16652

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เรื่อง

# สภาวะที่เหมาะสมต่อการทำมะละกอผงโดยคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปน

( The Suitable Conditions to Poder Papaya for remaining enzyme papain )

จัดทำโดย

นางสาว ดวงดาว จิตราพงษ์ รหัส 39044481

นางสาว เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์ รหัส 39044485

T096906

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. กิตติชัย บรรจง

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2543

ป พ.
ด 1718
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96906
วัน,เดือน,ปี.....- 3 JUN 2003

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ใบรับรองปัญหาพิเศษ**

**เรื่อง**

**สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะละกอผงเพื่อคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปน**

**โดย**

**นางสาว ดวงดาว จิตราพงษ์**
**นางสาว เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์**

**ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก**

..... ...../...../..... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

**ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร**

.....

( )

**หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร**

**วันที่** 19 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 2543

- 6 ก.ค. 2543
มพ
ว 171 ส
2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงดาว จิตราพงษ์ และ เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์ . 2543 . สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตมะละกอผงเพื่อคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปน (The Suitable Condition to produce papaya for retaining enzyme papaya) . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ กิตติชัย บรรจง . 25 หน้า .

---

## บทคัดย่อ

มะละกอ สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศและออกผลผลิตได้ตลอดปี ราคาของมะละกอดิบไม่สูงมากนัก การแปรรูปเป็นผงมะละกออบแห้งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับมะละกอดิบ และ สามารถเก็บรักษาได้นาน โดยยังคงคุณสมบัติของเอนไซม์ปาเปนที่ช่วยย่อยโปรตีนทำให้มีการนำมาใช้รับประทานช่วยย่อยอาหารและช่วยระบายท้องอ่อนๆ เมื่อศึกษาการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมงพบว่าให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปนสูงมากกว่าการใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงเนื่องจากเอนไซม์เสียสภาพที่อุณหภมิสูงนอกจากนี้ยังได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นเหมาะสมในการต้านการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษา

ส่วนสารเคมีที่ช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปนคือ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่ใช้พบว่า KMS ที่ 0.25%และ0.5%ให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปนมากกว่ามะละกอผงที่ไม่ผ่านการเติมสารเคมีถึงร้อยละ 18 และร้อยละ 45.

สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปนในมะละกอผงคือการเติมสารเคมี โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1% ร่วมกับ โพแทสเซียมซอร์เบต 0.1%โดยน้ำหนักลงไปผสมกับมะละกอดิบหั่นฝอย ทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (Carbinet Dryer)ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมงซึ่งมีการหมุนเวียนลมร้อนตลอดเวลาการอบแห้ง จากนั้นจึงบดให้มีขนาดอนุภาคเล็กสม่ำเสมอเป็นผงทำการบรรจุลงแคปซูลเพื่อสะดวกในการรับประทาน ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอผง เรื่อง กลิ่น สีและความชอบรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดวงดาว จิตราพงษ์ เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์ _____ _____

ลายเซ็นนักศึกษา ลายเซ็นอาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

รูปเล่มปัญหาพิเศษ และการนำเสนอในหัวข้อเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะละกอผงเพื่อคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปน สำเร็จลงได้ด้วยดี ดิฉันขอขอบพระคุณ อาจารย์กิตติชัย บรรจง, อาจารย์รุจิรา ตาปราบ และ อาจารย์ประมวล ศรีกาหลงที่ให้คำปรึกษา ข้อแนะนำมากมาย มอบความรู้แนวความคิดในการทำงาน อีกทั้งตรวจทานแก้ไขให้เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านจากใจจริง

ขอขอบคุณ เพื่อนในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหารทุกคนที่ให้กำลังใจ รับฟังปัญหาและให้คำปรึกษาที่ดี ขอบพระคุณคุณแม่ที่ให้เวลาและกำลังใจจนงานสำเร็จลุล่วงตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสุดท้ายของการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

นางสาว ดวงดาว จิตราพงษ์

นางสาว เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์

16 มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญภาพ | ช |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 2. การตรวจเอกสาร | 2 |
| 2.1 ลักษณะพื้นฐานของมะละกอ | 2 |
| 2.2 พันธุ์ของมะละกอในประเทศไทย | 2 |
| 2.3 ยางมะละกอ | 3 |
| 2.4 ประโยชน์ของเอนไซม์ปาเปน | 3 |
| 2.5 การแปรรูปมะละกอดิบ | 4 |
| 2.6 การแปรรูปมะละกอสุก | 4 |
| 2.7 สารเคมีที่ช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปน | 5 |
| 2.8 การทำแห้ง | 6 |
| 2.9 การตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของปาเปน | 7 |
| 3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 8 |
| 4. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง | 16 |
| 5. สรุปผลการทดลอง | 22 |
| เอกสารอ้างอิง | 24 |
| ภาคผนวก | |
| ก วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี | 26 |
| ข แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส | 33 |
| ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ | 34 |
| ง รูปแสดงอุปกรณ์ วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ | 36 |
| ประวัติผู้เขียน | 39 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1. | ผลการตรวจสอบกิจกรรมการทำงานเฉลี่ยของเอนไซม์ปาเปนเมื่ออบแห้งด้วยอุณหภูมิต่างๆ | 16 |
| 2. | ผลการตรวจสอบกิจกรรมการทำงานเฉลี่ยของเอนไซม์ปาเปนเมื่อใช้ความเข้มข้นของ KMS ที่แตกต่างกัน | 17 |
| 3. | ผลการเปรียบเทียบในการใช้สารเคมีสองตัวกับสาร KMS เพียงสารเดียวเพื่อช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ปาเปน | 18 |
| 4. | ผลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับน้ำหนักมะละกอที่เปลี่ยนไประหว่างอบแห้ง | 20 |
| 5. | ผลเปอร์เซนต์ความชื้น เปอร์เซนต์เยื่อใย เปอร์เซนต์เถ้า | 23 |
| 6. | ผลการวิเคราะห์ ANOVA เรื่องสีของผลิตภัณฑ์มะละกอผงที่เติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด | 34 |
| 7. | ผลการวิเคราะห์ ANOVA เรื่องกลิ่นของผลิตภัณฑ์มะละกอผงที่เติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด | 34 |
| 8. | ผลการวิเคราะห์ ANOVA เรื่องความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มะละกอผงที่เติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด | 35 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งกับปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ป่าเปน | 16 |
| 2. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร KMS กับกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ป่าเปน | 17 |
| 3. | กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบในการใช้สารเคมีสองตัวร่วมกับสาร KMS เพียงสารตัวเดียวเพื่อช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ป่าเปน | 18 |
| 4. | ผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสาร KMS 0.5% | 19 |
| 5. | ผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสาร KMS 0.1% ร่วมกัน Potassium sorbate 0.1% | 20 |
| 6. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลมะละกอที่เปลี่ยนไปที่เวลาต่างๆ | 21 |
| 7. | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียปริมาณความชื้นในช่วงเวลาต่างๆ | 21 |
| 8. | มะละกอดิบที่เตรียมก่อนการอบแห้ง เติมสาร KMS 0.5% | 36 |
| 9. | มะละกอดิบที่เตรียมก่อนการอบแห้ง เติมสาร KMS 0.1% ร่วมกับ Potassium sorbate 0.1% | 36 |
| 10. | ผลิตภัณฑ์มะละกอผงบรรจุแคปซูลเติมสาร KMS 0.5% | 37 |
| 11. | ผลิตภัณฑ์มะละกอผงบรรจุแคปซูลเติมสาร KMSร่วมกัน Potassium sorbate 0.1% | 37 |
| 12. | ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Cabinet dryer ) | 38 |
| 13. | เครื่อง Spectrophotometer | 38 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

ปาเปนเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการย่อยโปรตีน (Intracellular proteolytic Enzyme) สารชนิดนี้พบอยู่ในยางมะละกอของทุกส่วนของต้น ส่วนที่พบมากที่สุดก็คือในผลดิบของมะละกอ ในประเทศไทยมีแหล่งปลูกมะละกอมากมายอยู่หลายแหล่งสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศแต่ยังขาดการแปรรูปเพิ่มมูลค่าของผลิตผลนี้ การทำมะละกอผงจึงเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มมูลค่าของผลิตผลทางการเกษตรอีกทั้งเป็นการแก้ปัญหามะละกอที่จะใช้ผลิตยางปาเปนเพียงอย่างเดียวนั้น เมื่อผลถูกกรีดยางไปแล้วผิวที่ผลจะมีตำหนิไม่สวย เกิดความสูญเสียเนื่องจากการขาดผู้นำไปแปรรูปเป็นอย่างอื่น

ปัญหาพิเศษในหัวข้อนี้สร้างแนวทางที่จะแปรรูปมะละกอดิบให้เป็นอาหารเสริมสุขภาพให้ได้รับประโยชน์จากเนื้อของมะละกอรวมกับเอนไซม์ปาเปนที่เร่งปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสสารประเภทโปรตีนอยู่ได้ร่วมกัน ดังนั้นการศึกษาสารเคมีที่ช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปน, ปริมาณที่ใช้ของสารเคมีในระหว่างการเตรียมผลิตภัณฑ์รวมทั้งวิธีการผลิต,ปัจจัยในการอบแห้งเพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะละกอผงเพื่อคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปนให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพชนิดใหม่แก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2.
# การตรวจเอกสาร

## 2.1 ลักษณะพื้นฐานเกี่ยวกับมะละกอ

มะละกอเป็นพืชในวงศ์ CARICACEAE มีชื่อสามัญว่า Pawpaw,Papaya,Tree Melon ชื่อวิทยาศาสตร์Carica Papaya Linn. เป็นไม้ต้นเนื้ออ่อนไม่มีแก่น อายุสั้น ไม่ชอบขึ้นในที่ลุ่ม ถ้าน้ำแช่รากนาน 1-2 วันรากจะเน่าตาย ลักษณะต้นสูง 3-5เมตร มียางขาว

ใบออกที่ปลายยอดเป็นกระจุก ต้นมะละกอลำต้นกลวงเปราะหักง่าย ใบเดี่ยวรูปฝ่ามือเรียงสลับกันรอบต้น ก้านใบยาวกลวงสีของก้านใบเขียวอ่อนอมเหลือง แผ่นใบมีขนาดใหญ่ขอบใบหยักลึก

