# ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อคุณภาพเฉาก๊วย

( Effect of hydrocolloid on quality of mesona chinensis gel )


โดย

นายถาวร เผด็จสุวันนุกูล

นายบุญศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Agricultural Industry

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Ladkrabang
Bangkok 10520 Thailand



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1159

15446

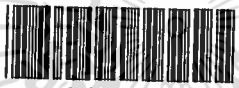
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

## ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อคุณภาพเฉาก๊วย

## ( Effect of hydrocolloid on quality of mesona chinensis gel )



T096770

ปพ.
ถ331ผ
2541

โดย

นายถาวร เผด็จสุวันนุกูล

นายบุญศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 96770

วัน,เดือน,ปี - 4 JUN 2003

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... ...../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

- 7 ก.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ331ผ
2541

ถาวร เผด็จสุวันนุกูล และ บุญศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย . 2541. : ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อคุณภาพเฉาก๊วย (EFFECT OF HYDROCOLLOID ON QUALITY OF MESONA CHINENSIS GEL). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ยุพร พืชกมุทร.

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการสกัด สารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้ง (Mesona chinensis Benth.) จากประเทศจีน โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำแป้งชนิดต่าง ๆ มาผลิตเฉาก๊วย รวมทั้งศึกษาผลของ Agar, Carrageenans , Xanthan Gum และ Gelatin ต่อคุณภาพของเจลเฉาก๊วย โดยต้มเฉาก๊วยแห้งทั้งต้น ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ปริมาณร้อยละ 0 และ 0.2 ของน้ำทั้งหมด เป็นเวลา 1 , 2 , 3 และ 4 ชั่วโมง นำน้ำที่ได้จากการสกัด มาวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 480 nm ศึกษาการดูดกลืนแสง ผลการวิจัยพบว่า ค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุด ของน้ำเฉาก๊วยเท่ากับ 0.1007 A เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณร้อยละ 0.2 ต้มเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำแป้งมาผลิตเฉาก๊วย พบว่าแป้งมันสำปะหลังทำให้เกิดเจลได้ดีที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้แป้งสาคู , แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวโพด ซึ่งเจลที่ได้มีลักษณะแข็งเหนียว ผิวเรียบ สีดำเป็นมันวาว มีความหยุ่นตัวสูง การศึกษาผลของ Agar , Carrageenans Xanthan Gum และ Gelatin พบว่า มีเพียง Gelatin และAgar ร้อย 2 เมื่อใช้ร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5.7 สามารถทำให้เกิดการฟอร์มเจลได้ดี เจลเฉาก๊วยที่ได้มีลักษณะ สีดำเป็นมันวาว คงรูปได้ดี เนื้อเจลนุ่ม เหนียว ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เจลเฉาก๊วยที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ปริมาณความเข้มข้นของ Agar และ Gelatin ในช่วงร้อยละ 1-2 ค่าแรงกดสูงสุด (Maximum force) ของเฉาก๊วยในกรณีที่ใช้ Agar จะแปรผันตรงกับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นแต่ในกรณีที่ใช้ gelatin จะมีค่าแรงกดจะสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 หลังจากนั้นค่าแรงกดจะลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

| ลายมือชื่อนักศึกษา | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา | วัน / เดือน / ปี |
|---|---|---|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลคุณภาพเฉาก๊วย สำเร็จด้วยดีด้วยการอนุเคราะห์หลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งขอขอบพระคุณไว้ในโอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษสำหรับความเมตตา ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งคำแนะนำต่าง ๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง และ อ.ระจิตร กรรมการปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และสุดท้ายขอขอบคุณกำลังใจที่มีให้กันจากเพื่อน ๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรโดยเฉพาะคุณพรพรรณ เสรีเจริญสถิตย์ ที่คอยให้กำลังใจอยู่เคียงข้างตลอดมา ที่ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้ พอมีประโยชน์สำหรับผู้อ่านบ้าง ขอยกความดีนี้ให้แก่บิดา มารดา ครูอาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ให้การศึกษา และความหวังดีตลอดมา

