

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ศึกษาความสามารถในการย่อยเนื้อของ โปรติโอไลติกเอนไซม์ (ปาเปน)

ที่สกัดจากยางมะละกอในระดับปริมาณต่าง ๆ กัน

Study quantity of proteolytic enzymes (papain) extraction

from papaya on injury meat

โดย

นางสาว สุปราณี ผลาผล

ปท.
ค ๘๘๓๓
๒๕๔๒

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 36241.....

วัน, เดือน, ปี 20 ก.ค. 2543.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

| | | |
|------------------|---|-----------------------|
| ชื่อเรื่อง | ศึกษาความสามารถในการย่อยเนื้อโปรติโอไลติกเอนไซม์ (ปาเปน) ที่สกัดจากยางมะละกอในปริมาณต่างๆ | |
| | Study quantity of proteolytic enzyme (papain) extraction from papaya on injury meat | |
| ชื่อ-สกุล | นางสาวสุปราณี ผลผล | |
| สาขาวิชา | อุตสาหกรรมเกษตร | ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร |
| คณะ | ครุศาสตร์อุตสาหกรรม | |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ภัทรภรณ์ จางวนิชเลิศ | |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดเอนไซม์ผงจากยางมะละกอ แล้วนำมาศึกษาประสิทธิภาพ และปริมาณที่เหมาะสมของสารปาเปนที่ทำปฏิกิริยาต่อเนื้อโค พร้อมทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาการกรีดยางมะละกอ โดยศึกษาผลของการกรีดต่อคุณสมบัติบางประการของน้ำยางที่ได้จากมะละกอพันธุ์แขกดำ ทำการกรีด 4 ครั้ง เว้นระยะการกรีด 3 วันต่อครั้ง พบว่า ในการกรีดครั้งแรกให้ปริมาณน้ำยางมะละกอมากกว่าการกรีดครั้งอื่นๆ ($P \leq 0.05$)

ในการผลิตปาเปนผง โดยการใส่สารโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ซึ่งเป็นสารเพิ่มความคงตัว ก่อนที่จะนำไปทำแห้งพบว่าการใช้ KMS ในปริมาณร้อยละ 0.5 ต่อน้ำยางสด 100 มิลลิลิตร และอุณหภูมิในการทำแห้งควรอยู่ระหว่าง 50 - 55 องศาเซลเซียส จะทำให้ปาเปนผงที่มีลักษณะที่ดี ทั้งทางด้าน สี และกลิ่น การใช้ปาเปนผงที่ผลิตได้ในการทำให้นุ่ม โดยใช้เนื้อขาโค ประเมินผลโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยเครื่อง Instron model 1011 และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า การใช้ปาเปนผงในปริมาณ 30 และ 90 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านความนุ่ม รสชาติ กลิ่น และการยอมรับ ส่วนการใช้ผงปาเปนในปริมาณ 150 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้ผงปาเปน ในด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังกระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะโดยใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนุ่ม รสชาติ กลิ่น และการยอมรับ สำหรับการใช้ผงปาเปนในปริมาณ 120 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ทำให้เนื้อดังกล่าวมีค่าความนุ่ม รสชาติ กลิ่น ความฉ่ำ และการยอมรับ โดยสรุปสูงกว่าการใช้ปาเปนในระดับอื่นๆ ($P \leq 0.05$) แต่จากการทดลองในครั้งนี้อย่างได้ผลการทดลองมีค่าความแปรปรวนสูง ไม่เป็นไปตามทฤษฎี ดังนั้นถ้าจะทดลองครั้งต่อไปในการนำปาเปนผงไปย่อยเนื้อควรใช้วิธีฉีดสารละลายเอนไซม์เข้าไปในชิ้นเนื้อเพื่อที่สารจะได้แทรกซึมเข้าไปได้อย่างทั่วถึง และให้ผลการย่อยเนื้อที่ดีกว่าการทำที่ผิวหน้าของเนื้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ภัทรภรณ์ จางวนิชเลิศ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาติดตามแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและคณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้กับ คุณยาย บิดา มารดา ครู-อาจารย์ เพื่อนๆ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุปราณี ผลผล

มีนาคม 2543

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... | ก |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ค |
| สารบัญ..... | ง |
| สารบัญตาราง..... | ฉ |
| สารบัญภาพ..... | ช |
| บทที่..... | 1 |
| 1 บทนำ..... | 2 |
| 1.1 ความสำคัญของปัญหา..... | 2 |
| 1.2 วัตถุประสงค์..... | 2 |
| 1.3 เขตของปัญหา..... | 4 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.1 เนื้อสัตว์..... | 5 |
| 2.2 ปาเปน..... | 5 |
| คุณสมบัติของปาเปนของการย่อยเนื้อ..... | 6 |
| การตรวจสอบปฏิบัติการทำงานของปาเปน..... | 7 |
| การผลิตปาเปน..... | 7 |
| การเก็บรวบรวมน้ำยาง..... | 7 |
| การใช้ปาเปนเป็นสารทำให้เนื้อนุ่ม..... | 8 |
| การใช้ประโยชน์ของปาเปน..... | 10 |
| อันตรายจากการใช้เอนไซม์ปาเปน..... | 11 |
| 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... | 12 |
| 3.1 อุปกรณ์การวิจัย..... | 12 |
| 3.2 วิธีการ..... | 13 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.3 สถานที่ทำการวิจัย..... | 15 |
| 3.4 ระยะเวลาในการวิจัย..... | 15 |
| 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล..... | 16 |
| 4.1 การสกัดปาล์มจากยางมะละกอ..... | 16 |
| 4.2 การศึกษาปริมาณเอนไซม์ปาเปนที่มีผลต่อการย่อยเนื้อ และการยอมรับ ของผู้บริโภค..... | 18 |
| 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... | 23 |
| บรรณานุกรม | 24 |
| ภาคผนวก..... | 25 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 1. ปริมาณน้ำยางมะละกอที่ได้จากการกรีดในแต่ละครั้ง..... | 17 |
| 2. ค่าแรงตัดผ่านเนื้อจากกล้ามเนื้อที่ใช้ปาเปนผง(crude papain)ในปริมาณต่างๆ..... | 19 |
| 3. การประเมินทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับความนุ่มจากกล้ามเนื้อขาที่ใช้ปาเปนผง (crude papain)ในปริมาณต่างๆ..... | 19 |
| 4. การประเมินทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับรสชาติและกลิ่นจากกล้ามเนื้อขาที่ใช้ ปาเปนผง (crude papain)ในปริมาณต่างๆ..... | 20 |
| 5. การประเมินทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับความฉ่ำจากกล้ามเนื้อขาที่ใช้ปาเปนผง (crude papain)ในปริมาณต่างๆ..... | 21 |
| 6 การประเมินทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับการยอมรับจากกล้ามเนื้อขาที่ใช้ปาเปนผง (crude papain)ในปริมาณต่างๆ..... | 22 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---------------------------------|------|
| 1 ลักษณะป่าเบญจพรรณที่ผลิต..... | 17 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ความนุ่มเป็นคุณสมบัติของเนื้อสัตว์ และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค องค์ประกอบของเนื้อที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเส้นใยกล้ามเนื้อ ส่วนไขมันที่แทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ (marbling fat) นั้น เดิมเข้าใจว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เนื้อนุ่ม แต่จากที่มีผู้ศึกษาวิจัยเป็นเวลาหลายปีพบว่า ไขมันเหล่านี้มีส่วนในการทำให้เนื้อชุ่ม (juiciness) และมีกลิ่นรสดีเท่านั้น แต่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เนื้อนุ่ม

สัตว์โดยทั่วไปหลังจากที่ตายแล้ว กล้ามเนื้อสัตว์จะเกิดการแข็งตัวและเกร็งตัว (rigor mortis) เนื่องจากซาโรไมเออร์ (sarcomere) เกิดการหดตัว ในสภาพที่สัตว์ยังมีชีวิตอยู่ซาร์โคมีนมีบทบาทต่อการหดตัว (contraction) และการคลายตัว (relaxation) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดการเคลื่อนที่ของแถบไอ (I-band) แถบเอ (A-band) และโซนเอช (H-zone) ในซาร์โคไมเออร์ที่เกิดการเคลื่อนที่ (crossbridge) ระหว่างเส้นใยโปรตีนแอกตินและไมโอซินแผ่รวมตัวเป็นสารประกอบแอกโตไมโอซิน (actomyosin) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีส่วนสำคัญต่อความเหนียวของเนื้อ เพราะถ้าส่วนใหญ่ของซาร์โคไมเออร์ในเส้นใยอยู่ในสภาพหดตัวเนื้อจะมีความเหนียว