ดอกสีนวลเป็นดอกเดี่ยวหรือออก 2-3ดอก ในต้นเดียวกันมีทั้งดอกกระเทย ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย

ผล ผลมีลักษณะเป็นรูปกลมหรือกลมยาวรีผลอ่อนมีเปลือกสีเขียว เนื้อในเป็นสีขาวแต่พอผลแก่ หรือสุกเต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มเนื้ออ้อนนุ่ม ข้างในผลมีเมล็ด เป็นรูปลักษณะมีสีดำ

การขยายพันธุ์ เป็นพรรณไม้กลางแจ้งที่ต้องการน้ำค่อนข้างมากเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ด(วิทย์ ,2536)

## 2.2 พันธุ์ของมะละกอในประเทศไทย

- พันธุ์แขกดำ ซึ่งผลดิบมีเนื้อหวานกรอบ ผลสุกมีเนื้อสีส้มแดงเนื้อแข็งและรสหวานลำต้นแข็งแรง ต้นเตี้ยออกดอกติดผลเร็ว เปลือกสีเขียวแก่ ข้อแตกต่างจากพันธุ์ไทยอื่นๆนอกจากลักษณะผลคือมีใบหนากว่า เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุด(จิรวัฒน์,2531)
- พันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีผลค่อนข้างกลมเห็นเหลี่ยมชัด เนื้อสีเหลืองไม่ค่อยหวานแต่เนื้อผลเหนียวนิยมปลูกทำส้มตำ
- พันธุ์โกโก้ มีผลลักษณะค่อนข้างยาว บริเวณปลายผลบานออกเป็นตะโพก ผิวเกลี้ยงเป็นมันเนื้อแน่นหนาเมื่อสุกเนื้อสีแดงอมชมพูรสหวาน
- พันธุ์แขกนวลนิยมปลูกเพื่อการค้าผลจะเป็นรูปทรงกระบอกขนาดป่านกลาง ผิวของผลเป็นสีนวลเมื่อผลสุกเนื้อจะมีสีแดงส้ม นิยมปลูกเพื่อส่งโรงงานแปรรูป
- พันธุ์สายน้ำผึ้ง รูปร่างยาวแคบ หัวแหลมปลายแหลม เมื่อสุกเนื้อจะมีสีส้มปนเหลือง รสหวานแต่เนื้อไม่แน่น ค่อนข้างเละ เหมาะในการรับประทานสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พันธุ์ปากช่อง ผลขนาดเล็กถึงปานกลาง ผลกลม เนื้อมีสีส้มเมื่อสุก เนื้อหนามีความหวานกรอบสูง เนื้อไม่เละ ตรงตามความต้องการของตลาดสดต่างประเทศ เกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์เองได้

## 2.3 ยางมะละกอ

จะมีเอนไซม์ปาเปนที่มีคุณสมบัติในการไฮโดรไลซ์โปรตีน ปาเปนจัดเป็นเอนไซม์ในกลุ่มซัลไฮดริลโปรทิเอส เช่นเดียวกับ บรอมิเลนและฟีซิน สามารถเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโปรตีน เปปไทด์ อะไมด์ และเอสเทอร์ของกรดอะมิโน เช่น carbobenzexy-L-glutamic acid diamede และ acetyl-L-tyrosinamide [Huffiman D.L. 1967 ] จากการนำน้ำยางมะละกอมาศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของเอนไซม์ที่มีอยู่ทำให้ทราบว่ายังมีโปรทิเอสอื่นๆในน้ำยางมะละกอ คือ ไคโมปาเปนเอ (chymopapain A) ไคโมปาเปนบี (chymopapain B)และปาปายาเปปติเดสเอ (papaya pepitdase A)เอนไซม์เหล่านี้ล้วนมีสมบัติในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้เช่นเดียวกับปาเปน

ประเทศที่ผลิตปาเปนมากที่สุดคือ แซร์ (Zaire)ซึ่งในปี 1973สามารถผลิตได้สูงถึงร้อยละ59 ของปาเปนที่ผลิตได้ทั่วโลก นอกจากนี้มีประเทศที่ผลิตและส่งออกปริมาณปาเปนไม่มากนักคือ เคนยา , อิสราเอล,อินเดีย,ฟิลิปปินส์ เป็นต้น ส่วนประเทศที่สั่งซื้อปาเปนมาคือ สหรัฐอเมริกา,ญี่ปุ่น, อังกฤษ,เบลเยี่ยม ,ฝรั่งเศส ฯลฯ[G.Flynn 1975]

## 2.4 ประโยชน์ของปาเปน

ปาเปนเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติการใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารจึงไม่เป็นพิษต่อสุขภาพเหมือนกับการใช้สารเคมีตัวอื่นๆ

- อุตสาหรรมผลิตภัณฑ์เบียร์และเครื่องดื่มอื่นๆ โดยใช้ปาเปนเป็นตัวทำให้เบียร์ใส เพราะปาเปนจะช่วยละลายโปรตีนที่อยู่ในเบียร์ ไม่ขุ่นเมื่อเก็บไว้นานหรือที่อุณหภูมิต่ำ(วินิจ, 2529)
- ในการผลิตเนื้อสัตว์ นิยมใช้สารละลายปาเปนฉีดเข้ากล้ามเนื้อของสัตว์ทันทีก่อนนำไปฆ่า ซึ่งเชื่อว่าปาเปนจะเข้าไปในระบบเลือดของสัตว์และแผ่ไปยังกล้ามเนื้อตลอดจนเนื้อเยื่อต่างๆ ของสัตว์ ทำให้เนื้อชำแหละของสัตว์นั้นนุ่มเปื่อยเมื่อนำมาประกอบอาหาร นอกจากนี้ยังทำปาเปนเป็นผงโรย โดยผสมรวมกับพวกผงปรุงรสหรือเครื่องเทศสำหรับคลุกเคล้ากับเนื้อสัตว์ที่เนียว(จิรวัฒน์ ,2531)
- อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง
- โรงงานฟอกหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ ใช้ปาเปนทำเป็นยาเม็ดรับประทานเพื่อช่วยย่อยอาหารในคนไข้ที่เป็นโรคอาหารไม่ย่อยหรือกระเพาะอาหารอักเสบ ใช้ทำให้เลือดหยุดไหลและสามารถฆ่าพยาธิในลำไส้ได้อีกด้วย
- อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ
- อุตสาหกรรมทอผ้า โดยใช้เป็นสารฟอกไหมให้หมดเมือก
- รักษาหูดให้หูดหลุด รักษาขี้กลากและแผลที่แมงป่องต่อยได้

## 2.5 การแปรรูปมะละกอดิบ

ส่วนมากจะรับประทานเป็นอาหารประจำวัน ยังสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องได้หลายชนิด เช่นทำมะละกอดอง ซึ่งจะดองทั้งผล ครึ่งผลหรือหั่นเป็นชิ้นๆก็ได้ การดองมะละกอทั้งผลนั้นส่วนใหญ่เป็นการดองเพื่อเก็บไว้ผลิตซ็อสมะละกอเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตปลากระป๋อง ส่วนการดองที่หั่นชิ้นเล็กๆมักจะใช้ผสมกับผักดองอื่นๆ บรรจุกระป๋อง เช่นพวกผักกระป๋อง นอกจากนี้มะละกอดิบสามารถนำมาผลิตเป็นมะละกอเชื่อมผลิตเป็นอาหารว่างโดยผสมกับมะม่วง เช่นมะม่วงแช่อิ่ม มะละกอเชื่อมแห้งและมะละกอผงเป็นต้น

## 2.6 การแปรรูปมะละกอสุก

ผลมะละกอสุกเป็นผลไม้ที่มีรสหวานเย็นอร่อยและมีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามิน เกลือแร่ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงมากเช่น มีวิตามินเอสูงถึง 2,000-3,000 หน่วยสากล กรดแอสคอบิก 33-136 มิลลิกรัม ผลมะละกอสุกมีคุณสมบัติระบายแก้ท้องผูกได้ดี โดยส่วนมากจะเป็นของว่าง หรือส่วนผสมในสลัดผลไม้ เป็นเครื่องดื่ม ไวน์มะละกอ เครื่องปรุงไอศกรีมหรือทำมะละกอเชื่อม ในปัจจุบันได้มีการนำเอามะละกอสุกมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในการผลิตอาหารมาก โดยเฉพาะการทดแทนมะเขือเทศ เช่นในการการผลิตซอสมะเขือเทศซอสพริกและน้ำมะเขือเทศ ทั้งนี้เนื่องจากมะละกอมีราคาถูกตลอดจนมีสี กลิ่น รส แร่ธาตุต่างๆไม่แตกต่างจากมะเขือเทศ นอกจากนี้มะละกอสุกยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้กระป๋อง น้ำแยมและมะละกอผงได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 สารรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปน

### 2.7.1 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS)

<u>วิธีการใช้ในอุตสาหกรรม</u>

- ใช้ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกิดจากเอนไซม์ ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโนนั้นเกิดจาก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไปทำให้สารที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาอยู่ในรูปที่คงตัวขึ้น
- ใช้หยุดปฏิกิริยาต่างๆที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง
- ใช้เป็นวัตถุกันหืน โดยซัลไฟต์ในสารละลายจะถูกออกซิไดซ์จากอากาศเป็นซัลเฟต เป็นสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้หรือผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ซึ่งจะไปลดค่าแรงตึงของออกซิเจนในเนื้อเยื่ออาหาร(Dransfiled E. 1980)

การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้เป็นลักษณะการใช้ชั่วคราวและมักเติมในวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จแล้วไล่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกในขั้นตอนการให้ความร้อนดังนั้นการคงอยู่ของซัลไฟต์นั้นน้อยมาก (ไพบูลย์ ,2532)

การรักษาคุณภาพที่ต้องการในผลไม้อบแห้งนั้น พบว่าต้องใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณที่มากเกินพอ เพราะว่าปริมาณที่ต้องการใช้ไม่เพียงแต่จะใช้ป้องกันจุลินทรีย์ก็เท่านั้นแต่ยังต้องมีปริมาณที่สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงจากออกซิเดชั่น เอนไซม์และการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ตลอดจนการยับยั้งปฏิกิริยาที่จะทำให้เกิดการสูญเสียอื่นๆ