ถาวร เผด็จสุวันนุกูล

บุญศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย

กุมภาพันธ์ 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| บทที่ 1 | |
| คำนำ | 1 |
| บทที่ 2 | |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| บทที่ 3 | |
| วารสารปริทัศน์ | 3 |
| บทที่ 4 | |
| อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง | 14 |
| บทที่ 5 | |
| ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง | 22 |
| บทที่ 6 | |
| สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ | 28 |
| เอกสารอ้างอิง | 30 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก | 32 |
| ภาคผนวก ข | 33 |
| ภาคผนวก ค | 35 |
| ภาคผนวก ง | 37 |
| ประวัติผู้เขียน | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 1 ผลของเวลา และสารโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเฉาก๊วย | 23 |
| 2 ผลการศึกษาแป้งที่เหมาะสมในการทำให้เกิดเจลในเฉาก๊วย | 24 |
| 3 แสดงผลของ Agar,Carrageenans,Xanthan Gum และ Gelatin ที่มีต่อเจลเฉาก๊วยที่ได้ | 25 |
| 4 ผลการทดสอบความแตกต่างความชอบรวมเมื่อใช้ Agar และ Gelatin ในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน | 27 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | หน้า |
|---|---|
| 1 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความชอบรวมของเฉาก๊วย ที่ผสม Gelatin | 36 |
| 2 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความชอบรวมของเฉาก๊วยที่ใช้ Agar | 36 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเฉาก๊วย | 16 |
| 2 ขั้นตอนแสดงการผลิตเฉาก๊วย | 17 |
| 3 ขั้นตอนแสดงการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ในการผลิตเฉาก๊วย | 18 |
| 4 ขั้นตอนการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์+ แป้งในการผลิตเฉาก๊วย | 19 |
| 5 ขั้นตอนแสดงการเติม Agar และ Gelatin + แป้งในน้ำเฉาก๊วย | 20 |
| 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับแรงกดสูงสุดของการใช้สาร $Na_2CO_3$ ที่ระดับ 0.2 % และ 0 %ในการสกัดสารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้ง | 23 |
| 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของสารไฮโดรคอลลอยด์(Agar และ Gelatin) กับแรงกดสูงสุด | 26 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 1 ตัวอย่างต้นเฉาก๊วยแห้งตราไก่ | 37 |
| 2 ตัวอย่างพิมพ์ใส่เฉาก๊วย | 37 |
| 3 ตัวอย่างเฉาก๊วย จากน้ำสกัดเฉาก๊วย ที่เวลา ๓ ชั่วโมง (ใช้ $Na_2CO_3$ในการสกัด) | 38 |
| 4 ตัวอย่างเฉาก๊วยที่ใช้แป้งต่างชนิดกัน | 38 |
| 5 ตัวอย่างเจลเฉาก๊วยที่เติม Agar และ Gelatin | 39 |
| 6 เครื่องวัด Texture | 39 |
| 7 Spectrophotometer | 40 |
| 8 กราฟแสดงความแข็งของเจลเฉาก๊วยที่วัดด้วยเครื่อง Stable Micro Systems | 41 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# คำนำ

ในปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยได้สั่งซื้อต้นเฉาก๊วยแห้งจากประเทศจีน เป็นจำนวนมากหลายสิบล้านบาท (เกรียงไกร,2531) ทั้ง ๆ ที่ทางภาครัฐบาล และเอกชนได้นำพันธุ์จากไต้หวันเข้ามาปลูกในประเทศไทยแล้ว (ชวลิต,2526; นิรนาม,2526; เกรียงไกร,2531) เนื่องจากปริมาณที่ผลิตได้ไม่เพียงพอสำหรับการบริโภค แสดงให้เห็นว่า คนไทยบริโภคผลิตภัณฑ์จากต้นเฉาก๊วยกันมาก ต้นเฉาก๊วยที่นำเข้ามาจะบริโภคในรูปของเฉาก๊วยแข็งใส่น้ำเชื่อม โดยนำมาสกัดด้วยสารละลายด่างแล้วทำให้แข็งด้วยการใส่แป้งมันสำปะหลังลงไป การผลิตเฉาก๊วยแข็งปัจจุบันเป็นแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน โดยมีผู้ผลิตเป็นตัวเฉาก๊วยแล้วนำไปจำหน่ายให้ผู้ขายปลีก ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมตัวเฉาก๊วยแข็งใช้เวลานานมาก อาจนานกว่า 6 ชั่วโมง ผู้ขายปลีกไม่มีเวลามากพอที่จะทำได้ การสกัดสารจากต้นเฉาก๊วยแห้งที่ทำอยู่มีวิธีการผลิตไม่แน่นอน (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529) ผู้ผลิตแต่ละรายมีวิธีการเตรียมแตกต่างกันไป ทั้งปริมาณด่างที่ใช้ เวลาที่ใช้เคี่ยว ปริมาณแป้ง และสารอื่น ๆ ที่ช่วยให้แข็งตัว ทั้งนี้เนื่องจากผู้ผลิตไม่มีความรู้เรื่องวิธีการสกัด เวลา หรือปริมาณแป้งที่ควรใช้ ผู้ขายไม่สามารถดัดแปลงคุณภาพได้ ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับผู้บริโภคมาก กล่าวคือ ไม่สามารถหวังได้ว่า จะได้รับประทานเฉาก๊วยแข็งที่มีคุณภาพตามที่ได้ตั้งใจไว้หรือไม่ การนำเอาเฉาก๊วยมาศึกษาวิธีการสกัด ควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพเฉาก๊วย เช่นความเข้มข้นของน้ำเฉาก๊วย ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดเจล ดังนั้นจึงมีการหาวิธีในการวัดความเข้มข้นของสารในเฉาก๊วย และการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมเป็นการทำให้เฉาก๊วยมีลักษณะเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ทำให้ได้ส่วนผสมที่มีคุณภาพ จึงน่าจะเป็นการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ส่วนผสมที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้มีผู้สนใจผลิต และนำไปบริโภคมากขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเกษตร และอุตสาหกรรมประเภทนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# วัตถุประสงค์

1.ศึกษาหาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตในการสกัดต้นเฉาก๊วย ต่อคุณภาพของเจลที่ได้

2.ศึกษาผลความเป็นไปได้ของชนิดแป้งที่ใช้ในการผลิตเฉาก๊วย

3.ศึกษาผลของ Agar และ Gelatin ต่อคุณภาพของเจลเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วารสารปริทัศน์