จากสาเหตุดังกล่าวก่อนที่จะนำเนื้อสัตว์มาแปรรูปจะต้องผ่านกระบวนการบ่มเนื้อ (aging หรือ ripening) ซึ่งกระบวนการนี้จะเป็นการช่วยให้เนื้อหลังเอนไซม์ย่อยโปรตีน ซึ่งอยู่ในเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อออกมา เพื่อย่อยเนื้อทำให้เนื้อนุ่มขึ้นแต่จะใช้เวลานานอย่างน้อย 24 ชั่วโมงในสุกร แต่ในโคจะใช้เวลาถึง 7 – 14 วัน แต่ถ้าในช่วงการบ่มเนื้อเราใช้เอนไซม์ประเภทย่อยสลายโปรตีนจากแหล่งอื่นภายนอกตัวสัตว์ (proteolytic enzyme) ก็จะช่วยให้โปรตีนอ่อนตัวลง ทำให้โปรตีนแตกตัวลงเป็นเปปไทด์ (peptide) และสารประกอบแอกโตไมโอซิน ณ บริเวณ Z-line คลายตัวออกจากกันเป็นโปรตีนแอกติน และไมโอซินบางส่วนมีผลทำให้เนื้อนุ่มลงได้ (tenderness) (ทัศนีย์ วิภูธริศานต์, 2540 : 35 – 36) จาร์ส นิมิตรพรชัย (2534 : 83) กล่าวว่า การใช้เอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) เพื่อทำให้เนื้อนุ่มมีมาช้านานแล้ว ได้แก่ เอนไซม์ปาเปน (papain) จากยางมะละกอ เอนไซม์ฟิซิน (ficin) จากมะเดื่อเอนไซม์โบรมิเลน (bromelain)

จากลำดับของสับประรดเอนไซม์ทริปซิน (trypsin) จากตับอ่อนของสัตว์ และ โรโซอิม (rhozyme) จากเชื้อรา จากที่กล่าวมาโดยมากนิยมใช้เอนไซม์จากยางมะละกอ คือ ปาเปน (papain) ซึ่งสามารถย่อยแอกโตไมโอซิน หรือเนื้อเยื่อเกี่ยวพันประเภทอิลาสตินและคอลลาเจนได้ นอกจากนี้การผลิตเอนไซม์ปาเปนยังมีต้นทุนต่ำ และมีความเหมาะสมต่อการย่อยโปรตีนมากที่สุด

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาหาระดับปริมาณปาเปนที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในเนื้อ หากว่าทำการทดลองแล้วได้เหมาะสมแน่ชัดก็สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการหมักเนื้อ เพื่อให้ได้เนื้อที่มีความนุ่ม ประหยัดเวลาในการหมักและการหุงต้ม จำรัส นิมิตรพรชัย (2534 : 83) กล่าวว่าเอนไซม์ปาเปนนอกจากใช้ย่อยโปรตีนในเนื้อแล้วยังมีบทบาทเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมในด้านอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การผลิตน้ำปลา ซึ่งปาเปนสามารถย่นระยะเวลาในการหมักลงได้เป็นอย่างมาก เอนไซม์ปาเปนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่แล้วจะนำเข้าจากต่างประเทศ เพราะประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาค้นคว้าอย่างแท้จริงและยังไม่มีการผลิตออกจำหน่ายใดๆ ที่มีแหล่งปลูกมะละกอเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว ถ้ามีการผลิตเอนไซม์ที่มีคุณภาพ ประกอบกับใช้ในปริมาณที่เหมาะสมก็จะสามารถลดต้นทุนและย่นระยะเวลาในการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารได้มากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสกัดเอนไซม์ผงจากยางมะละกอ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารปาเปนที่ทำปฏิกิริยาต่อเนื้อ
3. เพื่อศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมต่อการย่อยเนื้อของปาเปนของยางมะละกอและศึกษา

การยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาหาปริมาณของเอนไซม์ปาเปนที่เหมาะสมต่อการย่อยเนื้อวัวให้มีลักษณะสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ทราบปริมาณการใช้เอนไซม์ปาเปนที่เหมาะสมในการย่อยเนื้อ
2. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อลดต้นทุนและย่นระยะเวลาในการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยแก่ผู้ที่มีความสนใจต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีโปรตีนคุณภาพสูง และยังมีแร่ธาตุในปริมาณสูง ความหมายทั่วไปของเนื้อสัตว์ ได้แก่ “เนื้อเยื่อต่าง ๆ (tissue) ที่สามารถใช้เป็นอาหารได้” แต่เนื้อเยื่อสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อ (muscle) และอวัยวะบางส่วน คุณภาพของเนื้อสัตว์เป็นคุณสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความฉ่ำ (juiciness) รสชาติ (flavor) สี (color) เนื้อสัมผัส (texture) ปริมาณไขมันแทรก (marbling) และ ความนุ่ม (tenderness) โดยคุณสมบัติด้านความนุ่มเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของเนื้อ (จิรวรรณ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 108 น.)

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เนื้อสัตว์มีความเหนียว คือ หลังจากที่สัตว์ตายกล้ามเนื้อจะเกิดการแข็งตัวและเกร็งตัว (rigor mortis) เนื่องจากซาร์โคเมียร์ (sarcomere) ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานที่ย่อยที่สุดของกล้ามเนื้อเกิดการหดตัว เมื่อตอนที่สัตว์มีชีวิตอยู่ซาร์โคเมียร์มีบทบาทต่อการหดตัว (contraction) และการคลายตัว (relaxation) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของแถบไอ (I-band) แถบเอ (A-band) และโซนเอช (H-zone) ในซาร์โคเมียร์ เกิดการเคลื่อนที่ (crossbridge) ระหว่างเส้นใยโปรตีนแอกติน และไมโอซิน แพร่รวมตัวกันเป็นสารประกอบแอกโตไมโอซิน (Actomyosin) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีส่วนสำคัญต่อความเหนียวของเนื้อสัตว์ เพราะถ้าส่วนใหญ่ของซาร์โคเมียร์ในเส้นใยส่วนย่อยอยู่ในสภาพหดตัว เนื้อจะมีความเหนียวแต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอยู่ในสภาพคลายตัวเนื้อจะมีลักษณะนุ่มนวลรับประทาน เนื่องจากแอกโตไมโอซินที่เกิดขึ้นจะเหมือนกันกับที่เกิดขึ้นในระหว่างการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อขณะที่มีชีวิต ดังนั้นการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) จึงเรียกว่า เป็นการยึดหดตัวไม่กลับคืน จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อทำให้แข็งตัว (ทัศนวิสุทธิรศานต์, 2540 : 130)

อาการเกร็งของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกับสัตว์ที่ออกกำลังมากหรือตื่นมากก่อนถูกฆ่า และกับสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื้อหมูเกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเร็วกว่าเนื้อวัวมาก และจะหายเกร็งภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง วัวจะเริ่มเกิดอาการเกร็งขึ้นหลังฆ่าประมาณ 8 - 24 ชั่วโมง และจะเกร็งอยู่นานประมาณ 24 - 72 ชั่วโมง

ในต่างประเทศ หลังฆ่าสัตว์แล้ว ต้องแขวนสัตว์เก็บไว้ในห้องเย็นชั่วคราวระยะหนึ่งเพื่อให้เนื้อสัตว์ผ่านระยะการเกร็งตัว (rigor mortis) เสียก่อน จนเนื้อสัตว์นุ่มขึ้นแล้วจึงนำออกขาย ขบวนการนี้เรียกว่า aging ระยะเวลาที่เก็บเนื้อสัตว์แต่ละชนิดต่างกัน เนื้อหมู แพะ ลูกวัว และไก่ ไม่จำเป็นต้องเก็บนาน เนื้อวัวซึ่งมีความเหนียวของเนื้อมากกว่าจะต้องเก็บไว้นาน โดยทั่วไปมักจะเก็บเนื้อวัวไว้ประมาณ 3 - 6 สัปดาห์ ก่อนเก็บช่วงสองสัปดาห์แรกช่วยให้เนื้อวัวนุ่มและมีกลิ่นรสดีขึ้น หลังจากนั้นเนื้อจะนุ่มขึ้นอีกเล็กน้อย แต่จะมีรสชาติดีขึ้นมาก ห้องเย็นที่เก็บเนื้อต้องมีการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อป้องกันมิให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต ปกตินิยมเก็บเนื้อที่อุณหภูมิ 1 - 2 องศาเซลเซียส มีความชื้นประมาณร้อยละ 70 หากต้องการร่นเวลาให้สั้นเข้าก็ควรใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ที่อุณหภูมิประมาณ 21 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาเพียง 2 วัน ความชื้นต้องสูงมากประมาณร้อยละ 85 - 90 เพื่อป้องกันการสูญเสีย น้ำนอกจากนี้ยังต้องการใช้รังสีอุลตราไวโอเลต เพื่อป้องกันการเติบโตของจุลินทรีย์อีกด้วย (อรวินท์ โทรกี, 2522 : 85-86)

2.2 ปาเปน

Reynolds, A. (อ้างโดย อัมพร ทองปลิว, 2534 : 9) กล่าวว่า ปาเปน (papain) หมายถึง เอนไซม์ชนิดหนึ่ง หรือส่วนผสมของเอนไซม์หลายชนิดเป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีน ได้มาจากยางของผลมะละกอดิบ