### 2.7.2 โพแทสเซียมซอร์เบต

<u>วิธีใช้ในอุตสาหกรรม</u>

- ป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อภายหลังระหว่างการเก็บ
- องค์ประกอบของกรดที่ไม่แตกตัวจะมีผลต่อจุลินทรีย์ เพราะว่าสารประกอบของส่วนที่ไม่แตกตัวจะเคลื่อนผ่านหน้าเนื้อเยื่อชนิดกึ่งยอมให้ผ่านของเซลล์จุลินทรีย์และไปทำให้เกิดผลยับยั้งการสร้างเอนไซม์ภายในเซลล์
- กรดซอร์บิกไปรวมตัวกับกลุ่ม-SHในเอนไซม์สร้างพันธะโควาเลนต์ขึ้นทำให้กลุ่ม- SHไม่มีปฏิกิริยา
- ได้อนุญาติใช้เป็นสารกันบูดในอาหารหลายชนิดทั่วทุกประเทศ ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่าง 0.1-0.2% และจะทำให้ได้ประสิทธิภาพของการใช้สูงสุดต้องใช้ค่า pH 6.5เหมาะสม อย่างไรก็ตามเนื่องจากกรดซอร์บิกไม่มีผลต่อต้านการเสื่อมเสียเนื่องจากออกซิเดชันหรือเอนไซม์จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำสารกันบูดชนิดต่างๆมาใช่ร่วมกันในทางปฏิบัตินิยมใช้กรดซอร์บิกร่วมกับการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารต่อต้านแบคทีเรีย (ไพบูลย์,2532)

## 2.8 กระบวนการทำแห้งอาหาร

คือกระบวนการลดปริมาณความชื้นในอาหารลงในระดับที่สามารถป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ เอนไซม์หรือปฏิกิริยาเคมี

### 2.8.1 หลักการพื้นฐานการทำแห้ง

สิ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการารอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารคือ น้ำที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทคือ (1) โมเลกุลน้ำที่ยึดกับไอออนิกกรุ๊ปได้แก่ กลุ่มคาร์บอนิลและอะมิโน (2)โมเลกุลน้ำยึดกับกลุ่มไฮดรอกซิล และเอไมด์ด้วยพันธะไฮโดรเจน (3)น้ำอิสระพบในช่องว่างอินเตอร์สทิเชียลซึ่งแรงพิลลารี้และองค์ประกอบที่ละลายอยู่ทำให้ความดันไอลดลงในระฟหว่างกระบวนการอบแห้งนั้น น้ำอิสระจะระเหยและกำจัดออกไปตอนแรก จากนั้นจะเป็นโมเลกุลที่ยึดด้วยพันธะไฮโดรเจน และสุดท้ายจะเป็นน้ำที่ยึดด้วยพันธะไอออนิกจากข้อมูลนี้สรุปได้ว่า พลังงานที่ต้องใช้ในการกำจัดความชื้นของน้ำแต่ละชนิดที่กล่าวมาแล้ว อาจจะใช้ปริมาณพลังงานที่แตกต่างกันในการกำจัดออกไป เนื่องจากความต้องการพลังงานในการกำจัดความชื้นแตกต่างกันตามผลิตภัณฑ์(รุ่งนภา,2535)

### 2.8.2 การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

การทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่อาหารทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร การใช้เครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์มในการเคลื่อนย้ายไอน้ำอกจากผิวอาหาร การถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดได้เร็วอาหารจึงแห้งได้เร็วขึ้น (คณาจารย์,2540)

**การถ่ายเทความร้อนและมวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธีคือ**

- การให้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ผ่านอาหารกระแสลมร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อนและเคลื่อนย้ายไอน้ำ การถ่ายเทความร้อนนี้เป็นแบบการพาความร้อน (Convection)
- การแผ่อาหารออกดเป็นชั้นบางๆ บนพื้นผิวที่ให้ความร้อน อาหารได้รับความร้อนแบบการนำความร้อน(Conduction)ทำให้ไอน้ำกระจายตัวออกไปสู่บรรยากาศเหนืออาหาร อาหารที่ร้อนจัดทำให้ไอน้ำกระจายตัวได้ดี อาหารจึงแห้งไรนเวลาสั้นๆอาจมีระบบดูดอากาศออกจากผิวอาหาร ซึ่งทำให้สามารถลดความชื้นได้ต่ำลงอีก
- การให้ความร้อนแก่อาหารในเครื่องอบด้วยการนำความร้อนหรือการแผ่รังสีร่วมกับการการดูดอากาศที่มีไอน้ำออกไปควบแน่นข้างนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิให้น้ำในอาหารเป็นของแข็งที่ระดับต่ำกว่าจุดร่วมสามสถานะ (triple point)แล้วให้พลังงานความร้อนหรือลดความดันลงอีกทำให้เกิดการระเหิด น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอโดยตรง วิธีการนี้เรียกว่าการทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (สมชาติ,2540)

## 2.9 การตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของปาเปน

ในการตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของปาเปน สามารถทำให้ได้หลายวิธี

1. ใช้เจลาตินเป็นสารตั้งต้น และย่อยที่อุณหภูมิ 50 °C 30 นาที โดยใช้ระดับความเข้มข้นต่างๆ วัดค่าออกมาในรูป P.A.F.[Proteolytioc Activity Factor] โดยเป็นอัตราส่วนของ 1,000 ต่อระดับความเข้มข้นที่ทำให้เจลาตินเป็นของเหลว
2. ใช้เคซีนเป็นสารตั้งต้น ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 40 °C 20 นาที และไตเตรดด้วย 0.1 นอร์มัลโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในแอลกอฮอล์ใช้ไทมอบทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ตามวิธี A.O.A.C. (1980)
1. ใช้ฮีโมโกลบินที่ทำให้เสียสภาพธรรมชาติแล้วเป็นสารตั้งต้น โดยบ่มที่อุณหภูมิ 40°C ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.5 เวลา 10 นาที แล้วหยุดปฏิกิริยาด้วย 4%กรดไตรคลอโรอะซิติก นำไปเหวี่ยงแยกตะกอน เพื่อนำสารละลายไปวัดปริมาณโอลิโกเปปไทดที่ได้จากการย่อยของปาเปนที่ค่าดูดกลืนแสง 277 นาโนเมตร(Miyada และ Tappel, 1956)
2. วิธีการของ Ortiz [1980] โดยใช้สารละลายปาเปนทำปฏิกิริยากับสารละลายเคซีนในซิเตรดบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ที่อุณหภูมิ 37°Cเป็นเวลา 10 นาทีแล้วหยุดปฏิกิริยาด้วยสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก กรองส่วนที่ตกตะกอนออกด้วยกระดาษกรอง นำส่วนสารละลายใสที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตร รายงานปฏิกิริยาการทำงานของปาเปนออกมาในรูป ไมโครโมลของไทโรซีน ต่อนาที ต่อมิลลิกรัม ของเอนไซม์( IU หรือ International unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

### 3.1.1. วัตถุดิบ

มะละกอดิบพันธุ์แขกดำ ขนาดยาวเรียว ล้างทำความสะอาดภายนอก จากนั้นทำการหั่นฝอยชิ้นยาวสม่ำเสมอด้วยมีดแสตนเลสทำการคลุกเคล้ามะละกอส่วนเปลือกและเนื้อให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

### 3.1.2. สารเคมี

3.1.2.1 Potassium metabisulphite [KMS]

3.1.2.2 Potussium sorbate

3.1.2.3 กรดไตรคลอโรอะซิติก

3.1.2.4 เคซีน

3.1.2.5 ซิสเตอีน

3.1.2.6 EDTA

3.1.2.7 Citric acid

3.1.2.8 Trisodium citrate

3.1.2.9 NaOH

3.1.2.10 HCl

## 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

3.2.1 เครื่องมือ

3.2.1.1เครื่องอบแห้งแบบถาด Cabinet dryerรุ่น BWS-3 ของ BWS

3.2.1.2เครื่อง Spectrophotometer

3.2.1.3เครื่องวัดสี(Chroma meter)ยี่ห้อ minolta รุ่น CR-30C

3.2.1.4เครื่องหมุนเหวี่ยง

3.2.1.5เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง.ยี่ห้อ Suntex รุ่น SP701

3.2.1.6Hot plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.7เครื่องบด ยี่ห้อ Munilex

3.2.1.8เครื่องชั่ง รุ่น AJ100 ของ Mettler

3.2.1.9ขวดปรับปริมาตร

3.2.1.10บีกเกอร์

3.2.1.11หลอดทดลอง

3.2.1.12Boat , ช้อนตักสาร

3.2.1.13ปิเปต , ลูกยาง

3.2.1.14กระบอกตวง

3.2.1.15เทอร์โมมิเตอร์

3.2.1.16หลอดเซนติฟิวส์

3.2.1.17กะละมังแสตนเลส

3.2.1.18มีดขูดมะละกอแสตนเลส, เขียง

3.2.1.19ถุงมือยาง

3.2.1.20เครื่องชั่งละเอียดรุ่น AJ100 ของ Mettler

3.2.1.21กรวยกรอง

3.2.1.22ขวดสีชา

3.2.1.23ตะแกรงแสตนเลส

## 3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 แผนการทดลองที่ 1 ศึกษาปัจจัยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งมะละกอ

3.3.2 แผนการทดลองที่ 2 ศึกษาปัจจัยปริมาณของสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่เติมลงในมะละกอให้ประสิทธิภาพในการรักษาความคงตัวเอนไซม์มากที่สุด