"เฉาก๊วย" ที่รับประทานเป็นขนมหวานมี 2 ชนิดคือ ชนิดอ่อนที่มีลักษณะนุ่มคล้ายเยลลี่ (นิรนาม,2526) มักพบขายคู่กับเต้าฮวย โดยตัดเป็นแผ่น ๆ ใส่ถ้วยโรยน้ำตาลทรายรับประทานได้ทันที ซึ่งนิยมรับประทานกันเฉพาะในหมู่ชาวจีนสูงอายุเท่านั้น และชนิดแข็งที่มีความแข็ง และความกรอบมากกว่า เวลารับประทานจะขูดเป็นเส้น ๆ หรือหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่น้ำเชื่อม และน้ำแข็ง นิยมรับประทานกันแพร่หลายโดยเฉพาะเวลาอากาศร้อน หรือเมื่อกระหายน้ำ (ใบไม้ไหว,2530)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเฉาก๊วย

เฉาก๊วยทั้งสองชนิดใช้วัตถุดิบในการทำเหมือนกันคือ ต้นเฉาก๊วยแห้ง น้ำ โซเดียมไบคาร์บอเนต แป้งมันสำปะหลัง

ต้นเฉาก๊วยแห้ง

ต้นเฉาก๊วยแห้ง เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งของประเทศจีน จัดอยู่ในตระกูล LABIATAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Mesona chinensis Benth. (นิรนาม,2522; เต็ม,2523; ใบไม้ไหว,2530) และมีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นหลายชื่อ เช่น เหลี่ยงหุงเฉ้า เสียมฉ่าว เหลียงเฝิงฉ่าว เซียนหยีนตุ้ง เป็นต้น (นิรนาม,2522; นิรนาม,2526; ใบไม้ไหว,2530) เฉาก๊วยเป็นพืชล้มลุกวงศ์เดียวกับสะระแหน่ แมงลัก โหระพา ฯลฯ ลักษณะทรงพุ่มเตี้ย เลื้อยปกคลุมพื้นดินคล้ายสะระแหน่ของไทย แต่พุ่ม และใบใหญ่กว่า ใบมีลักษณะเรียวแหลม ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วโดยการปักชำ ชอบขึ้นปะปนกับต้นหญ้าบริเวณเชิงเขา ริมห้วย หนองน้ำ ที่มีอากาศค่อนข้างชื้น และมีแสงแดดรำไร เติบโตเร็ว สามารถเก็บเกี่ยวได้ปีละ 3-4 ครั้ง ใช้ปลูกเป็นพืชคลุมดินป้องกันวัชพืช และรักษาหน้าดินได้เป็นอย่างดี มีแหล่งกำเนิดอยู่แถบตอนใต้ของประเทศจีน ได้แก่ ตอนบนของมณฑลกวางตุ้ง กวางสี คุนมิง ยูนาน และมณฑลใกล้เคียง (นิรนาม,2522; ชวลิต,2526; นิรนาม,2526; ใบไม้ไหว,2530; เกรียงไกร,2531)

ต้นเฉาก๊วยมีลำต้นสี่เหลี่ยม ใบรูปยาวรี ปลายใบแหลม ขอบใบหยัก แตกจากลำกิ่งเป็นคู่ ๆ ห่างกันช่วงใบละ 1 นิ้ว ใบยาวประมาณ 2-4 นิ้ว มีขนละเอียดสีขาวขึ้นไปทั้งใบ และลำต้นเมื่อจับดูจะรู้สึกสากมือ เมื่อนำมาขยี้ จะมีเมือกลื่น ๆ ใส ๆ ติดมือ (นิรนาม,2522; เกรียงไกร,2531; จำรัส,ม.ป.ป.; Core,1958) เนื่องจากสารเกิดเจลส่วนใหญ่จะอยู่ที่ใบ (จำรัส,ม.ป.ป.) ดอกมีสีม่วงอ่อน ออกเป็นช่อยาวประมาณ 3-5 นิ้ว ลักษณะคล้ายดอกแมงลัก หรือกระเพรา (นิรนาม,2522; เกรียงไกร,2531; จำรัส,ม.ป.ป.; Core.1955) สามารุเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น โดยนำมาต้มกับน้ำมีสีออกดำ ซึ่งมีรสจืด ๆ และเย็นชุ่มคอ มีสรรพคุณทางยาซึ่งรับรองโดยกองวิจัยสมุนไพรแห่งชาติของกรุงปักกิ่ง ว่าสามารถใช้แก้ร้อนในกระหายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไข้หวัด ความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อ และข้อพับอักเสบ เบาหวาน และตับอักเสบ ทุกชนิด เป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์จีนทั่วไป(นิรนาม,2522; ชวลิต,2526; นิรนาม,2526; ใบไม้ไหว,2530; เกรียงไกร,2531)

