั้ง 3 ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) พบว่าผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 2 ที่หมักอุณหภูมิห้องเช่นเดียวกัน ส่วนแหนมที่เก็บรักษาอุณหภูมิตู้เย็นทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าผู้ชิมเริ่มไม่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	7.2	7.9	6.9
4	อุณหภูมิห้อง	6.4	7.1	5.6
7	อุณหภูมิตู้เย็น	6.2	6.2	4.8
10	อุณหภูมิตู้เย็น	6.1	6.4	4.6

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวข้าวสุก
แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก
แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

จากตารางที่ 5 พบว่าระยะเวลาการหมักแหนมและอุณหภูมิที่หมักไม่ได้ทำให้แหนมแตกต่างกันมากนัก จากรายงานของ สุขใจ โสมะฐิติ (2525) กล่าวว่าแหนมช่วงการหมักสุดท้ายมีลักษณะคล้ายไส้กรอกที่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ประเภท *Pediococcus* ซึ่งจุลินทรีย์นี้สามารถเปลี่ยนไพรูเวทให้เป็นสารที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ อะซิทาลดีไฮด์ และไดอะเซททิล นอกจากนี้กลิ่นรส ของแหนมจะเกิดจากเกลือ กระเทียม กระทรวงศึกษาธิการ (2540) ได้รายงานว่าเมื่อกระเทียมถูกขยี้หรือทุบให้ช้ำ สารนี้จะเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ อัลลิเนส (allinase) ไปเป็นอัลลิซินไพรูเวทและแอมโมเนีย ทำให้กระเทียมมีกลิ่นรุนแรง และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงรสชาติ

จากผลการทดสอบคุณลักษณะด้านรสชาติของแหนมเบอร์ 1 , 2 , 3 ทั้ง 3 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) พบว่าผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 2 มากกว่าแหนมเบอร์ 1 และ 3 แหนมที่หมักอุณหภูมิห้อง 2 วัน 4 วัน มีคะแนนที่ใกล้เคียงกันแต่คะแนนแหนมที่หมักอุณหภูมิตู้เย็น 7 วัน และ 10 วัน แม้จะเก็บไว้นานก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	คะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	5.3	5.1	5.2
4	อุณหภูมิห้อง	4.9	5.9	5.0
7	อุณหภูมิตู้เย็น	6.2	7.0	5.9
10	อุณหภูมิตู้เย็น	6.1	6.6	5.5

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวจ้าวสุก

แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก

แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แหนมที่หมักนานวันขึ้นและอุณหภูมิการหมักแตกต่างกันทำให้ค่าของความเป็นกรด – ด่าง และพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการหมัก ไพโรจน์ วิริยจารี (2535) ได้รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงรสชาติของแหนม มีค่าความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดและด่าง ตลอดจนปริมาณแลคติคแอซิคแบคทีเรียทั้งหมดในแหนม (พวงพร โชติกไกร, 2523) แหนมปกติเมื่อหมักได้ 3 - 4 วัน จะนำไปเก็บในตู้เย็น เพื่อชลอการลดลงของพีเอช เนื่องจากเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรมแลคติกที่ทำให้แหนมมีรสเปรี้ยวมาก

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

จากผลการทดลองคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของแหนมเบอร์ 1 , 2 , 3 ทั้ง 3 ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) พบว่าผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 3 มากกว่า แหนมแบอร์ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาที่หมักแหนมเบอร์ 1 , 2 , 3 ได้คะแนนสูงสุด คือการหมักที่อุณหภูมิห้องใช้เวลาหมัก 2 วัน และ 4 วัน ได้คะแนนรองลงมา คะแนนต่ำสุดคือแหนมที่หมักอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 7 วันและ 10 วัน ซึ่งแหนมที่ผ่านการหมัก 2 วันแรกมีเนื้อสัมผัสที่แน่นหลังจากหมักได้ 4 วัน 7 วัน และ 10 วัน มีเนื้อสัมผัสที่เละ และไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวใช้สารอาหารที่เติมลงไปในแหนม ซึ่งแหนมเบอร์ 1 และ 2 มีการเติมข้าวสุกลงไปเป็นส่วนผสม เมื่อเริ่มการหมักจุลินทรีย์ยังมีอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างพอเพียงแต่เมื่อหมักนานวันขึ้นจุลินทรีย์ต้องการใช้อาหารในการเจริญมากขึ้น จึงทำให้เนื้อสัมผัสของแหนมแฉะไม่จับเป็นก้อนและยังสัมพันธ์ถึงความเป็นกรด – ด่างในแหนม เป็นดัชนีถึงการบริโภคแหนมและสัมพันธ์กับเนื้อด้วยที่มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของแหนมมีลักษณะแน่นขึ้น