คุณสมบัติของปาเปนในการย่อยเนื้อ

ปาเปนเป็นโปรติเอส (proteas) หรือโปรติโอไลติกเอนไซม์ (proteolytic enzyme) ประเภทไฮโดรไลติก ที่มีกลุ่มซัลไฮดริล (-SH group) เป็น active site ปาเปนที่สกัดจากยางมะละกอ มีคุณสมบัติย่อยโปรตีนทำให้เนื้อนุ่มขึ้นมาได้จึงนิยมใช้เป็นสารทำให้เนื้อนุ่ม (meat tenderizer)

คุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิต่อการย่อยเนื้อของปาเปน Schwimmer, Si (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 3) พบว่าปาเปนจะเริ่มย่อยเนื้อที่อุณหภูมิระยะแรกของการทำให้สุก โดยไม่ต้อง

มีสารกระตุ้น (activated) การย่อยเนื้อของปาเปนอยู่ระหว่าง 40.55 – 79.44 องศาเซลเซียสแต่ Levie,A. (อ้างโดย จิรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531:3) กล่าวว่าจะย่อยได้ดีเมื่ออุณหภูมิประมาณ 60 – 76.67 องศาเซลเซียส และจะหยุดปฏิกิริยาการทำงานที่ 82.22 องศาเซลเซียส

โปรตีนชนิดอื่นนอกเหนือจากเอนไซม์ปาเปน ที่มีในยางมะละกอ ได้แก่ ไคโมปาเปน ปาปายา เปปติเดสเอ และไคโมปาเปนนี้ โดยมีปริมาณโปรตีน 27 18 และ 14 เปอร์เซ็นต์ (ปาเปน มีเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์) ของโปรตีนที่ละลายได้ (soluble protein) ในยางมะละกอ ตามลำดับ โปรตีน-เอนไซม์ดังกล่าวมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับปาเปน และสามารถย่อยเนื้อที่อุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส ได้เช่นเดียวกับปาเปน

การทำงานของเอนไซม์ปาเปนอาจอธิบายได้ดังนี้ เริ่มแรกเอนไซม์จะย่อย sarcolemma ออกทำให้เส้นใยโปรตีนแยกออกจากกัน ขั้นตอนต่อไปเอนไซม์จะเข้าไปย่อยแอคโตไมโอซิน ภายในเซลล์กล้ามเนื้อโดยตรง ส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคอลลาเจนและอีลาสตินก็จะถูกย่อยเช่นเดียวกัน (อรวิทย์ โทระกี, 2522 : น.108)

การตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของปาเปน

ในการตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของปาเปน สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. ใช้เจลาตินเป็นสารตั้งต้น และย่อยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที โดยใช้ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ วัดค่าออกมาในรูป P.A.F. (proteolytic Activity Factor) โดยเป็นอัตราส่วนของ 1,000 ต่อระดับความเข้มข้นวันที่ทำเป็นเจลาตินเป็นของเหลว (completely liquefy) (Ockerman, H.W. อ้างโดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 5)

2. ใช้เคซีนเป็นสารตั้งต้น ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และไตเตรทด้วย 0.1 นอร์มัล โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในแอลกอฮอล์ ใช้ไทมอพทาเลิน (trymophthalein) เป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธี A.O.A.C. (1980)

3. Miyada, D.S. และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 5) ได้ใช้เป็นฮีโมโกลบินที่ทำให้เสียสภาพธรรมชาติ (denatured) แล้วเป็นสารตั้งต้น โดยบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.5 เวลา 10 นาที แล้วหยุดปฏิกิริยาด้วย 4 เปอร์เซ็นต์ กรดไทรคลอโรอะซิติก (trichloacetic acid) นำไปเหวี่ยงแยกตะกอน เพื่อนำสารละลายไปวัดปริมาณโอลิโกเปปไทด์ที่ได้จากการย่อยของปาเปนที่ค่าดูดกลืนแสง 227 นาโนเมตร

4. วิธีการของ Ortiz,A. และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กัณฑ์เกรียงวงศ์, 2531 : 5) ซึ่งคัดแปลงมาจาก Skeleton, G.S. โดยใช้สารละลายปาเปนทำปฏิกิริยากับสารเคซีนในซีเตรทบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.0 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วหยุดปฏิกิริยากับสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก กรองส่วนที่ตกตะกอนออกด้วยกระดาษกรองนำส่วนสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตร รายงานปฏิกิริยาการทำงานของปาเปนออกมาในรูปไมโครโมลของไทโรซีนต่อนาทีต่อมิลลิกรัมของเอนไซม์ (I.U. หรือ International Unit)

5. Glazer,A.N. และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กัณฑ์เกรียงวงศ์, 2531 : 5) กล่าวว่า วิธีอื่น ๆ โดยใช้สารตั้งต้นที่ต่างกันออกไป เช่น การใช้โปรตีนในสารละลายนมพร่องไขมัน (skimmilk solution) เป็นสารตั้งต้น ในสภาพที่มีความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.3 แล้วจับเวลาจนกระทั่งโปรตีนในน้ำนมเริ่มแข็งตัวเกาะกันเป็นก้อน (clot) รายงานเป็นหน่วย M.C.U. (milk clotting unit) Hienicke, R.H. (อ้างโดย จิรวัดน์ กัณฑ์เกรียงวงศ์, 2531 : 5) กล่าวว่า อาจจะใช้สารตั้งต้นสังเคราะห์ เช่น BAA (α -N - benzoyl - L - arginine amide) เป็นสารตั้งต้น ในการตรวจสอบความสามารถในการย่อยพันธะเอมัย (amidase activity) ของเอนไซม์ โดยการตรวจสอบปริมาณที่ได้จากการย่อย BAA

การผลิตปาเปน

Balls, A.K. และคณะ (อ้างโดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 6) กล่าวว่า ประเทศที่ผลิตปาเปนเป็นสินค้าส่งออกมากที่สุด ได้แก่ ศรีลังกา แอฟริกาตะวันออก และ คองโก ในปี ค.ศ. 1963 ประเทศเหล่านี้ได้ส่งออกเป็นจำนวน 51,146 ตัน ส่วนประเทศที่ผลิตรองลงมา ได้แก่ เดนมาร์ก อังกฤษ สหรัฐอเมริกา อินเดีย ยางจากผล ก้านใบ ใบ ลำต้นของมะละกอ สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปาเปนในทางอุตสาหกรรมนิยมใช้ยางจากผลเป็นวัตถุดิบ เนื่องจากสะดวกในการผลิตและปริมาณปาเปนมากกว่าส่วนอื่น

การเก็บรวบรวมน้ำยาง

Madrigal และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กัณฑ์เกรียงวงศ์, 2534: 6) กล่าวว่า การเก็บรวบรวมน้ำยาง นิยมใช้มะละกอดิบ อายุระหว่าง 70-100 วัน เนื่องจากในช่วงนี้จะให้ปริมาณน้ำยางมากที่สุด และมี ปฏิกิริยาการทำงานที่เหมาะสม การเก็บน้ำยางจากผลมะละกอ นิยมใช้มีดสแตนเลสหรือพลาสติกที่คม การใช้โลหะที่ทำด้วยเหล็กหรือสังกะสีอาจทำให้น้ำยางมีสีคล้ำ การกรีดเริ่มกรีดตั้งแต่ด้านหัวของผลจนถึงส่วนปลายผล โดยมีความลึกไม่เกิน 2 มิลลิเมตร จำนวนที่กรีดแต่ละต้นไม่เกิน 4 แผล รวมเป็น

16 แพลตต่อลูก Mardrigal และคณะ(อ้างโดย จักรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 88 น.) ได้สรุปว่าการกรีดทำ ได้ตั้งแต่ 05.53 น. จนถึง 10.00 น. ปาเปนในอุตสาหกรรมมี 3 ชนิด คือ ยางมะละกอแห้ง (Crude papain) ปาเปนผง (Processer papain หรือ refined papain) และปาเปนบริสุทธิ์ แต่จะทำการ ศึกษาเฉพาะยางมะละกอแห้ง (Crud papain)