ผนังเซลของต้นเฉาก๊วยก็เหมือนกับผนังเซลของพืชอื่น ๆ กล่าวคือ เมื่อเซลมีอายุยังน้อย จะมีเนื้อเยื่อบาง ๆ กั้นระหว่างเซล ทำหน้าที่เชื่อมเซลให้ติดกัน เรียกว่า middle lamella ภายในเซลแต่ละเซลจะมีเนื้อเยื่อบาง ๆ อยู่ติดกับ middle lamella อีกชั้นหนึ่ง ผนังบาง ๆ ที่อยู่ภายในเซลนี้เรียกว่า primary wall เมื่อเซลมีอายุมากขึ้นจะมีผนังเซลเกิดขึ้นอีกชั้นหนึ่งระหว่าง primary wall และ cytoplasm เรียกว่า secondary wall ทำให้ผนังเซลแข็ง และเหนียวมากขึ้น เมื่อศึกษาโดยกล้องจุทัศน์อิเล็กตรอนรอนจะพบว่าผนังเซลประกอบด้วยสาร 2 กลุ่ม ที่มีการจัดตัวแตกต่างกัน กลุ่มแรกมีลักษณะเป็นเส้น ๆ เรียกว่า เส้นใยเซลลูโลส เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยหน่ายเล็ก ๆ เรียกว่า กลูโคส เส้นใยเซลลูโลสกระจัดกระจายตัวกันอยู่ทั่วไป บางส่วนจับตัวกันเป็นผลึก และเส้นใยเซลลูโลสเหล่านี้กระจายตัวอยู่ในส่วนที่เป็นสารที่ไม่มีสันฐาน (matrix) โดยสารที่ไม่มีสันฐานเหล่านี้ประกอบด้วยลิกนิน เฮมิเซลลูโลส เป็คติน และแทนนิน สารลิกนินมิใช่คาร์โบไฮเดรต แต่เป็นสารโพลีเมอร์ที่ประกอบด้วย เฟนิลอะลานิน และไทโรซีน (เทียมใจ,ม.ป.ป. ;Bonner และ Varner,1965;Southgate,1976) มีสูตรโครงสร้างหลายแบบ จับตัวอยู่กับโพลีแซคคาไรด์บนโมเลกุลมี functional groups จำนวนมาก เป็นสารที่ทนกรด และเอ็นไซม์ได้ดีมาก แต่ละลายในด่าง ให้สารที่มีลักษณะเหมือนคอลลอยด์ นอกจากนี้ ยังละลายได้ในไดอ๊อกเซน (Whistler และ Smart,1953) เฮมิเซลลูโลสเป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยน้ำตาลหน่วยเล็ก ๆ ที่มีคาร์บอนจำนวน 5-6 ตัว (Wise,1950; Whistler และ Smart,1953; Preston,1974; Southgate,1976; Whistler,1987) ส่วนใหญ่เป็นไซโลส และแมนโนส ส่วนเป็คตินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่เช่นกัน ประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ ที่เรียกว่า hexuronic acids ซึ่งเป็นสารประกอบที่มาจากน้ำตาลเฮ็กโซส กลุ่มคาร์บอกซิลของกรด จับตัวกับกลุ่มเมทอกซิบ ทำให้สารชนิดนี้สามารถเกิดเจลได้ในสภาวะที่เหมาะสม สารที่มีกลุ่มเมทอกซิลเลยเรียกว่ากรดเป็คติน กลุ่มเมทอกซิล นี้อาจหลุดออกไปได้ถ้าสัมผัสกับกรด ด่าง หรือเอ็นไซม์ ซึ่งจะมีผลให้เกิดการแตกตัวของโมเกกุลด้วย เป็คตินสามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน (Southgate,1976; Whistler และ Daniel,1987) แทนนินเป็นสาร polyhydroxylic phenols มีสูตรโครงสร้างหลายแบบ มีคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้บ้าง แต่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ อาซีโตน และเอทิลอาซีเตต ละลายได้เล็กน้อยในอีเทอร์ และ ไม่ละลายในคลอโรฟอร์ม แทนนินถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับด่าง ทำให้เกิดสารสีดำขึ้น (Whistler และ Smart,1953) สารลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเป็คตินจะอยู่ด้วยกัน และมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ทั้งทางกายภาพ และทางเคมี มีพันธะกันแบบ Van der Waals forces และแบบไฮโดรเจน ในระยะแรกของการเจริญเติบโตสารทั้งสามชนิดนี้จะมีปริมาณใกล้เคียงกัน และเป็นส่วนประกอบหลักของเซล แต่เมื่อเซลมีอายุมากขึ้นปริมาณสารเหล่านี้จะแตกต่างกันไป เนื่องจากมีอัตราความเร็วในการสร้างไม่เท่ากัน (Klein,1987) สารที่สำคัญที่สุดในกลุ่มนี้คือ ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส ลิกนินทำให้เกิดสีดำ ซึ่งเป็นลักษณะของเฉาก๊วย ส่วนเฮมิเซลลูโลสทำให้เกิดเจลขึ้น (Wise,1950; Southgate,1976; Whistler,1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาผนังเซลแต่ละส่วนก็จะพบว่า มีสารเฮมิเซลลูโลสชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ไม่เท่ากัน เฮมิเซลลูโลสชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ไม่เท่ากัน เฮมิเซลลูโลสชนิดที่มีกรดยูโรนิกสูง จะพบมากในส่วนนอกของ secondary wall ติดกับผนัง primary wall ส่วนเฮมิเซลลูโลสพวก L-arabinose-D-glucono-D-xylan หรือพวกที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ จะพบอยู่ด้านในของ secondary wall ติดกับ cytoplasm นอกจากนี้พวก D-mannan จะมีน้อยที่สุดในผนังด้านนอกของ secondary wall และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ cytoplasm สารเฮมิเซลลูโลสส่วนใหญ่มีน้ำตาลอยู่ในโมเลกุล 2-4 ชนิด ไม่ค่อยพบชนิดที่มีน้ำตาลอยู่ในโมเลกุลถึง 5-6 ชนิด และเฮมิเซลลูโลสที่พบมากคือ L-arabino-D-xylans,L-arabino-o-glucurono-D-xylans,4-0 methyl-D-glucurono-D-xylans, L-arabino-(4-0-methyl-D-glucurono)-D-xylans, D-gluco-D-mannans, D-galacto-D-gluco-D-mannans และ L-arabino-D-galactans เฮมิเซลลูโลสโดยปกติจะมีโครงสร้างเป็นแบบที่มีกิ่ง เป็นแขนงออกไป และมีส่วนหนึ่งถูก acetylated (Southgate,1976)