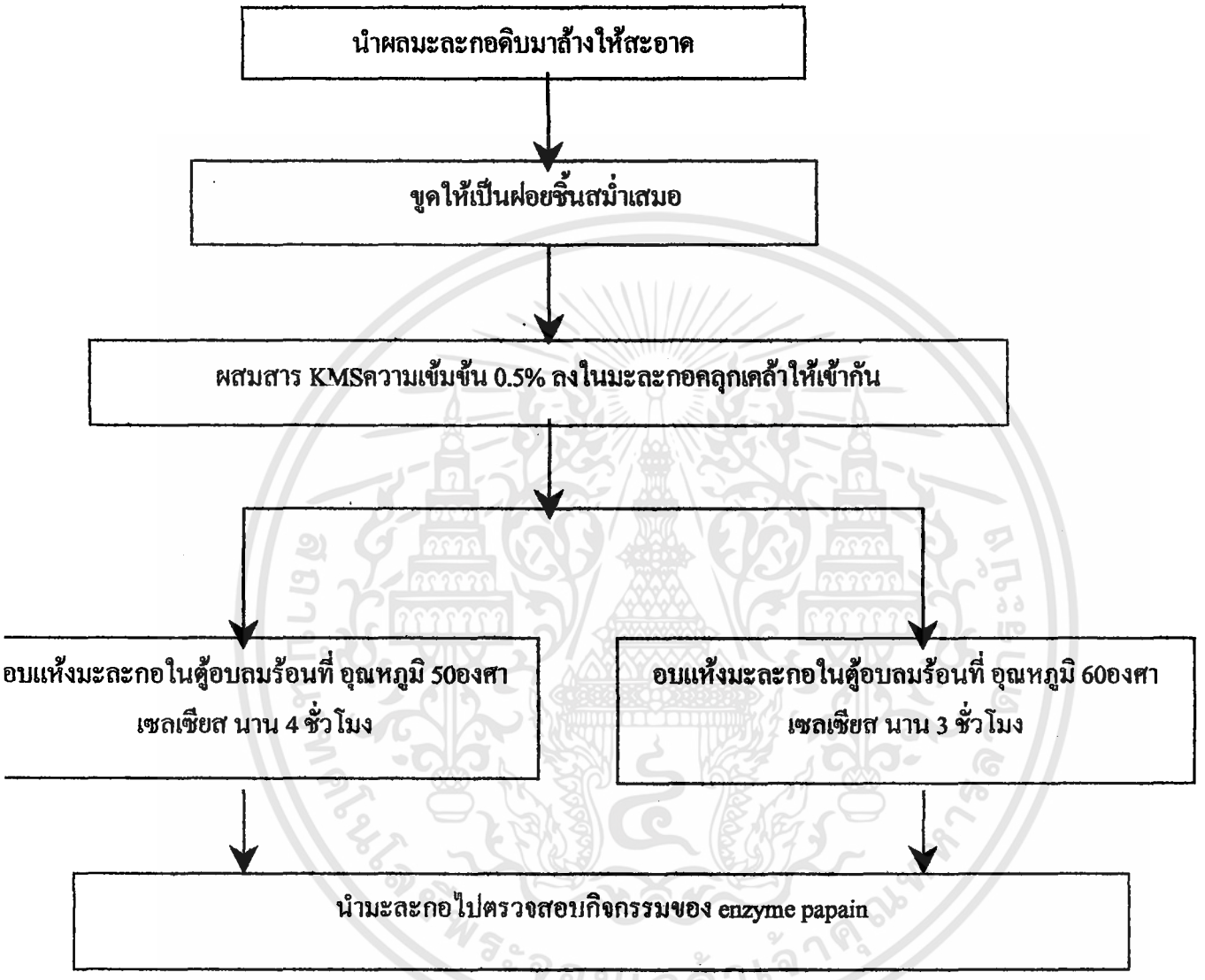
3.3.3 แผนการทดลองที่ 3 ศึกษาปัจจัยการใช้สารร่วมกันสองชนิดกับสารเคมีเพียงชนิดเดียวเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรักษาความคงตัวเอนไซม์

3.3.4 แผนการทดลองที่ 4 ศึกษาการตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน

3.3.5 แผนการทดลองที่ 5 ศึกษาการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Random Complete Block Design

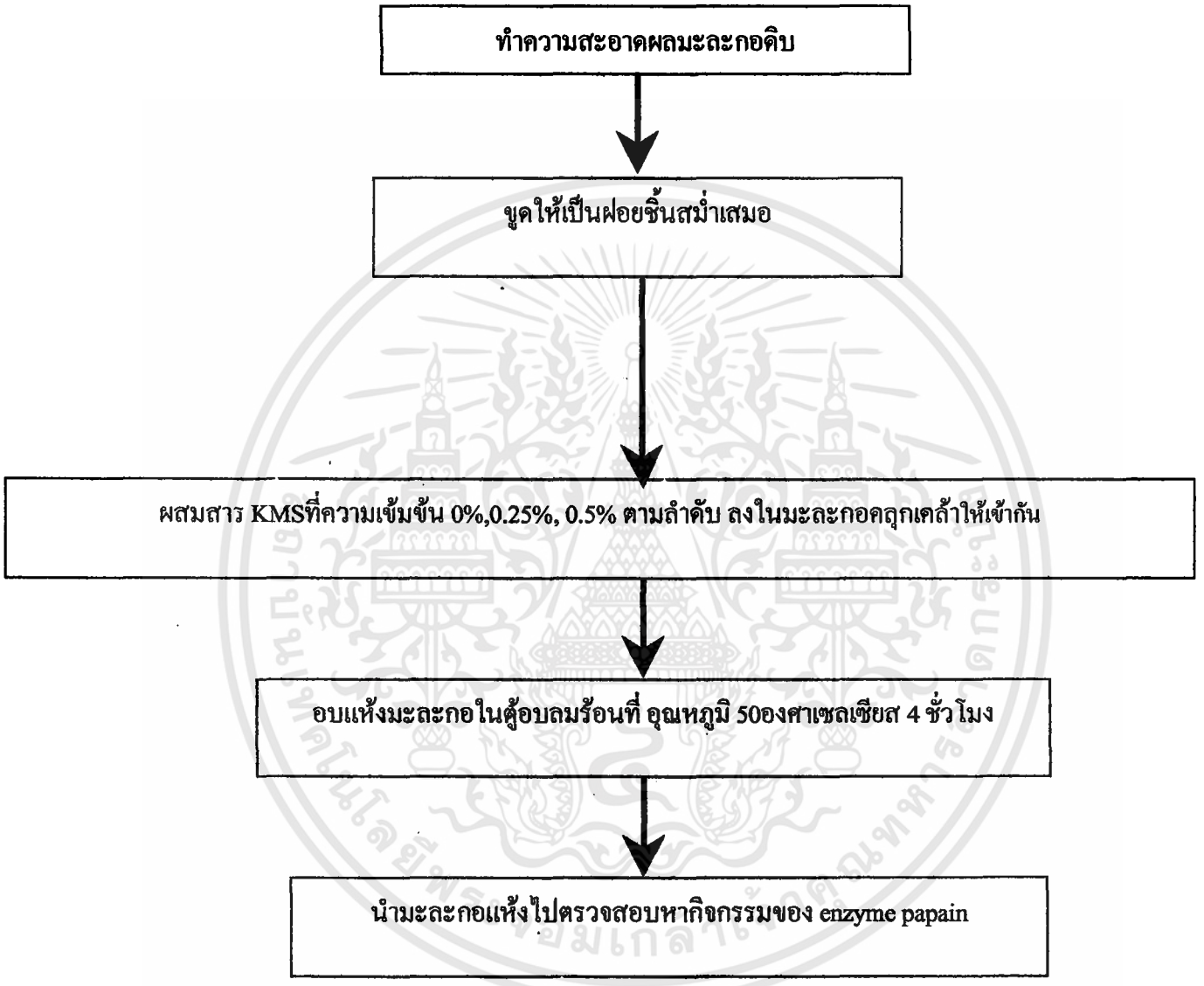
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แผนการทดลองที่ 1**



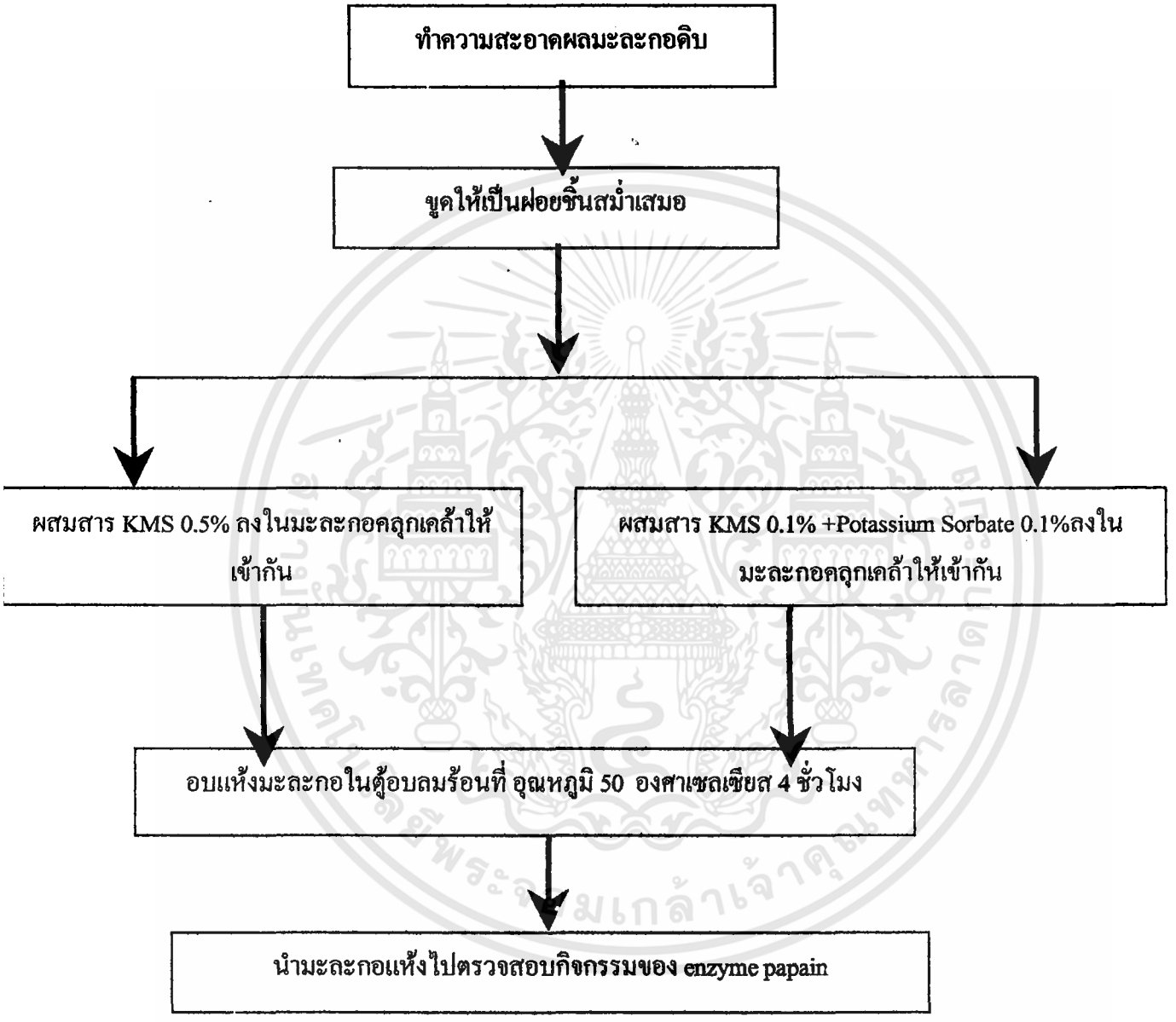

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แผนการทดลองที่2**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แผนการทดลองที่ 3**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แผนการทดลองที่ 4**

## การตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน โดยวิธีของOrtiz และคณะ (1980)

**สารเคมีที่ใช้**

1. สารละลายเคซีน ความเข้มข้นร้อยละ 1(w/v)

   สารละลายเคซีน (Hammerstein Casein) 1กรัม ใน 0.1 โมลาร์ซิเตรทบัฟเฟอร์ความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 6 ตั้งบนแท่นความร้อน โดยมีแท่งแม่เหล็กคนอยู่ตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 35-40*C เป็นเวลา 30 นาที จนเคซีนละลายหมด แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

2. สารละลายเจือจางเอนไซม์

   ประกอบด้วย 0.02 โมลาร์ ซีสเตอีน [cysteine] และ 0.04 โมลาร์ EDTA [ethylenediamine tetraacetate) ใน 0.1 โมลาร์ซิเตรทบัฟเฟอร์ ความเป็นกรด -ด่าง เท่ากับ 6.0

3. สารละลายที่ใช้ตกตะกอนโปรตีน

   ประกอบด้วย กรดไตรคลอโรอะซีติก (Trichloroacetic acid ) 1% ในน้ำกลั่น ( w/v)

**วิธีการทดลอง**

1. ละลายตะกอนที่ได้ด้วย activating solution ซึ่งประกอบด้วย 0.02M cysteine HCl และ 0.04M. EDTA ใน0.1M. citrate pH 6 จำนวน 4 $cm^3$ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่ 4*c
2. ปิเปตสารละลายที่ activate แล้ว 1 $cm^3$ incubate ด้วย 3 $cm^3$ของสารละลาย 1% casein ใน 0.1ใน 0.1M.citrate pH6 เป็นเวลา 10 นาที ที่37*c
3. หยุดปฏิกิริยาการย่อยสลาย casein ของปาเปนด้วย 1 $cm^3$ ของ 16% cold TCA ตั้งทิ้งไว้ในที่เย็น 30 นาที
4. เซนติฟิวส์ที่ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาทีนำส่วนใสไปวัด absorbanceที่ 280nm. แล้วเปรียบเทียบกับ sample blankของตะกอนที่สกัดได้โดยไม่ใส่ casein
5. ค่าดูดกลืนแสงที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ tyrosien จะทราบปฏิกิริยาของเอนไซม์รายงานออกในรูปหน่วย I.U. [Internationnal unit] หรือไมโครกรัมต่อนาทีต่อมิลลิกรัมปาเปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การหากราฟมาตรฐานของไทโรซีน**

เตรียมสารละลายไทโรซีนให้มีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาตรเซนติเมตรโดยละลายไทโรซีน 5 มิลลิกรัมในสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปรับปริมาตรเป็น100 $cm^3$ แล้วนำสารละลายมาเจือจางให้มีความเข้มข้นของไทโรซีนเป็น 10,20,30 และ40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ นำไปสู่การดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank เขียนกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของไทโรซีน จะได้กราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

**วิธีการคำนวน**

หน่วยของเอนไซม์ ( I.U.) หมายถึงปริมาณเปาเปนซึ่งไฮโดรไลส์ซับสเตรตแล้วได้ 1 ไมโครกรัมต่อนาทีตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม ที่อุณหภูมิ 37 * c ความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.0

$$I.U, = \frac{[E - Eo] \times c}{Es \times a \times b \times t}$$

E = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร เมื่อเอนไซม์ทำปฏิกิริยากับเคซีนเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 37* c

Eo = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร เมื่อหยัดปฏิกิริยาของเอนไซม์ก่อน จึงเติมสารเคซีน

Es = ค่าคงที่ที่วัดได้จากความชัน (slope) ของกราฟมาตรฐานไทโรซีน

a = น้ำหนักโมเลกุลของไทโรซีน

b = ความเข้มข้นของสารละลายเอนไซม์เริ่มต้น , มิลลิกรัม/ ลบ.ซม.

t = เวลา ,นาที

c = ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แผนการทดลอง ที่ 5**

**การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส**

โดยนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้นักศึกษาจำนวน 20 คนทำการทดสอบโดยกรอกแบบทดสอบ rcbd point Scoring Test ในด้าน สี กลิ่นและความชอบรวม จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Varience :ANOVA [Random Complete Block Design,rcbd] เลือกปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและอภิปรายการทดลอง

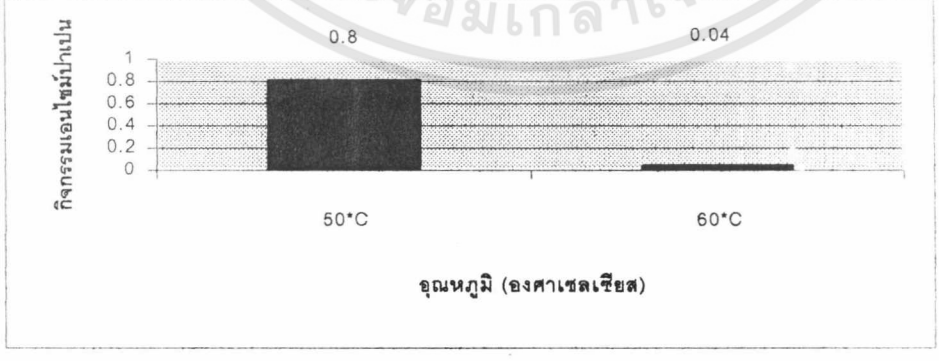
**4.1 ผลของปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน ปัจจัยการหาอุณหภูมิและเวลาที่ เหมาะสมในการอบแห้งมะละกอ**

**ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบกิจกรรมการทำงานเฉลี่ยของเอนไซม์ปาเปนเมื่ออบแห้งด้วยอุณหภูมิต่างๆ**

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบมะละกอ (50 °C) | กิจกรรมเอนไซม์ปาเปน* |
|---|---|
| 50 | 0.8a |
| 60 | 0.04b |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งกับปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีอย่างน้อยหนึ่งอุณหภูมิที่ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน กล่าวคือการใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเวลา 4 ชั่วโมงนั้นสามารถรักษาความคงตัวของเอนไซม์อยู่ได้มากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมง (ค่าปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปนมากกว่าอย่างชัดเจน)

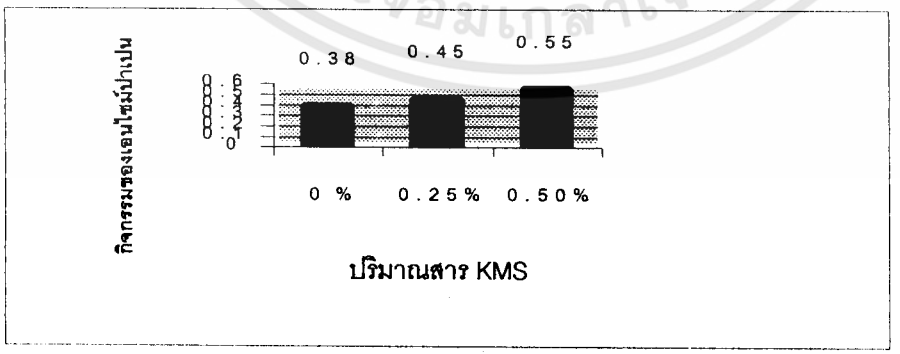
**4.2 ผลของปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน ปัจจัยการหาอุณหภูมิและเวลาที่ เหมาะสมในการอบแห้งมะละกอ**

**ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบกิจกรรมการทำงานของปาเปนเมื่อใช้ความเข้มข้นของ KMS ที่แตกต่างกัน**

| ความเข้มข้นของ KMS ในมะละกอ | กิจกรรมเอนไซม์ปาเปน* |
|---|---|
| 0% | 0.38abc |
| 0.25% | 0.45abc |
| 0.50% | 0.55abc |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร KMS กับกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปน**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96906

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ทั้งสามปริมาณมีความแตกต่างระหว่างกันทุกตัวและทำให้เกิดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ป่าเปนทุกปริมาณ

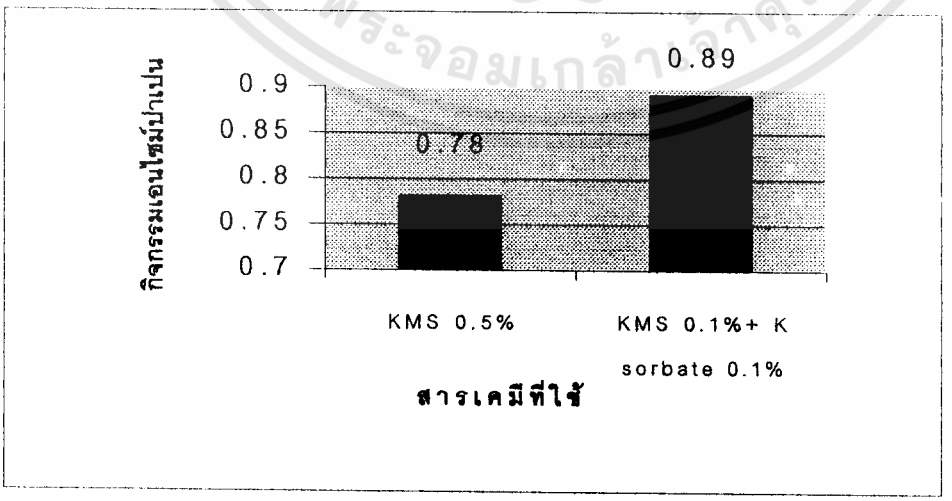
**4.3 ผลของปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ป่าเปน ปัจจัยการใช้สารเคมีตัวเดียวและการใช้สารเคมีสองตัวร่วมกัน**

**ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบในการใช้สารเคมี 2 ตัว กับ สาร KMS เพียงสารเดียวเพื่อช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ป่าเปน**

| สารเคมีที่ใช้ในการอบมะละกอ | กิจกรรมเอนไซม์ป่าเปน |
|---|---|
| KMS 0.5% | 0.78 |
| KMS 0.1% +Potussium sorbate0.1% | 0.89 |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ภาพที่ 3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบในการใช้สารเคมี 2 ตัว กับ สาร KMS เพียงสารเดียวเพื่อช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ป่าเปน**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยในการเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เพียงสารเดียวกับการเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ร่วมกับโพแทสเซียมซอร์เบตนั้นไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปน แต่การใช้สารสองตัวมีข้อดีกว่าที่ใช้ปริมาณสารเคมีลดลงและสามารถรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปนได้ดีเช่นเดียวกัน

4.4 ผลการวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์มะละกอผง

**ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1%ร่วมกับโพแทสเซียมซอร์เบท 0.1%**

จากภาพ พบว่าการเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์เพียงสารเดียวผลิตภัณฑ์จะมีสีขาวไม่คล้ำมากกว่าการใช้สารเคมีสองตัวร่วมกันในผลิตภัณฑ์มะละกอผง เนื่องจาก สาร KMS มีคุณสมบัติในการฟอกจางสีเมื่อใช้ปริมาณมากพอ

**4.5 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของมะละกอผงระหว่างการอบแห้ง**

**ตารางที่ 4 ผลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับน้ำหนักมะละกอที่เปลี่ยนไประหว่างอบแห้ง**

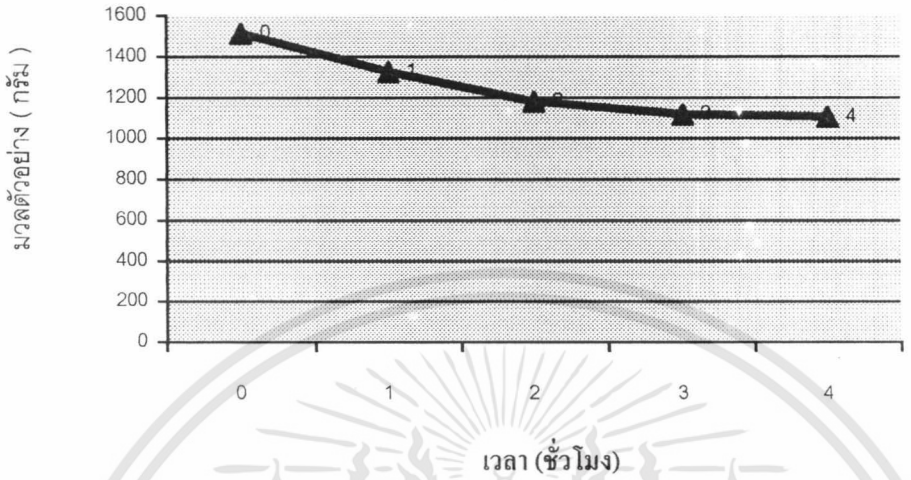
| เวลา (ช.ม.) | มวลตัวอย่าง(กรัม) | ปริมาณความชื้น (กรัม) | อัตราการสูญเสียความชื้น (กรัม/ชั่วโมง) |
|---|---|---|---|
| 0 | 1511.9 | - | - |
| 1 | 1326.1 | 185.8 | 185.8 |
| 2 | 1179.7 | 146.4 | 146.4 |
| 3 | 1118.3 | 61.4 | 64.1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

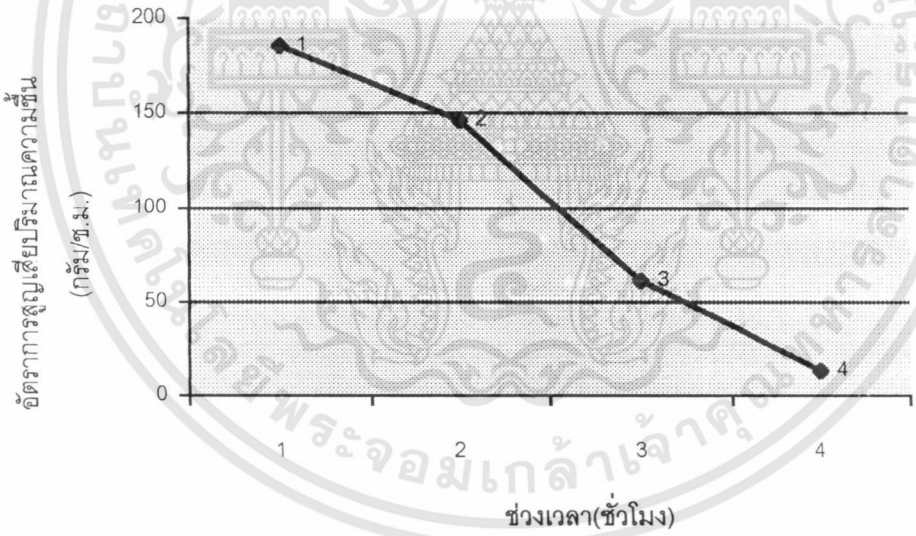
16652



**ภาพที่ 6** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลมะละกอที่เปลี่ยนไปในเวลาที่เวลาต่างๆ




**ภาพที่ 7** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียปริมาณความชื้นในช่วงเวลาต่างๆ




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

## สรุปผลการทดลอง

### 5.1 ผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพมะละกอผงที่รักษาปาเปน

จากการทดลองพบว่า การใช้อุณหภูมิในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ที่ 50 องศาเซลเซียสเวลา 4 ชั่วโมง ช่วยรักษาสภาพปาเปนในมะละกอผงให้ผลปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปนมากกว่า การใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากเอนไซม์เกิดการสูญเสียสภาพอย่างถาวรเมื่อได้รับความร้อนสูงเกินไป อุณหภูมิทั้งสองนี้ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปนที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### 5.2 ผลของปริมาณสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อคุณภาพมะละกอผง

การเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ร้อยละ 0.25และร้อยละ 0.5โดยน้ำหนักผสมคลุกเล้ากับมะละกอดิบหั่นฝอยชิ้นสม่ำเสมอก่อนการทำแห้ง เพื่อช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ปาเปนให้ผลปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปนมากกว่ามะละกอที่ไม่เติมสารเคมีถึงร้อยละ 18 และร้อยละ 45 การเตรียมมะละกอก่อนการอบแห้งทั้งที่ไม่เติมสารเคมีและเติมสารเคมีปริมาณ 0.25% ,0.5%นั้นทำให้เกิดความแตกต่างของกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ปริมาณร้อยละ 0.5มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ปริมาณร้อยละ 0.25. และมากกว่าไม่เติมสาร KMS

### 5.3 ผลของการใช้สารเคมีสองชนิดร่วมกันต่อคุณภาพมะละกอผง

การเติมสารเคมีโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ปริมาณ 0.1%และโพแทสเซียมซอร์เบต 0.1% ร่วมกันเติมผสมคลุกเล้ากับมะละกอดิบหั่นฝอยชิ้นสม่ำเสมอก่อนการทำแห้งจะช่วยรักษาความคงตัวของเอนไซม์ได้มากเทียบเท่ากับโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ปริมาณ 0.5 % ปัจจัยการใช้สารเคมีสารเดียวกันหรือการใช้สารเคมมีร่วมกันนั้นไม่ทำให้เกิดความแตกต่างของ กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ปาเปนที่ระดับนัยสำคัญ 95% ข้อดีคือใช้ปริมาณสารเคมีที่ลดลงและให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเป็นธรรมชาติมากกว่าเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ มีสมบัติเป็นสารกันบูด มีความเป็นพิษต่ำ สามารถยับยั้งการสูญเสียที่เกิดจากเอนไซม์และไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ในระหว่างการเตรียม กาเก็บรักษา และการกระจายผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล หรือผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ สารฟอกสีสามารถต้านการเสื่อมเสียอันเนื่องจากการออกซิเดชั่น หรือเอนไซม์ สารโพแทสเซียมซอร์เบตมีสมบัติต่อต้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ เป็นสารกันบูดที่ออกฤทธิ์ได้นาน

**5.4 ในการผลิตมะละกอผงด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส**

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสีและความชอบรวมของมะละกอที่เติมสารเคมี(ระดับความเข้มข้นต่างๆ)และไม่เติมสารเคมี พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**5.5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี**

**ตารางที่ 5 ผลเปอร์เซนต์ความชื้น ,เปอร์เซนต์เยื่อใยและเปอร์เซนต์เถ้า**

| สารเคมีที่ใช้ในการอบมะละกอ | การวิเคราะห์ทางเคมี | | |
|---|---|---|---|
| | %ความชื้น | %เยื่อใย | %เถ้า |
| KMS 0.5% | 9.6 | 18.36 | 91.63 |
| KMS 0.1% +Potussium sorbate0.1% | 11.02 | 21.47 | 94.62 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


AOAC. 1980. Official Method of Analysis of the Association of official Analytical Chemist. Washington D.C. : Association of official Analytical Chemist .

Dransfiled E. and D.Etherington. 1981. Enzyme and food processing. London : Applied science Publishing.

G.Flynn 1975. The market potential for papain. London : Tropical product institute.

Horwitz,W. 1975. Official Method of Analysis of the Association official Analytical Chemist. 12. Washington D.C. : Association offficial Analytical Chemist.

Huffiman D.L. 1967. "Effect of Antemortem injection of Sodium Chloride,papain and papain delivative on the terderness of beef." J.animal science. [26] : 285-293.

Krishnamurthy ,G.V. et.al. 1960. "Pilot plant studies on the preparation of crude papain for papaya" J.science of Food and Agriculture. [11] : 433-436

Ortiz A. et.al. 1980. "The storage and drying characteristic of papaya latex." J.Science Food Agriculure. 31 : 510-514

คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว. 2541. มหัศจรรย์ผัก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพ. : เท็กซ์แอนด์เจอนัล พับลิเคชั่น.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2536. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. 2. กรุงเทพฯ : สุริยบรรณ.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. กรุงเทพ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 1992. "Optimum strategies for drying papaya place." ASEAN-Food Journal Malaysia. 7[1] : 17-23.