Ortiz และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 108 น.) ยางมะละกอแห้ง (Crude papain) เป็นผลิตภัณฑ์ปาเปนที่ได้จากการนำเอายางมะละกามาทำแห้ง โดยแต่เดิมนิยมนำน้ำยางไป ผึ่งแดด หรือนำไปเคี้ยวบนเตาไฟจนจนได้สารที่เป็นของแข็ง แต่พบว่าการทำแห้งโดยวิธีทั้งสองนี้ให้ ผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถในการย่อยโปรตีนต่ำ มีสีคล้ำแต่มีกลิ่นไม่ดี เนื่องจากการเจริญของเชื้อ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนระหว่างการผลิต โดยเฉพาะการทำแห้งแบบการนำไปผึ่งแดดจะทำให้ความสามารถในการย่อยโปรตีนของยางมะละกอที่ได้ลดลง เพราะแสงอุลตราไวโอเลตทำลายฮิสทีดีน (histidine) และทริปโตเฟน (tryptoptophane) ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการเกิดกิจกรรมของ ปาเปน ต่อมา จึงมีผู้ปรับปรุงการผลิตโดยใช้ลมร้อนเป่า ซึ่งอาจจะใช้แบบตู้ (Cabinet dryer) หรือแบบถาด (tray dryer) โดยควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 50 - 60 องศาเซลเซียส ซึ่งจะใช้ยางมะละกอที่มีสีขาว และมี ปฏิบัติการทำงานที่สูงกว่าการทำแห้งโดยวิธีการผึ่งแดด การเคี้ยวบนเตา Krishnamurthy, G.V. และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 108 น.) พบว่า น้ำยางมะละกอที่เติม KMS 0.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนักของยางมะละกอ) จะช่วยรักษาความคงทนของเอนไซม์ ในขณะที่ การใช้วิธีการ อบแห้งแบบสูญญากาศให้ยางมะละกอแห้งที่มีการทำงานของโปรติเอสดีกว่าวิธีผึ่งแดด วิธีการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบผง (spray dryer) หรือที่เรียกว่า Boudart process เริ่มมา จากการกรอง น้ำยางมะละกอที่เติม โซเดียม หรือ โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วสูง หรือกรองผ่านเครื่องกรองละเอียด จึงนำไปผ่านเครื่องกรองบักเตรีย (sterile filter plate) นำไปเข้าเครื่องทำแห้งแบบผง Jones และ Mercier (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 108 น.) กล่าวว่า วิธีนี้สามารถลดปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) จาก 20 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำยางเริ่มต้น และประสิทธิภาพในแต่ละขั้นของการกำจัดสิ่งเจือปน yield ที่ได้ประมาณ ร้อยละ 12 ของน้ำยางสด

การใช้ปาเปนเป็นสารทำให้เนื้อนุ่ม

Bernholdt, H.F. และ lowric, R.A. (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 108 น.) กล่าวว่า ใช้ ปาเปนเป็นสารให้เนื้อนุ่ม (meat tenderizer) ที่มาอย่างน้อย 500 ปีมาแล้ว โดยชาวแมก-

ซิกันอินเดียน (Maxican Indian) ที่อาศัยอยู่ตอนกลางทวีปอเมริกา โดยใช้ใบมะละกอห่อเนื้อสัตว์ก่อนที่จะทำการหุงต้มเนื้อสัตว์เพื่อให้เนื้อสัตว์นั้นเกิดความอ่อนนุ่ม และการทำให้เนื้อนุ่มโดยใช้เอนไซม์ที่สามารถแยกโปรตีนได้ผสมตอนเนื้อดิบ แม้จะมีเอนไซม์จากแหล่งอื่นอีก แต่เอนไซม์ที่นิยมกันมากที่สุดคือ ปาเปน (papain) ซึ่งมีอยู่ในมะละกอ เอนไซม์นี้จะมีผลต่อทั้งกล้ามเนื้อและพังผืด ถ้ารู้จักใช้อย่างถูกต้องก็จะทำให้เนื้อนั้นนุ่มได้ และมีรูปแบบในการใช้สารนี้เพื่อให้เนื้อนุ่มแตกต่างกัน โดยจะมีวิธีการดังนี้ คือ

1. การทาที่ผิวของเนื้อ (surface application) Wang, H. และคณะ (อ้างโดย จีรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 10) กล่าวว่า เป็นวิธีการแรก โดยการนำเอาขางมะละกอทา หรือจุ่มให้ทั่วผิวหนัง ก่อนที่จะทำการแปรรูปหรือทำให้เนื้อสุก ในการศึกษาช่วงแรกพบว่า ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากเกิดความอ่อนนุ่มเฉพาะบริเวณผิวหนังของเนื้อมากเกินไป จึงให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและ (mushiness) ภายนอก แต่ส่วนใจกลางเนื้อยังเหนียวอยู่ ลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้น เนื่องจาก โปรติเอสไม่สามารถแทรกซึมเข้าสู่ภายในเนื้อ ได้จึงมีผลเฉพาะผิวภายนอกเนื้อเท่านั้น Hay, P.P. และคณะ (อ้างโดย จีรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 10) ได้ใช้ส้อมแทงขึ้นเนื้อตัวอย่างที่ผิวหนังจนถึงใจกลางเนื้อ ก่อนที่จะใช้กับปาเปนในปริมาณ 6 กรัมต่อเนื้อ 1 ปอนด์ พบว่าเนื้อที่ใช้ส้อมแทงช่วยให้เกิดความอ่อนนุ่มขึ้น แต่มีขอบเขตจำกัดในด้านความหนาของชิ้นเนื้อ แต่ที่ใช้วิธีการนี้ควรมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว Meir, G. และคณะ (อ้างโดย จีรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 10) ได้สรุปว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการแทรกซึมของ โปรติเอสในเนื้อ ได้แก่ เวลาการหมัก อุณหภูมิในการหมัก ระดับเกลือที่ใช้ และปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์

2. การฉีดเข้าเส้นก่อนฆ่าสัตว์ (Ante - mortem injection) เป็นวิธีการที่ใช้สารละลายปาเปน หรือ โปรติเอสชนิดอื่น เข้าที่บริเวณเส้นเลือด jugular vein ก่อนที่จะทำการฆ่าสัตว์ 15 - 30 นาที เอนไซม์จะเข้าสู่ระบบเลือด แล้วถูกนำไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย และทำหน้าที่ย่อยโปรตีนในเนื้อภายหลังสัตว์ตายลง การศึกษาในช่วงแรกใช้แกะเป็นสัตว์ทดลอง ต่อมาจึงใช้วัว Beuk, J.E. และคณะ (อ้างโดย จีรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 11) ได้ฉีดเอนไซม์เข้มข้น 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 0.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักของวัวมีชีวิต 1 ปอนด์ และได้ทำการจัดเป็นลิขสิทธิ์ของวิธีการดังกล่าวไว้ Haffman, D.L. และคณะ (อ้างโดย จีรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์, 2531 : 11) ได้ฉีด crude papain crystalline papain crude papain ที่สูญเสียสภาพธรรมชาติแล้ว (denatured crude papain) แก้วของ crude papain และสารละลายเกลือ โซเดียมคลอไรด์ในวัวพันธุ์บราห์มัน และวัวพันธุ์บราห์มันผสมแองกัส (Angus) พบว่า เนื้อสันของวัวที่ฉีด crude papain แก้วของ crude papain crystalline

papain และ crystalline papain กับเถ้าของ crude papain ให้เนื้อนุ่มมากกว่า control ในดับที่ฉีด crude papain ให้ความนุ่มมากที่สุด ในไต พบว่าทุกการทดลองเกิดความนุ่มมากขึ้น แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตของการยอมรับของผู้ทดสอบชิมส่วนในเนื้อขาหลังและเนื้อซี่โครงพบว่า การฉีดสารดังกล่าว ไม่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ Kang, C.K. และ Warner, W.D. (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 11) ได้ศึกษาถึงการแพร่กระจายปาเปนในสัตว์ โดยฉีดปาเปนในสัตว์ โดยฉีดปาเปนผสมด้วย ไอโซโทปของ ^{14}C และ ^3H ในหนูที่ใช้เป็นสิ่งทดลอง พบว่า การแพร่กระจายของปาเปนในเนื้อสันและเนื้อขา มีปริมาณไม่แตกต่างกันแต่ในอวัยวะส่วนไต ตับ ม้าม ปอด หัวใจ และตับอ่อน พบว่า มีปริมาณการแพร่กระจายมากกว่าในกล้ามเนื้อ และให้ข้อสังเกตว่า สิ่งสำคัญสำหรับการฉีดปาเปนหรือโปรติเอสชนิดอื่น คือ การเข้ากันได้ระหว่างเอนไซม์ที่ใช้กับระบบในร่างกายของสัตว์ ซึ่งสภาวะการทำงาน (active form) ของเอนไซม์ ไม่ควรเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วขณะทำการฉีด เพราะจะทำให้สัตว์เกิดความเครียด ซึ่งจะมีผลให้เนื้อสัตว์มี คุณภาพด้อยลง

3. วิธีการฉีดหลังจากสัตว์ตาย (Post – mortem injection) Reed, G. และ Kramas, E. (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 :12) เป็นการฉีดเอนไซม์เข้าไปในกล้ามเนื้อของซากภายหลังฆ่าสัตว์ เป็นวิธีการหลีกเลี่ยงความยุ่งยากที่เกิดจากความยุ่งยากที่เกิดจากความนุ่มมากขึ้นของอวัยวะต่างๆ เอนไซม์ที่ใช้ฉีดนี้อาจมีการเติมสารอื่นๆ เช่น สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ หรือสารที่ให้กลิ่นรส เป็นต้น

จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ (2531 : 64 - 65) ได้ทำการทดลองการใช้ยางมะละกอ และปาเปนผงที่ผลิตได้ ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อโคอายุมาก โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอก สะโพก และสันขา พบว่าเนื้อที่ใช้ยางมะละกอในระดับ 0, 0.8 และ 1.2 กรัม ต่อเนื้อสันนอก 1 กิโลกรัม และการใช้ปาเปนผง 0.06 และ 0.12 กรัมต่อเนื้อสันนอก 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันในด้านความนุ่ม รสชาติ และกลิ่น ความฉ่ำ และความพอใจ โดยสรุปแล้ว ปริมาณยางมะละกอดังกล่าว ทำให้เนื้อมีความนุ่มพอเหมาะ โดยให้ความพอใจโดยสรุปสูงกว่าการใช้ในระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่าผู้ชิมไม่ยอมรับตัวอย่างของเนื้อที่ใช้ยางมะละกอในระดับ 1.6 กรัม หรือ ปาเปนผง 0.18 กรัมต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม เพราะทำให้เกิดรสขม และกลิ่นผิดปกติ

การใช้ประโยชน์ของปาเปน

เนื่องจากปาเปนนำมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ดังนั้นประเทศที่นำเข้า ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สหราชอาณาจักร เบลเยียม ฝรั่งเศส สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เดนมาร์ก นอร์เวย์ สวีเดน อิตาลี สเปน โปแลนด์ และเชคโกสโลวาเกีย รวมทั้งหมดประมาณ 400 เมตริกตัน

ในจำนวนประเทศเหล่านี้สหรัฐอเมริกาเข้าป่าเปนมากที่สุด โดยนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ เบียร์และเครื่องดื่มอื่นๆ โดยใช้ป่าเปนเป็นตัวทำให้เบียร์ใส เพราะป่าเปนจะช่วยละลายโปรตีนที่อยู่ใน เบียร์ ทำให้เบียร์ไม่ขุ่นเมื่อเก็บไว้ได้นานหรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ในเครื่องดื่มบางชนิด เช่น ไวน์ ก็ใช้ ป่าเปนเช่นกัน ในการผลิตเนื้อสัตว์นิยมใช้สารละลายป่าเปนฉีดเข้ากล้ามเนื้อของสัตว์ทันทีก่อนที่จะนำไปฆ่า ซึ่งเชื่อว่าป่าเปนจะเข้าไปในระบบเลือดของสัตว์และแผ่ไปยังกล้ามเนื้อตลอดจนเนื้อเยื่อต่างๆ ของเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อชำแหละของสัตว์นั้นนุ่มเปื่อยเมื่อนำมาประกอบอาหาร นอกจากนี้ยังมีการทำ ป่าเปนเป็นผงโรย โดยผสมรวมกับพวกผงเครื่องปรุงหรือเครื่องเทศบรรจุลงขวดสำหรับคลุกเคล้า เนื้อสัตว์ที่เหนียว นอกจากนี้โรงงานผลิตอาหารกระป๋องและผลไม้กระป๋อง โรงงานฟอกหนังก็ยังใช้ ป่าเปน ส่วนในทางเภสัชใช้ป่าเปนทำเป็นยาเม็ดรับประทาน เพื่อช่วยย่อยอาหารในคนไข้ที่เป็น โรคอาหารไม่ย่อยและกระเพาะอาหารอักเสบ ใช้ทำให้เลือดหยุดไหลและยังพบว่ายังฆ่าพยาธิได้อีกด้วย ในอุตสาหกรรมทอผ้าบ้างครั้งใช้ป่าเปนเพื่อฟอกไหมให้หมดเมือก และใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ นอกจากนี้ป่าเปนหรือยางมะละกอยังรักษาหูดเพื่อหลุด รักษาขี้กลากและแผลที่แฉกป้องต่อได้ (อัมพร ทองปลิว, 2534 : 10)

อันตรายจากการใช้เอ็นไซม์ป่าเปน

Filndit, M. (อ้างโดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 :10) กล่าวว่า ป่าเปนสามารถทำให้เกิดโรคที่ปอด เนื่องจากการแพ้ผงป่าเปนที่สูดดมเข้าไปในปอด เพราะป่าเปนเป็นตัวกระตุ้นอย่างแรงในการทำให้เกิด โรคที่ระบบทางเดินหายใจ Pushpakom et al. และคณะ (อ้างโดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 10) มีผล การทดลองที่ทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ของหนูมีรูปร่างวิปริต (Teratogenic effect)

Holsinger, J. และคณะ (อ้าง โดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 10) รายงานว่าสารละลายของ ป่าเปนทำให้เกิดผื่นคันในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทั้ง 20 คน

Bernstein, J. และคณะ (อ้าง โดย จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534 : 10) รายงานว่าพบผู้ป่วยมีอาการ บวมที่เลนส์ตาและกระบอกตา ใน 4 ชั่วโมงหลังจากใส่เลนส์สัมผัส (Contacte lens) ที่ทำความสะอาด ด้วย สารละลายซึ่งมีป่าเปนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ

1. น้ായางมะละกอสด 650 กรัม
2. เนื้อวุ้น 3 กิโลกรัม

สารเคมี

1. โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 32.5 กรัม

อุปกรณ์

1. เครื่อง Instorol model 1011
2. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
3. Vacuum hot air oven
4. มีดสแตนเลส
5. ถาดอะลูมิเนียม
6. ถ้วยแก้ว
7. ตะแกรงขนาด 10, 50 ช่องต่อตารางนิ้ว
8. Blender
9. ถุงพลาสติก หรือ ขวดชา
10. ตู้อบไมโครเวฟ
11. เครื่องแก้วต่างๆ
12. ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4 2 รีม
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แผ่นดิสก์ 1 แผ่น

3.2 วิธีการ

1. ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ
2. เลือกเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ
3. ศึกษาเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับการทดลอง
4. เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ
5. นำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ
6. ดำเนินการทดลอง

6.1 การเก็บยางมะละกอ

การเก็บยางมะละกอ ทำในเดือนพฤศจิกายน 2542 ที่สวนมะละกอ ในจังหวัดปราจีนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี โดยมีวิธีการดังนี้

ก. ทำการเก็บรวบรวมยางมะละกอจากส่วนของผลมะละกอดิบพันธุ์แขกดำที่แก่จัดแต่ยังไม่สุกและยังคงติดอยู่กับต้น (เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณน้ำยางมาก อีกทั้ง ป่าเป็นที่ได้จากมะละกอพันธุ์แขกดำมีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนสูงที่สุด) แต่ยังไม่สุกและยังคงติดอยู่กับต้น ในช่วงเวลา 7.00 – 9.00 นาฬิกา

ข. ใช้มีดที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) กรีดลงบนผิวของมะละกอตามความยาวผล ตรงบริเวณใกล้ขั้วที่ติดอยู่กับลำต้นมายังปลายอีกด้านหนึ่ง ให้รอยกรีดมีความลึกประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตร ในแต่ละผลกรีดเพียง 3 - 4 รอย เท่านั้น

ค. รองรับยางมะละกอด้วยถ้วยแก้วปากกว้างที่เตรียมไว้ แล้วปล่อยให้ยางไหลออกจากแผลตามรอยกรีดนั้นจนยางแห้งติดรอยกรีด ใช้มีดที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมขูดคราบยางมะละกอที่ติดอยู่ที่ผลตามรอยกรีดนั้น นำผลรวมของน้ำยางที่กรีดได้ไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส

6.2 สกัดเอนไซม์ปาเปน

เมื่อรวบรวมยางมะละกอจากการกรีดแต่ละครั้งของหลายๆ ผลให้รับนำไปกรองในตะแกรงขนาด 50 ช่องต่อตารางนิ้ว (Mesh sieve) เพื่อนำเศษวัสดุที่ไม่ต้องการทิ้ง จากนั้นก็ใช้โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (potassium metabisulphite) ผสมลงไปกับน้ำยางในอัตรา 50 มิลลิกรัม ต่อน้ำยาง 100 กรัม เพื่อรักษาความคงตัวของน้ำยางแล้วคนให้เข้ากัน จากนั้นนำน้ำยางอบในเครื่องอบความร้อนสูญญากาศในอุณหภูมิ 50 - 55 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำยางจะแห้งเป็นเกล็ดสีขาวทั้งหมด หลังจากนั้นก็นำเกล็ดสีขาวทั้งหมดไปบดให้ละเอียด แล้วกรองด้วยตะแกรง 10 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อตารางนิ้ว เพื่อจะได้ผงสีขาวละเอียด จากนั้นจึงเก็บในถุงพลาสติก หรือ ขวด สีชาแล้วปิดให้สนิท

6.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเอนไซม์ปาเปน

ทดลองหาปริมาณการใช้เอนไซม์ปาเปนที่เหมาะสมต่อการย่อยเนื้อ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Compleat Randomized design) ดังนี้

นำปาเปนที่เตรียมขึ้นมา เติมในเนื้อซึ่งได้มาจากการตัดเนื้อวัวตามขวางของกล้ามเนื้อลาย (ส่วนขา) มีความหนา 1.5 นิ้ว ความกว้าง 1.5 นิ้ว และความยาว 1.5 นิ้ว