เฮมิเซลลูโลสแบ่งออกเป็นสองพวกคือ เฮมิเซลลูโลสเอ (hemicellulose A) และ เฮมิเซลลูโลสบี (hemicellulose B) สำหรับเฮมิเซลลูโลสเอ สามารถตกตะกอนออกจากสารสกัดโดยเติมกรดอะซิติกจนมี pH 4.5-5.0 (Whistler และBeMiller,1965;Southgate,1976;Whistler,1987) โมเลกุลส่วนใหญ่เป็นพวกไซแลน โดยมี L-arabinose,D-glucuronic acid และ 4-0 methy ether เป็นกิ่งก้าน (Guthrie,1974; Southgate,1976) สารที่สกัดที่เหลือทำให้เป็นกลางแล้วเติทเอทธิลแอลกอฮอล์ จะได้ตะกอนของเฮมิเซลลูโลสบี (Whistler และ BeMiller,1974; Southgate,1976; Whistler,1987) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบแมนแนนเป็นสายตรง และถ้ามีหมู่กาแลคโต เป็นกิ่งก้านจะสกัดออกได้มากขึ้น (Guthrie,1974; Southgate,1976) สารละลายด่างอ่อนจะสกัด และละลายเฮมิเซลลูโลสบีออกมามากกว่าเฮมิเซลลูโลสเอ ((Whistler และ BeMiller,1965) ทั้งกลูโคแมนแนน และกาแลคโตแมนแนน เมื่อละลายน้ำจะพองตัวได้มาก และมีความหนืดสูง (สุรชัย,2529 ;Whistler และ Daniel,1987)

น้ำ

เป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารต่าง ๆ ออกจากต้นเฉาก๊วย ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่าง 27-80 เท่า ของปริมาณต้นเฉาก๊วยแห้ง อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำจะลดลงตามลำดับเมื่อเคี่ยวจนได้ที่ กล่าวคือ ปริมาณน้ำที่เหลือในเฉาก๊วยก่อนนำไปทำให้เกิดเจลประมาณร้อยละ 25-75 ของน้ำที่ใช้อยู่กับคุณภาพของต้นเฉาก๊วยแห้ง และเวลาที่ใช้ในการสกัด (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529)

ด่าง

เนื่องจากเฮมิเซลลูโลส และลิกนินละลายได้ในด่าง การสกัดสารทั้งสองนี้ออกจากต้นเฉาก๊วย จึงต้องใช้สารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง ด่างที่ใช้กันมีทั้งสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นที่ใช้แตกต่างกันไป ตั้งแต่เจือจางมากจนกระทั่ง เข้มข้นร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 17.5 หรือสูงกว่านั้น ด่างจำพวกโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้กันมาก เนื่องจากละลายน้ำได้ดีจึงสามารถเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงได้ อย่างไรก็ตามด่างทั้งสองชนิดดังกล่าวใช้กันมากในการสกัด เพื่อทำการวิเคราะห์ หรือใช้เตรียมเยื่อกระดาษเท่านั้น ไม่มีผู้นำมาใช้กับอาหารมากนัก เนื่องจากทำให้อาหารมีรสเผื่อน ไม่น่ารับประทาน การสกัดอาจใช้อุณหภูมิสูงกว่าก็ได้ แต่การใช้อุณหภูมิสูงมีผลให้เฮมิเซลลูโลสชนิดที่มีน้ำตาลไซโลส แบะน้ำตาลอราบิโนสอยู่ด้วยแตกตัว ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้อุณหภูมิคอนข้างต่ำ นอกจากนี้การสกัดด้วยด่างจะทำให้เซลลูโลสเกิดการออกซิเดชั่นขึ้น ทำให้เกิดสารอัลดีไฮด์ หรือเกิดกรดขึ้น สารเหล่านี้ละลายได้ดีในด่าง จึงละลายออกมาปะปนกับสารที่สกัดได้ ในหารสกัดสารเฮมิเซลลูโลสโดยทั่วไปจะใช้ด่างที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4 อย่างไรก็ตาม ยังมีการสกัดสารเฮมิเซลลูโลสที่ใช้ด่างความเข้มข้นสูงกว่านี้ เพื่อให้เซลลูโลสละลายออกมามากขึ้น การละลายของเฮมิเซลลูโลสจะไม่เพิ่มขึ้นอีกถ้าใช้ด่างมีความเข้มจ้นมากกว่าร้อยละ 10 และการสกัดเฮมิเซลลูโลสจะถือว่าสมบูรณ์ เมื่อใช้ด่างที่มีความเข้มข้นร้อยละ 17.5 (Whistler และ Smart,1953; Southgate,1976)