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส

วันที่หมัก	หมักที่อุณหภูมิ	คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส		
		แหนมเบอร์ 1	แหนมเบอร์ 2	แหนมเบอร์ 3
2	อุณหภูมิห้อง	5.8	5.8	5.9
4	อุณหภูมิห้อง	5.2	5.3	5.5
7	อุณหภูมิตู้เย็น	4.6	5.1	5.3
10	อุณหภูมิตู้เย็น	4.5	4.3	5.4

แหนมเบอร์ 1 = แหนมที่เติมข้าวจ้าวสุก
แหนมเบอร์ 2 = แหนมที่เติมข้าวเหนียวสุก
แหนมเบอร์ 3 = แหนมที่ผลิตจากท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และปริมาณกรดแลคติคที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการหมัก สรุปได้ดังนี้ แหนมที่ผลิตเองซึ่งใช้สูตรมาตราฐานเหมือนกัน ใช้ข้าวเป็นส่วนผสมต่างชนิดกัน โดยอุณหภูมิและระยะเวลาที่หมักแตกต่างกันคือ หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน และ 4 วัน ส่วนหมักที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน และ 10 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลงเมื่อเก็บแหนมนานวันขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บและแหนมเมื่อหมักได้ 3 - 4 วันควรนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นชลอการลดลงของพีเอช เพื่อไม่ให้แหนมมีรสเปรี้ยวมากเกินไปและเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ส่วนแหนมที่ไม่ได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดการหมักอย่างรวดเร็ว และมีรสชาติที่เปรี้ยวจัดไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของแหนมตามระยะเวลาการหมักแหนม พบว่า

5.1.1 ด้านสีผู้ชิมไม่สามารถแยกได้เด่นชัด เพราะปริมาณสารไนไตรท – ไนไตรท์ที่ใส่ลงไปในแหนมมีปริมาณเท่ากัน สีที่ได้จึงไม่แตกต่างกันมากนัก

5.1.2 ด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องเป็นเวลาช่วง 2 - 4 วัน มากกว่าแหนมเบอร์ 1 และ 3 ผู้ชิมเริ่มไม่ยอมรับแหนมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น

5.1.3 ด้านรสชาติผู้ชิมยอมรับแหนมเบอร์ 2 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิตู้เย็นช่วง 7 – 10 วัน แม้จะเก็บนานวันขึ้น

นอกจากนี้การหมักในถุงที่มีอากาศน้อย และการผลิตยังมีเกลือเป็นส่วนประกอบ จะเป็นการกำหนดชนิดจุลินทรีย์ที่จะเจริญในผลิตภัณฑ์มีความทนทานกับเกลือ และสภาพที่ไม่มีอากาศโดยเฉพาะจุลินทรีย์แลคติคแอซิดแบคทีเรียชนิดแกรมบวก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ต้องใช้กลุ่มผู้ชิมกลุ่มเดิมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่แน่นอน และเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2) สถานที่ทดสอบชิมควรเป็นสถานที่สงบ สะอาด มีอากาศถ่ายเทได้ดี และแสงสว่างต้องเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ควรเลือกวัตถุดิบโดยเฉพาะเนื้อสุกรที่ผ่านการฆ่าชำแหละถูกตามหลักสุขาภิบาลเพื่อลดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์

4) การบรรจุแหนมลงในถุงพลาสติกควรไล่อากาศออกให้หมด เพราะถ้ายังมีอากาศหลงเหลืออยู่มากจะเกิดการเน่าเสียได้ และส่งผลให้แหนมมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี และถ้าใช้เครื่องดูดอากาศออกได้จะยิ่งมีประสิทธิภาพดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. 2540. กระเทียมดอง. กรุงเทพฯ : หมวดวิชาคหกรรมการศึกษานอกโรงเรียน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 75 น.

จินตนา ขจรรัตนวณิชย์. 2531. ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณไนไตรท์และคุณภาพของโบลอคนา. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 130 น.

ดวงพร วินิจกุลและคณะ. 2528. การศึกษาปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อ. เชียงใหม่ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 317 น.