ปาเปนที่เตรียมขึ้นซึ่งเติมลงในเนื้อจะมีปริมาณต่างๆ กัน 5 ขนาด คือ

ปาเปน 30 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม

ปาเปน 60 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม

ปาเปน 90 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม

ปาเปน 120 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม

ปาเปน 150 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม

โดยมีเนื้อที่ไม่ได้เติมปาเปนเป็นตัวเปรียบเทียบ

คลุกปาเปนให้กระจายทั่วชิ้นเนื้อตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

นำเนื้อทั้งหมดไปต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิใจกลางของเนื้อ เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส นำออกจากหม้อต้มมาทิ้งไว้ให้เย็น แล้วหั่นเป็นชิ้นขนาดความหนาขนาด 1 เซนติเมตร ความกว้าง 1 เซนติเมตร และความยาว 3 เซนติเมตร

นำเนื้อที่ผ่านการต้มแล้วไปทดสอบคุณภาพของเนื้อในส่วนของความนุ่ม กลิ่น รส ลักษณะภายนอกของเนื้อ และความชอบ โดยการเคี้ยวสัมผัส ซึ่งทำการตรวจสอบโดยให้เป็นคะแนน (score test) โดยผู้ให้คะแนนอย่างน้อย 10 คน

นำเนื้อที่ผ่านการต้ม ไปวัดค่าแรงเคี้ยวของเนื้อ โดยเครื่อง Tensile test interface ซึ่งแรงที่กระทำต่อเนื้อเพื่อให้เนื้อขาดจากกันมีค่าเป็น นิวตัน (Newton)

เปรียบเทียบค่าแรงกดเคี้ยวที่กระทำต่อเนื้อซึ่งเติมปาเปนที่ปริมาณต่างๆ โดยมีเนื้อที่ไม่ได้เติมปาเปนเป็นตัวเปรียบเทียบ ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

6.4 วิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อที่หมักด้วยปาเปน โดยใช้

Analysis of Variance และเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างแต่ละตัวอย่าง โดย LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7. จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ส่งปัญหาพิเศษ

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

1. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
2. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
3. คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

3.4 ระยะเวลาในการวิจัย

เดือนกันยายน 2542 – เดือนกุมภาพันธ์ 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ศึกษาการผลิตปาเปน

4.1.1 ศึกษาผลของการกรีดน้ำยางมะละกอ

จากการทดลองได้หาปริมาณน้ำยางมะละกอ โดยการแบ่งการกรีดทั้งหมด 4 ครั้ง ในแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกัน 3 วัน พบว่า น้ำยางมะละกอที่ได้จากการกรีดครั้งแรกจะให้ปริมาณมากที่สุด คือ 4.42 กรัมต่อผล ซึ่งแตกต่างจากครั้งที่ 2, 3 และ 4 ($P < 0.05$) ที่ได้ปริมาณน้ำยางมะละกอลดลงเหลือเท่ากับ 1.57 1.50 1.24 กรัมต่อผลตามลำดับ (ตารางที่ 1) การกรีดทั้งสามครั้งหลังนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณยางมะละกอจากการกรีด 4 ครั้ง ในการทดลองได้ 8.73 กรัมต่อผล ซึ่งให้ค่าน้อยกว่า ทวีเกียรติ ชิมสวัสดิ์ และคณะ (อ้างโดย จิรวรรณ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 23) ที่ได้ทดลองไว้ คือ ได้ปริมาณยางมะละกอจากการกรีดเท่ากับ 11.51 กรัมต่อผล สาเหตุที่น้ำยางมะละกอดังกล่าวแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการปลูกต่างสถานที่ทำให้ปริมาณแร่ธาตุ น้ำในดิน รวมถึงสภาพอากาศที่แตกต่างกัน (Becker, S. และคณะ อ้างโดย จิรวรรณ กันต์เกรียงวงศ์, 2531:7 - 8) นอกจากนี้ยังพบว่า การกรีดยางมะละกอในบางครั้งยังมีผลต่อการเร่งให้ผลมะละกอสุกเร็วขึ้น เนื่องจากรอยแผลที่เกิดขึ้นจะไปช่วยเร่งให้ผลไม้สุกเร็วกว่าปกติ จึงทำให้การกรีดน้ำยางในครั้งหลังๆ ได้ปริมาณน้ำยางน้อย

4.1.2 ศึกษาผลของวิธีการทำแห้งปาเปนวิธีเติมสารเคมี

นำน้ำยางสดอย่างละ 100 กรัม มาเติมสารเคมีที่ช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ คือ KMS ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก แล้วนำไปทำแห้ง ที่ 50 - 55 องศาเซลเซียสในตู้อบ (Cabinet dryer) แล้วบดเป็นผงละเอียด พบว่า ปาเปนผงที่ได้มีกลิ่น และสีที่ดี คือ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวนวลออกเหลือง (ภาพที่ 1) ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลของปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในขณะการทำแห้ง (Hodge, J.E. อ้างโดย ประเทือง จุลเอียด, 2533 : 42) และปริมาณผงปาเปนดิบ (Crude papain) ที่ได้จากการทำแห้ง จะให้ปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 18.5 กรัมต่อน้ำยางสด 100 กรัม แล้วทำการเก็บรักษาที่ขวดสีชา เพื่อป้องกันแสงสว่างที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเอนไซม์ลดลงถึงร้อยละ 20 ภายใน 6 ชั่วโมง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือเกิดจากปฏิกิริยาย่อยสลายตัวเอง (autoproteolysis) โดยโปรตีนชนิดอื่นที่มีในน้ำยางหรืออาจมีสารยับยั้งการทำงานของปาเปนที่มี

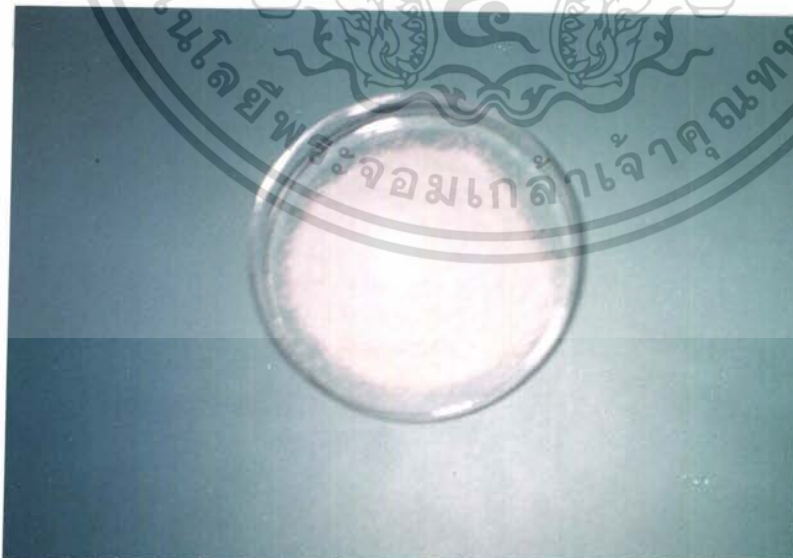
ที่มีอยู่ในน้ำยาง เช่น วิตามินซี และสารพวก isothiocyanate (Skelton, G.S. อ้างโดย ประเทือง จุลเอิยค, 2533 : 7)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำยางมะละกอที่ได้จากการกรีดในแต่ละครั้ง

| การกรีดน้ำยางมะละกอ | ปริมาณน้ำยางมะละกอ ¹ (กรัมต่อผล) |
|---------------------|--|
| ครั้งที่ 1 | 4.42 ⁿ |
| ครั้งที่ 2 | 1.57 ⁿ |
| ครั้งที่ 3 | 1.50 ⁿ |
| ครั้งที่ 4 | 1.24 ⁿ |
| รวม | 8.74 |

อักษร "n" ที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

¹ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการกรีดยางมะละกอ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ผล



ภาพที่ 1 ลักษณะของผงปาเปน (Crude papaya)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาปริมาณเอนไซม์ปาเปนที่มีผลต่อการย่อยเนื้อ และการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลองทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) โดยการตรวจชิมและจากการวัดค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ โดยเครื่อง Instron model 1011 ได้ผลตามลักษณะต่างๆ คือ

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและความนุ่ม

ในทุกะดับการใช้ยางมะละกอให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และคะแนนความนุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และ ($P \leq 0.01$) (ตารางที่ 2 และ 3) โดยการใช้ปาเปนผง (Crude papain) ในปริมาณ 0 30 60 90 120 และ 150 มิลลิกรัม ได้ผลดังนี้ คือ

จากการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ได้ค่าแรงตัดผ่านเท่ากับ 4.9 5.5 7.1 7.4 5.3 และ 7.5 ตามลำดับ ส่วนค่าความนุ่มที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทั้ง 3 ครั้ง จากผู้ทดสอบ 10 คน เท่ากับ 2.03 2.81 3.46 2.91 3.39 และ 2.27 ตามลำดับ จากที่ จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ (2531 : 47) ได้เคยทดลองในลักษณะเดียวกัน และสรุปไว้ว่า การใช้ยางมะละกอมากขึ้นทำให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้นทุกระดับที่ใช้ ซึ่งการทดลองของเราไม่สอดคล้องกับการทดลองดังกล่าว สาเหตุที่ทำให้ค่าแรงตัดผ่าน และค่าการทดสอบความนุ่มทางด้านประสาทสัมผัส มีความแปรปรวนอาจเนื่องมาจาก ในการหมักเนื้อโดยปาเปนผงใช้วิธีการหมักแบบทาที่ผิวของเนื้อ (surface application) ทำให้เกิดความนุ่มเฉพาะบริเวณผิวหน้าของเนื้อมากเกินไป จึงทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส (Mushiness) ภายนอกนุ่ม แต่ส่วนใจกลางเนื้อยังเหนียวอยู่ ลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจาก โปรตีนไม่สามารถแทรกซึมเข้าสู่ภายในเนื้อ ได้จึงมีผลเฉพาะผิวเนื้อเท่านั้น (Wang, H. และคณะ อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 11) และอาจมาจากปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการแทรกซึมของโปรตีนในเนื้อ ได้แก่ เวลาการหมัก ซึ่งใช้เวลาในการหมักเพียง 1 ชั่วโมง อาจจะไม่เพียงพอต่อการแทรกซึมของโปรตีน อุณหภูมิในการหมัก ปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ ประสิทธิภาพของปาเปนผงที่ผลิต นอกจากการหมักที่มีผลต่อการแปรปรวนแล้วยังอาจจะมาจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยโปรตีนของเซลล์กล้ามเนื้อ (muscle fiber proteins) ระหว่างหุงต้ม ดังนี้คือ โดยปกติแล้วเส้นใยโปรตีนของเซลล์กล้ามเนื้อในเนื้อดิบจะมีน้ำ 3 ส่วนต่อโปรตีน 1 ส่วน เมื่อได้รับความร้อนจากการหุงต้มโปรตีนในเนื้อสัตว์จะเปลี่ยนสภาพ (denaturation) โปรตีนจะแข็งตัว (coagulate) ถ้าเนื้อต้มในน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส จะไม่เกิดการหดตัว และไม่แข็งตัว แต่ในการทดลองของเรา ทำการต้มเนื้อโดยรอให้น้ำร้อนจนถึงอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำเนื้อลงต้มซึ่งทำให้โปรตีนหดตัวมาก และแข็งตัวมาก อีกทั้งอุณหภูมิในการต้มก็ไม่คงที่ ยิ่งอุณหภูมิในการต้มสูงขึ้น ก็จะทำให้โปรตีนหดตัวมาก และแข็งตัวมากขึ้นเรื่อยๆ ตามอุณหภูมิของการต้ม (อรวินท์ โทรกี และคณะ, 2522 : 94 - 95)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อจากกล้ามเนื้อขาที่ใช้ปาเปนผงในปริมาณต่างๆ

| กล้ามเนื้อ | ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (นิวตัน) ¹ | | | | | |
|------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | ปริมาณการใส่ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100 กรัม) | | | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| เนื้อขาวัว | 4.9 ^a | 5.5 ^a | 7.1 ^b | 7.4 ^b | 5.3 ^a | 7.5 ^b |

¹ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อวัวจากเครื่อง Instron model 1011 ขนาดเนื้อตัวอย่าง 1 x3x1 นิ้ว

^{a, b} อักษรที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับความนุ่มจากกล้ามเนื้อที่ใช้ปาเปนผง ระดับการใส่ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100)

| กล้ามเนื้อ | ความนุ่ม ¹ | | | | | |
|--------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | ปริมาณการใส่ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100 กรัม) | | | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| กล้ามเนื้อขา | 2.03 ^a | 2.81 ^b | 3.46 ^b | 2.91 ^b | 3.39 ^{b, a} | 2.27 ^a |

¹ คะแนนความนุ่ม เป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ชิม 10 คน โดย 5 = นุ่มมาก 1 = เหนียวที่สุด

^{a, b, a} อักษรที่ต่างกัน ในบรรทัดเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

รสชาติและกลิ่น

จากการทดลองพบว่า การใส่ปาเปนผงที่ปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4) ผู้ชิมให้ข้อสังเกตว่าเนื้อที่ใช้ทดสอบทุกตัวอย่างจัดไป หรือสามารถวิเคราะห์ได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ ระดับการใส่ปาเปนที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อรสชาติ และกลิ่น ลักษณะดังกล่าวเกิดจาก ในแต่ละตัวอย่าง ไม่มีการปรุงแต่งรสใดๆ นอกจากหมักปาเปนผงที่ปริมาณต่างๆ ในเนื้อจึงทำให้เนื้อมีรสจืด และไม่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสเกี่ยวกับรสชาติและกลิ่นจากกล้ามเนื้อ ที่ใช้ปาเปนผง (Crude papain) ในปริมาณต่างๆ

| กล้ามเนื้อ | รสชาติและกลิ่น ^V | | | | | |
|--------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | ปริมาณการใช้ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100 กรัม) | | | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| กล้ามเนื้อขา | 2.69 ⁿ | 2.86 ⁿ | 3.19 ⁿ | 2.58 ⁿ | 3.48 ⁿ | 2.72 ⁿ |

^V คะแนนรสชาติและกลิ่น เป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ชิม 10 คน โดย 5 = ชอบที่สุด 1 = ไม่ชอบเลย

ⁿ อักษรที่ต่างกันในบรรทัดเดียวกัน แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ความฉ่ำ

การใช้ปาเปนในกล้ามเนื้อ ในปริมาณ 0 30 60 90 120 และ 150 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม เมื่อทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสเกี่ยวกับความฉ่ำของเนื้อ พบว่า ได้ค่าการยอมรับ 2.7 3.1 2.9 2.4 3 และ 3.6 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (ตารางที่ 5) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าว คือ การใช้ปาเปนผงที่ปริมาณ 0 60 และ 90 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ทำให้เนื้อมีลักษณะที่แห้ง ส่วนการใช้ปาเปนผงในปริมาณ 30 และ 120 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม เนื้อที่ได้มีลักษณะที่แห้งปานกลาง และการใช้ปาเปนผงในปริมาณ 150 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ทำให้ได้เนื้อที่มีลักษณะฉ่ำมากกว่าทุกระดับ จากผลการทดลองดังกล่าวอาจเกิดจากเนื้อที่ได้รับความร้อนสูง ใน การหุงต้ม โปรตีนในเนื้อสัตว์จะเกิดการหดตัว น้ำในเนื้อชั้นนั้นก็จะถูกบีบออกมาด้วย ทำให้เนื้อแห้งและน้ำหนักเนื้อลดลง การสูญเสียน้ำจะมากขึ้น เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น แม้เนื้อชิ้นที่แช่อยู่ในน้ำก็สูญเสียน้ำได้เช่นกัน (อรวินท์ โทริก และคณะ, 2522 : 94 - 95) อีกทั้งในการทดลองได้ใช้ความร้อนสูง และใช้เวลานาน จึงทำให้เนื้อมีลักษณะค่อนข้างแห้งเกือบทุกตัวอย่าง และนอกจากที่กล่าวมา Hay, P.P. และคณะ (อ้างโดย จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, 2531 : 50) ยังพบว่าการใช้ปาเปนลงในเนื้อ ทำให้ความฉ่ำของเนื้อน้อยกว่าเนื้อที่ไม่ได้เติมปาเปน เมื่อใช้เวลาในการให้ความร้อนที่เท่ากัน แต่จากผลการทดลองค่าความฉ่ำที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ Hay, P.P. และคณะ กล่าวไว้ แต่กลับได้ค่าที่มีความแปรปรวน (ตารางที่ 5) สาเหตุดังกล่าวอาจเนื่องมาจาก การต้มเพื่อให้เนื้อสุกได้ใช้ระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการให้ความร้อนไม่เท่ากัน เพราะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการต้มให้คงที่ได้ จึงทำให้ระยะเวลาในการต้มไม่เท่ากัน ดังนั้นค่าความฉ่ำที่ได้จึงมีความแปรปรวนสูง และไม่เป็นไปตามทฤษฎีของ Hay, P.P. และคณะ

การยอมรับ

ความพอใจโดยสรุปในตัวอย่างกล้ามเนื้อขา พบว่าการใช้ปาเปนผง 120 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ให้ความพอใจโดยสรุปสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจาก ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5) การใช้ปาเปนผง 60 มิลลิกรัม ไม่แตกต่างกับเนื้อที่ไม่ได้ใส่ปาเปนผง และปริมาณที่ให้ความพอใจโดยสรุปน้อยที่สุด คือ ปริมาณการใช้ปาเปนผง 150 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ซึ่งสาเหตุเกิดจากปาเปนผงที่ใส่มีปริมาณมาก และไม่สามารถแทรกซึมเข้าสู่เนื้อภายใน จึงเกิดการย่อยเฉพาะภายนอกมากเกินไป จนทำให้ผิวหนังของชิ้นเนื้อเปื่อยยุ่ย และไม่มารับประทาน