เมื่อนำต้นเฉาก๊วยไปต้มด้วยด่าง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นมากมาย เนื่องจากต้นเฉาก๊วยมีสวนประกอบหลายชนิด การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ ส่วนใหญ่ยังไม่ทราบแน่ชัด ส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อการเกิดเจลคือ เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน น้ำตาล โปรตีน แป้ง กัม เกลือแร่ และสารให้สีต่าง ๆ พวกน้ำตาล โปรตีน กัม และเกลือแร่จะละลายออกมาอย่างอิสระ สำหรับเป็คตินอิสระ การละลายจะดีมากเมื่อสัมผัสกับด่างร้อน แต่การละลายจะช้าลงเมื่อเป็คตินอิสระหมดไป และเหลือแต่เป็คตินที่เกาะอยู่กับแคลเซียมเฮมิเซลลูโลส การละลายจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของด่างดังกล่าวไปแล้ว ส่วนลิกนินการละลายก็ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของด่างเช่นเดียวกัน โดยด่างจะทำให้ส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตหลุดออกไป ทำให้เกิดกลุ่มไฮดรอกซิลขึ้นบนโมเลกุลลิกนิน การแตกตัวหลุดออกจากคาร์โบไฮเดรตจะดีขึ้น ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติถ้าต้องการให้ลิกนินหลุดออกไปจนหมดสิ้นความเข้มข้นของด่างอาจถึงร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบการละลายกับเฮมิเซลูโลส แล้วจะพบว่าลิกนินจะละลายได้ช้ากว่าเฮมิเซลลูลาในระยะแรก แต่การละลายจะเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ในที่สุดก็เร็วกว่าเฮมิเซลลูโลส สำหรับสีดีที่เกิดขึ้นเมื่อต้นเฉาก๊วยสัมผัสกับด่างนั้น เกิดจากสารหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแทนนิน ส่วนที่ละลายน้ำได้ แทนนินชนิดนี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่จนถึงดำ ขึ้นอยู่กับปริมาณที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากสารที่ได้จากการแตกตัวของสารลิกนิน (Whistler และ Smart,1953) อย่างไรก็ตามการแตกตัวของสารลิกนินไม่เกิดขึ้นง่ายนัก ถ้าความเข้มข้นของด่างไม่สูงมากพอ

ความเข้มข้นของสารละลายด่างที่ใช้ มีผลต่อการละลายของเฮมิเซลลูโลสชนิดต่าง ๆ มาก เฮมิเซลลูโลสที่มีกิ่งก้านมากจะละลายได้ง่าย จึงละลายได้ในด่างอ่อน ส่วนเฮมิเซลลูโลสที่มีกิ่งก้านน้อยการละลายจะยากขึ้น จึงต้องใช้ด่างเข้มข้นขึ้น ถ้าสารละลายด่างมีความเข้มข้นน้อยกว่าร้อยละ 1 สารเฮมิเซลลูโลสที่ละลายออกมาส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก มีค่า D.P. (Degree of Polymerization) เท่ากับ 10 หรือน้อยกว่า หรือพวกที่มีกรดยูโรนิกสูง และเป็นพวกที่มีกิ่งก้านมาก เฮมิเซลลูโลสกลุ่มนี้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า เฮมิเซลลูโลสบีนั่นเอง (Wise,1950; Whistler และ BeMiller,1965; Whistler,1987) และยังมีสารเซลลูโลสขนาดเล็ก หรือสารเซลลูโลสที่ได้จากการเติมออกซิเจนแล้ว ละลายออกมา และสารลิกนิน (Whistler และ Smart,1953) ในขณะเดียวกันสารเป็คตินส่วนหนึ่งก็แตกตัว (depolymerzation) พร้อมกับถูก deesterification ให้สาร deesterified pectate การเปลี่ยนแปลงแบบแรกทำให้ความหนืดของสารละลายลดลง ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงแบบที่สองทำให้เกิดเจลได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อมี pH ประมาณ 9.0-10.3 (Doesburg,1965)

การเลือกใช้ตัวทำละลายในการสกัดมีปัจจัยที่ควรพิจารณาคือ ความสามารถในการละลายสารที่ต้องการสกัด มีความปลอดภัยไม่เป็นพิษ หรืออันตราย ราคาไม่แพง และหาได้ง่าย ตลอดจนสะดวกในการนำสารสกัดมาทำแห้ง (สุรัชฎา,2527; สถาพร,2529) สำหรับการสกัดสารเฮมิเซลลูโลสจากต้นเฉาก๊วยแห้งที่ปฏิบัติกันอยู่ในประเทศไทย ใช้สารโซเดียมไบคาร์บอเนต ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 0.045-0.251 ของปริมาณน้ำที่ใช้สกัด (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529) สารนี้เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนไปเป็นสารโซเดียมคาร์บอเนต คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ (Sittig,1987; Weaver,1987) สารโซเดียมคาร์บอเนตเป็นด่างอ่อน และไม่เป็นพิษถ้าปริมาณที่ใช้ไม่เกินร้อยละ 4.5