วินิจ คำวิวัฒน์. 2529. "การเปรียบเทียบปริมาณปาเปนจากส่วนต่างๆของมะละกอ." ปัญหาพิเศษ ;มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร. กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์. 2531. "การใช้ยางมะละกอและปาเปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อโคอายุมาก." วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทือง จุลเอียด. 2523. "การผลิตปาเปนจากน้ำยางมะละกอพันธุ์แขกดำ." วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย เทพทานา. 2525. รายงานผลการวิจัยเรื่องอุตสาหกรรมเกษตรและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่นชนบท: กรณีอุตสาหกรรมผักผลไม้บรรจุกระป๋อง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 151 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.
# วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

## 6.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.A.C. 1990)

**อุปกรณ์**

1. Aluminium can
2. ช้อนตักสาร
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
4. ตู้อบ (Hot air oven)
5. Tong
6. Desiccator

**วิธีการทดลอง**

1. อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมงนำใส่ Desiccator ทิ้งไว้ 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝาให้ทราบน้ำหนักที่แน่นแน
3. เตรียมตัวอย่างแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อการหาความชื้น เช่น เมล็ดควรบดก่อน เมล็ดหรือธัญญพืชที่ชื้นเกินกว่าจะบดได้ควรอบเล็กน้อยในระยะเวลาสั้นๆ หรือที่เรียกว่า pre-drying จากนั้นจึงบดและนำไปหาความชื้นด้วยวิธีปกติ
4. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัมปิดฝาแล้วนำไปชั่งนน. ด้วยตาชั่งละเอียด
5. นำไปอบในตู้โดยเปิดฝา aluminum can ใช้อุณฆภูมิที่แตกต่างกัน เช่นตัวอย่างผลไม้อบที่อุณหภูมิ 70°C (16-18 ชั่วโมง) เมล็ดข้าวโพด ข้าวจ้าว ถั่วเหลือง บดและอบที่อุณหภูมิ 130 °C นาน 2ชั่วโมง
6. อาหารที่ประกอบด้วยสารเคมีชนิด volatide หรือที่มีน้ำตาลประกอบอยู่มากมีน้ำหนักไม่ค่อยคงที่ ควรอบที่อุณหภูมิ 55°C นาน 4 วันแทน
7. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminum can นำมาทำให้เย็นใน desicator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6.2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า**

**อุปกรณ์**

1. Hot plate
2. Crucible
3. Tong
4. ถุงมือ
5. Hot air oven
6. Muffle furnace
7. ตาชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

**วิธีทดลอง**

1. ล้าง platinum หรือ crucible ทำให้แห้งก่อนเผาใน muff furnac นาน1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำมาชั่ง
2. ชั่งตัวอย่างใส่ใน crucible 3-5 กรัม
3. เผาตัวอย่างด้วย Hot plate ช้าๆ จนกระทั่งหมดควัน
4. นำไปอบใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาว
5. ชั่งน้ำหนักเถ้าด้วยเครื่องชั่งละเอียด คำนวนเปอร์เซนต์เถ้า

**การคำนวณ**

$$\text{เปอร์เซนต์เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนเผา - น้ำหนักหลังเผา}}{\text{น้ำหนักก่อนเผา}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.3 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารรวม

**อุปกรณ์**

1. digestion flask [500-700 ml]
2. boiling chip
3. condenser
4. Buchner funnel
5. กระดาษลิตมัส
6. ผ้ากรองลินินละเอียด
7. crusible
8. muffle furnace
9. desiccator
10. ตาชั่งละเอียด
11. Hot air oven
12. ช้อนตักสาร
13. บีกเกอร์
14. Hot plate
15. Tong
16. ถุงมือ

**สารเคมี**

1. 0.255 N กรดซัลฟูริค

เตรียมจากเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1% (ถ.พ. 1.84) จำนวน 69.3 มล. ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ถ้าใช้กรดซัลฟูริค 96% ใช้กรด 7.09 มล0 เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

2. 0.313 โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมจาก NAOH เกล็ด 1.25 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตร 100 มล.

ข้อแนะนำ ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการต้มใหม่ๆ และทำให้เย็นก่อนใช้ และควรมีความแน่ใจว่าสารละลายในข้อ 1 และ 2 มีความถูกต้อง

3. Sintered glass crusible

ที่ผ่านการล้างด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5% ตามด้วยการล้างด้วยน้ำร้อนก่อนล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริค ( 1: 3) ล้างด้วยน้ำร้อนอีกครั้งก่อนการทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600 -700 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก.เมื่อเย็นแล้วใส่ desicceator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10%เตรียมจาก $K_2SO_4$ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100มล.
5. เอธิลแอลกอฮอล 95%
6. ผ้ากรองลินินละเอียด [ 45 threads per inch ]

**วิธีการทดลอง**

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใน digestion flask ( 500 -700 มล.) ซึ่งเป็นขวดก้นกลมเติมกรดซัลฟูริคที่ผ่านการต้มเดือดแล้วจำนวน 200 มล. และ boiling chips 2-3 ชิ้น ก่อนนำ condenser มาประกอบตอนบน
2. นำไปต้มบนชุดย่อย crude fiber โดยให้สารละลายเดือดนาน 3 นาที ต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อมิให้ ตัวอย่าง เกาะผนังขวด
3. กรองการด้วยผ้ากรองบน Buchner funnel และใช้ ปั๊มช่วยในการกรอง
4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดกรด โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
5. เทกากกลับใน digestion flask เติมสารละลาย NAOH ที่ผ่าการต้มเดือด จำนวน 200 มล. ต้มส่วนผสมนาน 30 นาทีกรองทันทีและล้างด้วยน้ำเดือดจนหมดด่าง
6. ล้างการด้วยสารละลายโพทัสเซียมซัลเฟตร้อน
7. เทกากกลับไปใน digestion flask อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือด
8. เทกากใน digestion flask ผ่านไปใน Sintered glass crucible ล้างกากด้วยน้ำเดือด
9. ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์ จำนวน 30 มล.
10. อบ crusible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม. ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง
11. นำไปเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อขจัด volatile organic
12. นำ crucible มาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber (น.น. ข้อ 10-12)

**การคำนวณ**

$$\text{เปอร์เซนต์crude fiber} = \frac{\text{น้ำหนักcrude fiber}}{\text{น้ำหนัก.ตัวอย่าง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6.4 การตรวจสอบปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ปาเปน**

**อุปกรณ์**

1. PH meter
2. เครื่องเซนติฟิวส์
3. ขวดปรับปริมาตร
4. บีกเกอร์
5. หลอดทดลอง
6. Boat , ช้อนตักสาร
7. ปิเปต , ลูกยาง
8. กระบอกตวง
9. เทอร์โมมิเตอร์
10. หลอดเซนติฟิวส์
11. ถุงมือยาง
12. Blender
13. ตาชั่งละเอียด
14. กรวยกรอง
15. ขวดสีชา

**สารเคมี**

1.สารละลายเคซีน ความเข้มข้นร้อยละ 1(w/v)

สารละลายเคซีน (Hammerstein Casein) 1กรัม ใน 0.1 โมลาร์ซิเตรทบัฟเฟอร์ความเป็นกรด -ด่าง เท่ากับ 6 ตั้งบนแท่นความร้อน โดยมีแท่งแม่เหล็กคนอยู่ตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 35-40*C เป็นเวลา 30 นาที ขนเคซีนละลายหมด แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

2.สารละลายเจือจางเอนไซม์

ประกอบด้วย 0.02 โมลาร์ ซีสเตอีน [cysteine] และ 0.04 โมลาร์ EDTA ใน 0.1 โมลาร์ซิตรท บัฟเฟอร์ ความเป็นกรด -ด่าง เท่ากับ 6.0

3. สารละลายที่ใช้ตกตะกอนโปรตีน

ประกอบด้วย กรดไตรคลอโรอะซีติก (Trichloroacetic acid ) 1% ในน้ำกลั่น ( w/v)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วิธีการทดลองเตรียมเอนไซม์จากมะละกอออบแห้ง**

1. ชั่งเนื้อมะละกอที่อบแห้งแล้ว 200 กรัม แล้วนำมาปั่นโดยเติม 0.1M citrate buffer pH 6.0 400$cm^3$
2. กรองโดยใช้ผ้าขาวบางแล้วนำน้ำใสที่กรองแล้วมาเซนติฟิวส์ที่ 12,000 rpm , 4องศาเซลเซียส , 30นาที
3. ปิเปตส่วนใสที่ได้ 4 $cm^3$ มาตกตะกอนด้วย acetone และ ethanol 95% ด้วยอัตราส่วนของส่วนใส: acetone หรือ ethanol 95% เท่ากับ 1: 2 ที่อุณหภูมิ 4องศาเซลเซียส
4. เซนตริฟิวส์ที่ 5,000 rpm. , 4องศาเซลเซียส,10 นาที ตะกอนที่ได้จะนำมาหา activity ของปาเปน

**วิธีการทดลอง**

1. ละลายตะกอนที่ได้ด้วย activating solution ซึ่งประกอบด้วย 0.02M cysteine HCl และ 0.04M. EDTA ใน0.1M. citrate pH 6 จำนวน 4 $cm^3$ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่ 4องศาเซลเซียส ปิเปตสารละลายที่ activate แล้ว 1 $cm^3$ incubate ด้วย 3 $cm^3$ของสารละลาย 1% casein ใน 0.1 ใน 0.1M.citrate pH6 เป็นเวลา 10 นาที ที่37องศาเซลเซียส
2. หยุดปฏิกริยาการย่อยสลาย casein ของปาเปนด้วย 1 $cm^3$ ของ 16% cold TCA ตั้งทิ้งไว้ในที่เย็น 30 นาที
3. เซนติฟิวส์ที่ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาทีนำส่วนใสไปวัด absorbanceที่ 280nm. แล้วเปรียบเทียบกับ sample blankของตะกอนที่สกัดได้โดยไม่ใส่ casein

4 ค่าดูดกลืนแสงที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ tyrosien จะทราบ ปฏิกริยาของเอนไซม์รายงานออกในรูปหน่วย I.U. [Internationnal unit] หรือไมโครกรัมต่อนาทีต่อมิลลิกรัมปาเปน