นัยนา ใช้เทียมวงศ์. 2536. วัตถุมีพิษ. กรุงเทพฯ : กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 135 น.

นฤดม บุญหลงและคณะ. 2521. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการทำอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 275 น.

ประกาย บริบูรณ์และคณะ. 2537. การศึกษาปริมาณไนโตรซามีนในอาหารและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 235 น.

ประชา บุญศิริกุล. 2529. ความรู้เรื่องเกลือ. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 190 น.

ประดิษฐ์ มีสุข. 2530. เคมีอินทรีย์เบื้องต้น. สงขลา : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา. 398 น.

พวงพร โชติกไกร. 2523. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 355 น.

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

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

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2535. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 250 น.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2540. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์ในอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 327 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 530 น.

สุขใจ โสมะฐิติ. 2525. การสำรวจลำไส้บางชนิดในแหนม. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 248 น.

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

อรัญ หันพงศ์กิตติกูล. 2537. การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการหมักแหนม. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 225 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์หาค่าปริมาณกรดแลคติค (Lactic)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแหนมที่บดละเอียด 5กรัมใส่ในเออเลนเมเยอร์ฟลาสก์ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. เติมน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใส่ในขวดแก้วตวงปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
3. กรองด้วยกระดาษกรองแล้วนำสารละลายที่กรองมา 10 มิลลิลิลิตร
4. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
5. คำนวณค่าความเป็นกรดแลคติค

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรด} = \frac{N \times V \times 0.09 \times 100 \times \text{dilution factor}}{\text{กรัมของตัวอย่าง}}$$

หมายเหตุ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N ใช้ไทเทรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างคำนวณ

เปอร์เซ็นต์กรด = $\frac{N \times V \times 0.09 \times 100 \times \text{dilution factor}}{\text{กรัมของตัวอย่าง}}$

หมายเหตุ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N ใช้ไทเทรต

แหนมเบอร์ 1

2 วัน $= \frac{1.1 \times 0.1 \times 0.09 \times 100 \times 50}{5 \quad 10}$

$= 1.1 \times 0.1 \times 0.09 \times 100$

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค = 0.99

4 วัน $= \frac{1.2 \times 0.1 \times 0.09 \times 100 \times 50}{5 \quad 10}$

$= 1.2 \times 0.1 \times 0.09 \times 100$

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค = 1.08

7 วัน $= \frac{1.3 \times 0.1 \times 0.09 \times 100 \times 50}{5 \quad 10}$

$= 1.3 \times 0.1 \times 0.09 \times 100$

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค = 1.17

10 วัน $= \frac{1.55 \times 0.1 \times 0.09 \times 100 \times 50}{5 \quad 10}$

$= 1.55 \times 0.1 \times 0.09 \times 100$

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค = 1.395

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การคำนวณหาค่า Analysis of Variance จากการทดสอบด้านเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบชิม	แหนมเบอร์ 3				Grand Total
	2	4	7	10	(G.T)
1	8	8	3	5	24
2	8	3	8	5	24
3	3	7	7	8	25
4	8	6	4	8	26
5	9	7	1	8	25
6	9	6	6	9	30
7	8	5	5	8	26
8	8	6	7	1	22
9	8	4	7	7	26
10	9	6	5	5	25
Sum	78	58	53	64	253
Mean	7.8	5.8	5.3	6.4	

2 = แหนมที่หมักเป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

4 = แหนมที่หมักเป็นเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

7 = แหนมที่หมักเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น

10 = แหนมที่หมักเป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance)

Sourcece of Variation	Degree of Freedom	Sum of sqrare	Mean Square	F
Sample	r – 1	$\frac{R^2_1+\ldots+R^2_1}{t}$ - C.F.		
Judge	t – 1	$\frac{T^2_1+\ldots+T^2_1}{r}$ - C.F.		
Error	(r – 1) (t – 1)	SS total – SS sample – SS Judge		
Total	tr – 1	$\sum X^2ij$ – C.F.		

r = จำนวนตัวอย่าง

t = จำนวนผู้ชิม

1) การคำนวณหา C.F. (correction factor)

$$= \frac{(G.T.)^2}{tr}$$

$$= \frac{(253)^2}{40}$$

$$= 1600.225$$

2) การคำนวณหา SS (sum of square)