<u>สารช่วยให้เกิดเจล</u>

เนื่องจากการสกัดสารเฮมิเซลลูโลสด้วยด่าง ใช้น้ำปริมาณมาก สารละลายที่ได้จึงมีความเข้มข้นต่ำมาก ประมาณร้อยละ 0.3-0.9 เท่านั้น ประกอบกับสารที่สกัดได้มีโมเลกุลขนาดค่อนข้างเล็ก จึงไม่สามารถเกิดเจลได้ แม้จะเป็นสารที่ดูดน้ำได้มากก็ตาม การใส่สารบางชนิดลงไป เพื่อเป็นโครงสร้างของเจลจึงมีความสำคัญมาก สารที่ใช้ส่วนใหญ่ก็เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตนั่นเอง แต่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น แป้ง และวุ้น เป็นต้น ปริมาณที่ใช้จะแตกต่างกันออกไปตามความแข็งของเจลที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 1.0-6.7 ของปริมาณน้ำเฉาก๊วย (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529) การใส่สารชนิดนี้นอกจากจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการอุ้มน้ำอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ปริมาณที่ใช้น้อยเกินไป เจลที่ได้จะมีลักษณะเยิ้ม เนื่องจากมีน้ำบางส่วนแยกออกมา อย่างไรก็ตามน้ำที่มีอยู่ ส่วนใหญ่เฮมิเซลลูโลสจะดูดเอาไป เนื่องจากเป็นสารที่ดูดน้ำได้ดีกว่าแป้งมาก (Whistler และ Daniel,1987)

<u>แป้งมันสำปะหลัง</u> (Tapioca Flour)

ผลิตโดยการนำหัวมันสำปะหลังสดมาผ่านเครื่องร่อนให้ดิน และทรายหลุดแล้ว ผ่านเข้าเครื่องล้าง เครื่องสับ ขูดหัวมัน และบดหัวมัน โดยใช้น้ำผสมตามลำดับ ซึ่งจะได้น้ำแป้งแล้วผ่านเครื่องกรองแยกกากและน้ำแป้ง กากมันที่ได้จะนำไปตากแห้งเพื่อจำหน่ายต่อไป ส่วนน้ำแป้งจะถูกนำผ่านเครื่องฟอก และขจัดยางโดยใช้ไอกำมะถันทำให้ได้น้ำแห้งบริสุทธิ์ นำผ่านเข้าเครื่องสลัดให้ข้น และสลัดให้แห้งท้ายสุด ผ่านเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอบ จะได้แป้งผงตามต้องการ ซึ่งแป้งมันสำปะหลังนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง โดยเฉพาะการผลิตน้ำเชื่อม และหัวเชื้อน้ำตาลผลิตผงซูรส ผลิตแป้งแปรรูป และอย่างอื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระดาษ กาว และทำขนม

1.ลักษณะทั่วไปของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งทุกชนิดสามารถใช้แทนกันได้ ดังนั้นการผลิต และการค้าแป้งแต่ละชนิดที่มีอยู่ในโลกนี้ จึงสามารถมีอิทธิพลต่อการผลิต และการค้าแป้งชนิดอื่นด้วย เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแป้งมีสูตรทางเคมีโดยทั่วไปเป็น $(C_6H_{12}O_6)_n$ โดยแป้งแต่ละชนิดจะมีจำนวนของ n แตกต่างกันไป และนอกจากตัวแป้งดิบแล้ว ยังมีแป้งแปรรูป (Modified Starches) และผลิตภัณฑ์จากแป้ง (Starch Derivative) ซึ่งเป็นตัวกำหนดความต้องการแป้งดิบชนิดต่าง ๆ (กรมวิชาการเกษตร,2526)

1.1คุณสมบัติทั่วไปของแป้งมันสำปะหลังมี 2 ชนิด

1.1.1พวกที่มีรสขม เนื่องจากมีสารพิษในหัวมาก ที่ชื่อว่า Manihot Utilissiuma

1.1.2พวกที่ไม่มีสารพิษ หรือชนิดหวาน พวกนี้มีชื่อว่า Minihot Aipi (กฤษฎา,ม.ป.ท.)

ส่วนรสขมของมันสำปะหลังเกิดจาก มีกรดไฮโดรไซยานิคสูง (ไสว,2519)

1.2คุณสมบัติทางกายภาพของแป้ง

ขึ้นอยู่กับโครงสร้างขนาด และรูปร่างของเม็ดแป้ง (grains) โดยทั่วไปเมื่อต้มแป้ง เม็ดแป้งเหล่านี้จะแตกเมื่ออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วเกิดเป็นสารเหนียว ๆ แป้งมักมีความหนาแน่น (density) อยู่ระหว่าง 1.50-1.53 และไม่ละลายน้ำ (กรมวิชาการเกษตร,2526)

1.3คุณสมบัติทางเคมีของแป้ง

คุณสมบัติของแป้งจะทำหน้าที่สำคัญ ในด้านการทำให้เกิดความเข้มข้น และเกิดลักษณะพองตัวข้นใส หรือจะเรียกง่าย ๆ ว่าทำให้ขนมนั้นจับตัวกัน และสุกนั่นเอง คุณสมบัติของแป้งจะเป็นเช่นไร ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของแป้งนั้น ๆ เช่น โปรตีน และโดยเฉพาะแป้งสตาร์ช ซึ่งมีอยู่ในปริมาณไม่เท่ากัน (ศิริลักษณ์,2522)