ตารางที่ 5 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับความฉ่ำกล้ามเนื้อ ที่ใช้ปาเปนผง (Crude papain) ในปริมาณต่างๆ

| กล้ามเนื้อ | ความฉ่ำ ^u | | | | | |
|--------------|---|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | ปริมาณการใช้ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100 กรัม) | | | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| กล้ามเนื้อขา | 2.7 ⁿ | 3.1 ^{n,u} | 2.9 ⁿ | 2.4 ⁿ | 3 ^{n,u} | 3.6 ^u |

^u คะแนนความฉ่ำ เป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ชิม 10 คน โดย 5 = ฉ่ำที่สุด 1 = แห้งที่สุด

^{n,u} อักษรที่ต่างกันในบรรทัดเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางที่ 6 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสที่เกี่ยวกับการยอมรับกลิ่นเนื้อ ที่ใช้ปาเปนผง (Crude papain) ในปริมาณต่างๆ

| กลิ่นเนื้อ | ความยอมรับ ¹ | | | | | |
|--------------|---|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| | ปริมาณการใช้ปาเปนผง (มิลลิกรัม / เนื้อ 100 กรัม) | | | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| กลิ่นเนื้อขา | 3 ⁿ | 2.9 ⁿ | 3.1 ⁿ | 3 ⁿ | 3.2 ⁿ | 2.7 ⁿ |

¹ คะแนนการยอมรับ เป็นค่าเฉลี่ยจากผู้ชิม 10 คน โดย 5 = ชอบที่สุด 1 = ไม่ชอบเลย

ⁿ อักษรที่ต่างกันในบรรทัดเดียวกัน แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 น้ำยางมะละกอที่ได้จากการกรีดครั้งแรกมีปริมาณสูงสุด โดยให้ปริมาณ 4.42 กรัมต่อผล เมื่อนำไปทำแห้ง ให้ปริมาณผงปาเปนมากที่สุด คือ 19.8 กรัมต่อปริมาณน้ำยางมะละกอ 100 กรัม

5.1.2 การใช้ผงปาเปน (Crude papain) ที่ผลิตได้ในการย่อยเนื้อวัวโดยใช้กล้ามเนื้อส่วนขา พบว่า การใช้ปาเปนผงในปริมาณ 30 และ 90 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติด้านความนุ่ม รสชาติ กลิ่น และการยอมรับ ส่วนการใช้ผงปาเปนในปริมาณ 150 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้ผงปาเปน ในด้านความนุ่ม รสชาติ กลิ่น และการยอมรับ สำหรับการใส่ผงปาเปนในปริมาณ 120 มิลลิกรัม ต่อเนื้อ 100 กรัม ทำให้เนื้อ ตังกล่าวมีค่าความนุ่ม รสชาติ กลิ่น ความฉ่ำ และการยอมรับ โดยสรุปสูงกว่าการใช้ผงปาเปนในระดับอื่นๆ ($P \leq 0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งนี้มีความแปรปรวนสูง และผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี ดังนั้นถ้าจะทำการทดลองครั้งต่อไป ในการนำผงปาเปนไปย่อยเนื้อ ควรใช้วิธีการฉีดเอนไซม์เข้าไปในชิ้นเนื้อ ซึ่งจะช่วยให้เอนไซม์แทรกซึมได้ทั่วถึงและให้ผลการย่อยเนื้อดีว่าการทาที่ผิวหน้าของเนื้อ

บรรณานุกรม

- กองบรรณาธิการเฉพาะกิจฐานเกษตรกรรม. 2530. การปลูกมะละกอ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 55 น.
- จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์. 2531. การใช้ยางมะละกอและปาเปน เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อโคอายูมาก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 108 น.
- จรัญ จันทลักขณา. 2513. สถิติวิธีวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 125-162.
- จรัส นิมิตรพรชัย. 2534. การเตรียมผงทำให้เนื้อนุ่มโดยโปรตีนไฮโดลิกเอนไซม์ (ปาเปน) สกัดจากยางมะละกอ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 83 น.
- ทวีเกียรติ ลิมสวัสดี. 2527. มะละกอ. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 24-28 น.
- ทัศนีย์ วิฑูรชีรสานต์ . 2540. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเลย .35 –36 น.
- ประเทือง จุลละเอียด. 2533. การผลิตปาเปนจากยางมะละกอพันธุ์แขกดำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 74 น.
- ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. ม.ป.ป. การปลูกมะละกอ. นครปฐม : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .วิทยาเขตกำแพงแสน. 35 น.
- อุมาพร จันทศ. 2537. สถิติ. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.359 น.
- อัมพร ทองปลิว. 2534. การถ่ายลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารปาเปนในมะละกอสองพันธุ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 3 -51
- อรวินท์ โทระกี และคณะ. 2522. อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : บี.เอฟ.ไอ. จำกัด. 346 น.
- AOAC. 1980. Official Method of Analysis of the Association of official Analysis Chemists. 13 th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1018 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์สถิติของปริมาณน้ำยางมะละกอที่ได้จากการกรีดแต่ละครั้ง

| ANOVA | | | | |
|-----------|----|--------|-------|-----------|
| SOV | df | SS | MS | F |
| Treatment | 3 | 26.962 | 8.98 | 152.403** |
| Error | 12 | 0.708 | 0.059 | |

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของการใช้ผงปาเปน (crude papain) ในเนื้อวัว

| ANOVA | | | | | | | |
|---------------|-------|----|------|------|---------|--------|--|
| SOV | SS | df | MS | F | P-value | F crit | |
| Between Group | 23.70 | 5 | 4.74 | 4.76 | 0.01 | 3.11 | |
| Within Group | 11.95 | 12 | 0.99 | | | | |
| Total | 35.64 | 17 | 17 | | | | |

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าความนุ่มของการใช้ผงปาเปน (crude papain) ในเนื้อวัว

| ANOVA | | | | |
|--------|-------|----|------|-------|
| SOV | SS | df | MS | F |
| Sample | 15.38 | 5 | 3.08 | 12.50 |
| Judges | 2.36 | 9 | 0.27 | 1.07 |
| Error | 14.49 | 45 | 0.25 | |
| Total | 32.23 | 59 | | |

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติ รสชาติและกลิ่นของการใช้ผงปาเปน (crude papain) ในเนื้อวัว

ANOVA

| SOV | SS | df | MS | F |
|--------|-------|----|------|------|
| Sample | 2.59 | 5 | 0.52 | 0.78 |
| Judges | 0.61 | 9 | 0.07 | 0.10 |
| Error | 30.04 | 45 | 0.67 | |
| Total | 33.24 | 59 | | |

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าความฉ่ำของการใช้ผงปาเปน(crude papain)ในเนื้อวัว

ANOVA

| SOV | SS | df | MS | F |
|--------|-------|----|------|-------|
| Sample | 8.24 | 5 | 1.65 | 7.92 |
| Judges | 19.71 | 9 | 2.19 | 10.51 |
| Error | 9.35 | 45 | 0.21 | |
| Total | 37.3 | 59 | | |

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติ การยอมรับของการใช้ผงปาเปน (crude papain) ในเนื้อวัว

ANOVA

| SOV | SS | df | MS | F |
|--------|-------|----|------|------|
| Sample | 1.46 | 5 | 0.29 | 0.16 |
| Judges | 4.05 | 9 | 0.45 | 0.25 |
| Error | 79.69 | 45 | 1.77 | |
| Total | 85.2 | 59 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ การตรวจชิมเนื้อ

ผู้ชิม.....

วันที่.....

ชิมเนื้อตัวอย่าง แล้วเขียนระดับคะแนนที่ตรวจตามความรู้สึของท่านที่ได้รับจากการตรวจ
ชิมลงในช่องว่างต่างๆ ตามหมายเลขของเนื้อตัวอย่างนั้น

| ลักษณะต่างๆ | หมายเลขของเนื้อที่ทดสอบ | | | | |
|------------------|-------------------------|--|--|--|--|
| | | | | | |
| ความนุ่ม | | | | | |
| รสชาติ และ กลิ่น | | | | | |
| ความฉ่ำ | | | | | |
| การยอมรับ | | | | | |

ระดับคะแนน

| ความนุ่ม | รสชาติ และ กลิ่น | ความฉ่ำ | การยอมรับ |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| เหนียวที่สุด = 1 | ไม่ชอบเลย = 1 | แห้งที่สุด = 1 | ไม่ชอบเลย = 1 |
| เหนียว = 2 | ไม่ชอบ = 2 | แห้ง = 2 | ไม่ชอบ = 2 |
| ปานกลาง = 3 | เฉยๆ = 3 | ปานกลาง = 3 | เฉยๆ = 3 |
| นุ่ม = 4 | ชอบ = 4 | ฉ่ำ = 4 | ชอบ = 4 |
| นุ่มมาก = 5 | ชอบที่สุด = 5 | ฉ่ำที่สุด = 5 | ชอบที่สุด = 5 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้