2.1. SS sample

$$= \frac{R^2_1+\ldots+R^2_1}{t} - C.F.$$

$$= \frac{(78^2+\ldots+64^2)}{10} - 1600.225$$

$$= 35.07$$

2.2 SS judge (The judge of sum square)

$$= \frac{T^2_1+\ldots+T^2_1}{r} - C.F.$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= (24^2+...+25^2) - 1600.225$

$= 9.52$

2.3 SS Total (The total of sum square)

$SS\ total = \sum X^2ij - C.F.$

$= (8^2+...+5^2) - 1600.225$

$= 176.77$

2.4 SS Error (error of sum sqare)

SS error = SS total - SS judge – SS sample

$= 176.77 - 9.52 - 35.07$

$= 132.18$

3) การคำนวณค่า df (degree of Freedom)

3.1 df sample $= t - 1$

$= 4 - 1$

$= 3$

3.2 df judge $= r-1$

$= 10 - 1$

$= 9$

3.3 df total $= tr - 1$

$= 40 - 1$

$= 39$

3.4 df error $= 39 - 9 - 1$

$= 27$

4) การคำนวณหา MS (mean square)

4.1 MS sample $= \frac{SS\ sample}{DF\ sample}$

$= \frac{35.07}{3}$

$= 11.69$

4.2 MS judge $= \frac{SS\ judge}{DF\ judge}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{9.52}{9}$$

$$= 1.057$$

4.3 MS error $= \frac{\text{SS error}}{\text{DF error}}$

$$= \frac{132.18}{27}$$

$$= 4.895$$

5) หาค่า F (variance ratio)

2.3 หาค่า F ของ sample $= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{11.96}{4.895}$$

$$= 2.44$$

2.4 หาค่า F ของ judge $= \frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{1.057}{4.895}$$

$$= 0.22$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คะแนนค่าความแปรปรวนของแหนมด้านเนื้อสัมผัส

Source of Variation	DF	SS	MS	F
Sample	3	30.07	11.69	2.44
Judge	9	9.52	1.057	0.22
Error	27	132.18	4.895	
Total	39	176.77		

6) นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ 3 (V ariance ration)

6.1. พิจารณา % (Sigmigicancej difference level of sample)

F sample = 2.44

F total,P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 3

DF,sample n_1 = 27

จากการคำนวณ F sample คำนวณได้ 2.44 มีค่าน้อยกว่า F ในตารางที่ระดับ P =0.05 ได้ 2.89 แสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2. พิจารณาความแตกต่างของ Judge

F judge = 0.22

F total, p = 0.05 ที่ df, judge n_1 = 9

DF, Judge n_1 = 27

จากการคำนวณค่า F judge คำนวณได้ 0.22 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 2.31 แสดงว่า judge ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านสี

Source of Variation	DF	SS	MS	F_{cal}	F_{table}
Sample	3	14.67	4.89	2.13^{ns}	2.89
Judge	9	4.02	0.45	0.20^{ns}	2.31
Error	27	62.08	2.30		
Total	39	80.77			

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านกลิ่น

Source of Variation	DF	SS	MS	F_{cal}	F_{table}
Sample	3	30.87	8.29	2.82^{ns}	2.89
Judge	9	33.72	3.747	1.27^{ns}	2.31
Error	27	79.38	2.94		
Total	39	149.97			

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านรสชาติ

Source of Variation	DF	SS	MS	F_{cal}	F_{table}
Sample	3	20.9	6.967	1.74^{ns}	2.89
Judge	9	30.1	3.344	0.84^{ns}	2.31
Error	27	108.1	4.0037		
Total	39	159.1			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพของแหนมด้านเนื้อสัมผัส

Source of Variation	DF	SS	MS	F_{cal}	F_{table}
Sample	3	30.07	11.96	2.44^{ns}	2.89
Judge	9	9.52	1.057	0.22^{ns}	2.31
Error	27	132.18	4.895		
Total	39	176.77			

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีประสาทสัมผัส

ชื่อ..... วันที่.....

จงทดสอบคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส (Texture) ของ ..... แต่ละตัวอย่างโดยให้คะแนนตามความชอบ – ไม่ชอบ ดังนี้

ชอบมากที่สุด	.....	9
ชอบมาก	.....	8
ชอบปานกลาง	.....	7
ชอบเล็กน้อย	.....	6
ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน	.....	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	.....	4
ไม่ชอบปานกลาง	.....	3
ไม่ชอบมาก	.....	2
ไม่ชอบมากที่สุด	.....	1

ตัวอย่างเลขที่	คะแนน			
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้