**หมายเหตุ : ในการทดลองของปัญหาพิเศษนี้สรุปผลการทดลองที่ข้อ 4 เปรียบเทียบกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ที่ไฮโดรไลส์เคซีนกับเอนไซม์ที่ไม่ไฮโดรไลส์เคซีนเท่านั้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่มีวิธีการตรวจสอบการทำงานของปาเปนที่แน่ชัด**

**การหากราฟมาตรฐานของไทโรซีน**

เตรียมสารละลายไทโรซีนให้มีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาตรเซนติเมตร โดยละลายไทโรซีน 5 มิลลิกรัมในสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปรับปริมาตรเป็น100 $cm^3$ แลวนำสารละลายมาเจือจางให้มีความเข้มข้นของไทโรซีนเป็น 10,20,30 และ40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ นำไปสู่การดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำกลั่นเป็น blank เขียนกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของไทโรซีน จะได้กราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

**วิธีการคำนวน**

หน่วยของเอนไซม์ ( I.U.) หมายถึงปริมาณปาเปนซึ่งไฮโดรไลส์ซับสเตรตแล้วได้ 1 ไมโครกรัมต่อนาทีตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.0

$$I.U, = \frac{[E - Eo] \times c}{Es \times a \times b \times t}$$

E = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร เมื่อเอนไซม์ทำปฏิกริยากับเคซีนเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียส

Eo = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่ช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร เมื่อหยุดปฏิกริยาของเอนไซม์ก่อน จึงเติมสารเคซีน

Es = ค่าคงที่ที่วัดได้จากความชัน (slope) ของกราฟมาตรฐานไทโรซีน

a = น้ำหนักโมเลกุลของไทโรซีน

b = ความเข้มข้นของสารละลายเอนไซม์เริ่มต้น , มิลลิกรัม/ ลบ.ซม.

t = เวลา ,นาที

c = ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข
## แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

แบบทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาผลของการวิะการใช้สารเคมีชนิด,ปริมาณต่างๆกับวิธีที่ไม่เติมสารเคมีในมะละกอผง

ผลิตภัณฑ์ มะละกอผงเพื่อคงไว้ซึ่งเอนไซม์ปาเปน

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....

คำแนะนำ ควรทดสอบตัวอย่างทั้งหมดทุกตัวก่อนการให้คะแนน

ระดับคะแนน
5 ความชอบมากที่ที่สุด
4 ชอบมาก
3 ชอบปานกลาง
2 ไม่ชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด

| ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง | 119 | 125 | 131 | 142 | 157 |
|---|---|---|---|---|---|
| สี | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| กลิ่น | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ความชอบรวม | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค
# ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

## 1. ผลการตรวจทางประสาทสัมผัส ด้าน กลิ่น สี และ ความชอบรวมของมะละกอที่เติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด

**ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ ANOVA เรื่องสีของผลิตภัณฑ์มะละกอผงที่เติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด**

| | Experimental Method | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| ENZMainEffects (Combined) | 20.400 | 20 | 1.020 | 1.250 | .315 |
| Treat | 2.500 | 1 | 2.500 | 3.065 | .096 |
| Block | 17.900 | 19 | .942 | 1.155 | .378 |
| Model | 20.400 | 20 | 1.020 | 1.250 | .315 |
| Residual | 15.500 | 19 | .813 | | |
| Total | 35.900 | 39 | .921 | | |

**ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ ANOVA เรื่องกลิ่นของผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด**

| | Experimental Method | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| ENZMainEffects (Combined) | 23.000 | 20 | 1.150 | 1.357 | .255 |
| Treat | 4.900 | 1 | 4.900 | 5.783 | .027 |
| Block | 18.100 | 19 | .953 | 1.124 | .401 |
| Model | 23.000 | 20 | 1.150 | 1.357 | .255 |
| Residual | 16.100 | 19 | .847 | | |
| Total | 39.100 | 39 | 1.003 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 8 ผลการวิเตราะห์ ANOVA เรื่องความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มะละกอผงเติมสารตัวเดียวและเติมสารร่วมกันสองชนิด**

| | Experimental Method | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| ENZMainEffects (Combined) | 22.500 | 20 | 1.125 | 1.157 | .377 |
| Treat | 2.025 | 1 | 2.025 | 2.083 | .165 |
| Block | 20.475 | 19 | 1.078 | 1.108 | .413 |
| Model | 22.500 | 20 | 1.125 | 1.157 | .377 |
| Residual | 18.475 | 19 | .972 | | |
| Total | 40.975 | 39 | 1.051 | | |

**ข้อเสนอแนะ**

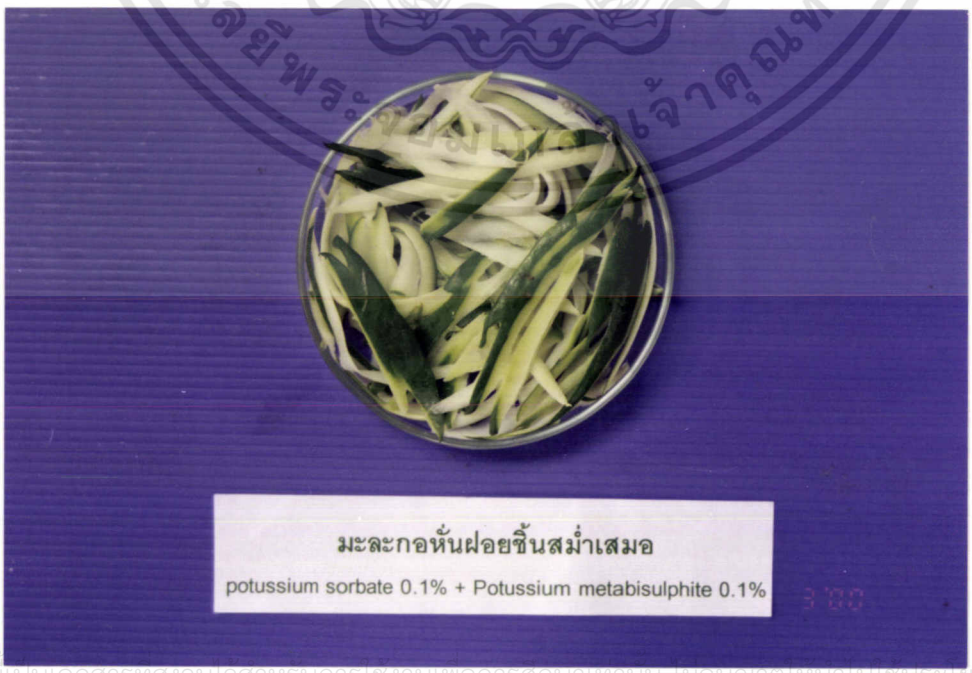
1. ในการผลิตเป็นอุตสาหกรรมควรทำการวัดค่าความแก่อ่อนของมะละกอก่อนการอบแห้ง
2. ควรนำผลิตภัณฑ์มะละกอผงทดสอบทางคลีนิคถึงประสิทธภาพในการย่อยอาหาร ขนาดรับประทาน และ ต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ง
# รูปแสดงอุปกรณ์ วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

**ภาพที่ 8 มะละกอดิบที่เตรียมก่อนการอบแห้ง เติมสาร KMS 0.5%**

**ภาพที่ 9 มะละกอดิบที่เตรียมก่อนการอบแห้ง เติมสาร KMS 0.1% ร่วมกับ Potassium sorbate 0.1%**



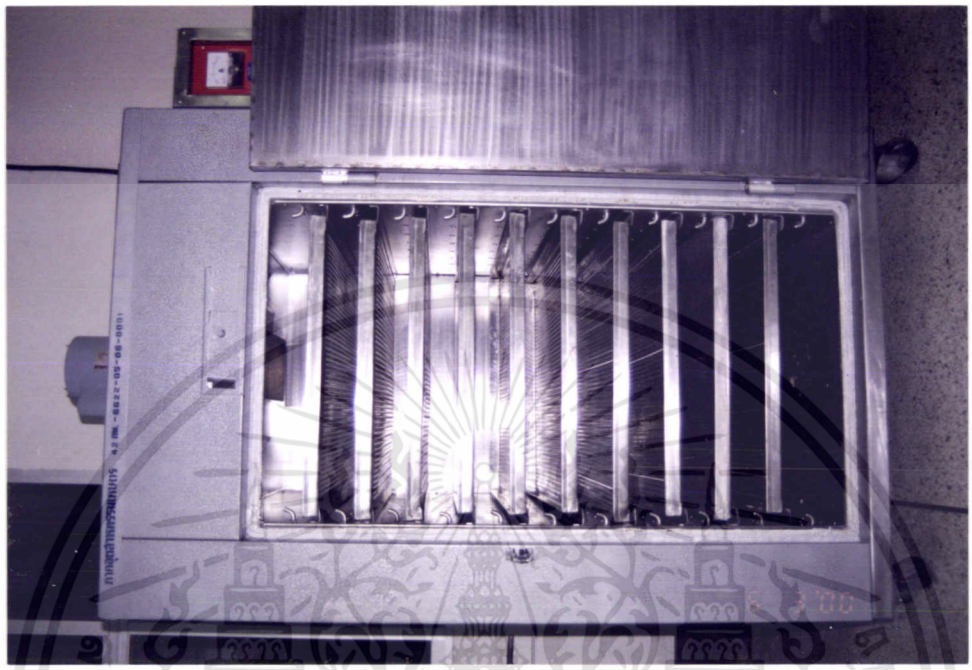

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์มะละกอผงบรรจุแคปซูลเติมสาร KMS 0.5%

ภาพที่ 11 ผลิตภัณฑ์มะละกอผงบรรจุแคปซูลเติมสาร KMS 0.1%ร่วมกับ Potassium Sorbate 0.1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Cabinet dryer)



ภาพที่ 13 เครื่อง Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นางสาว ดวงดาว จิตราพงษ์ อายุ 22 ปีเป็นคนอำเภอลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯสำเร็จการ ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายที่โรงเรียนพรตพิทยพยัต สำเร็จการ ศึกษาระดับอุดมศึกษาที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาว เพ็ชรินทร์ พุทธิพงษ์ อายุ 22 ปี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้