แป้งสตาร์ช เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญมีประมาณ 64% โดยน้ำหนักแห้งในคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยองค์ประกอบหลักของแป้งสตาร์ช คือ อะมิโลส และอะไมโลเพกติน (อรอนงค์,2532)

-อะไมโลส (amylose) มีอยู่ประมาณ 15-20 % ในแป้งประกอบด้วย กลูโคสหลายร้อยหน่วยต่อกันด้วยพันธะ $\alpha$(1-4) ไกลโคซิดิกล้วน ๆ เป็นโซ่ยาว และไม่มีโซ่กิ่ง (long unbranched chain) อะมิโลส จะเป็นผงสีขาว ไม่มีรสหวาน อยู่ในน้ำจะขุ่นขาวเป็นไมเซลล์ เมื่อรวมกับไอโอดีน จะได้เป็นสารสีน้ำเงิน

-อะมิโลเพกติน (amylopectin) พบมากในแป้งประกอบด้วยกลูโคสต่อกันด้วยพันธะ $\alpha$(1-4) และ $\alpha$(1-6) ไกลโคซิดิกเกิดเป็นโซ่กิ่งมากมาย (highly branched chain) แต่ละโซ่กิ่งจะประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 12 หน่วยย่อย อะมิโลเพกตินที่ไม่มีอะมิโลสเจือปน เมื่อรวมกับไอโอดีน จะให้สีม่วงอมน้ำตาล (สรรเสริญ,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเม็ดแป้งสตาร์ชเข้าใจกันว่าจะมีการยึดติดกัน ระหว่างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงของอะมิโลสกับส่วนที่เป็นโซ่ตรงของกิ่งก้านของอะมิโลเพกติน ทำให้เกิดลักษณะเป็นมัดที่เรียกว่า ไมเซลล์ มัดไมเซลล์นี้จะช่วยยึดเม็ดแป้งสตาร์ชไว้ด้วยกัน ไม่ว่าแป้งจะดิบ หรือจะพองตัวด้วยการต้มก็ตาม

<u>การพองตัวข้นใสของเม็ดแป้ง</u> (gelatinization)

เมื่อนำเอาสารแขวนลอยเม็ดแป้งไปต้มจนถึงอุณหภูมิที่เม็ดแป้งนั้น ๆ จะพองตัว เรียกจุดนี้ว่า จุดพองตัวข้นใส หรือช่วงพองตัวข้นใส ทั้งนี้เพราะเม็ดแป้งที่ใหญ่กว่าจะเริ่มพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งเล็กน้อย ถ้าต้มต่อไปอีก เม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้น และสารแขวนลอยจะใสขึ้น และข้นหนืดขึ้น ในที่สุดจะมีความเข้มข้นเป็นแป้งเปียก ขบวนการนี้เรียกว่า ขบวนการพองตัวข้นใส ถ้าต้มต่อไปอีความข้นหนืดจะลดลง แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแป้งเปียกนั้นก็จะข้นหนืดขึ้น แต่ถ้าพิจารณาด้านเคมีทางด้านคอลลอยด์ แป้งเปียกจากเม็ดแป้งสตาร์ชนับได้ว่าเป็นพวก sol ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นพอ และทิ้งไว้ให้เย็นจะเกิดเจล (gel) ได้

โครงสร้างของของโซลมีลักษณะเป็นเม็ดพองตัวจนกระทั่งมันเบียดกัน เม็ดแป้งที่พองตัวข้นใสเต็มที่จะมองดูคล้ายเป็นถุงมีลักษณะเหมือนวุ้น ภายในเต็มไปด้วยสารละลายแป้งสตาร์ชที่มีน้ำอยู่ ถ้าต้มต่อไปเม็ดแป้งจะหดตัว และก็จะหายไปในที่สุด เม็ดแป้งจะคงตัวแล้วอาจจะแตกออกไซด์ โดยการคนหรือกวนมากเกินไป

ความข้นหนืดของแป้งจะเพิ่มขึ้นขณะที่สตาร์ชพองตัวใส และแล้วจะลดลงอีก เมื่อเย็นลงแป้งนี้จะกลับมาข้นหนืดอีก ทำให้เกิดลักษณะเป็นเจล (ศิริลักษณ์,2522)

เจล (gel) หมายถึงสารผสม 2 ชนิดมักจะเป็นของเหลว และของแข็งที่อยู่ในสภาพที่แข็งตัวคงรูปอยู่ได้ จะไม่มีการไหล (rigid) หรือหมายถึงรวมของผสมระหว่างของเหลว และของแข็ง ซึ่งส่วนที่เป็นของแข็งจะสานตัวอยู่ในรูปโครงสร้างตาข่าย (continuous net work) หนาแน่นจนเป็นของแข็งขึ้น และสามารถจับเอาส่วนที่เป็นของเหลวไว้ภายในโครงสร้างได้ทั้งหมด โดยเฉพาะตรงส่วนที่มาเชื่อมเป็น junction zone จึงทำให้เกิดเป็นของแข็งในสภาพที่เรียกว่า gel (อรอนงค์,2522)

2.การใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลัง

สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1.ใช้ในการผลิตน้ำเชื่อม และน้ำตาล เช่น dextrose เพื่อผลิตขนมต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม อาหารกระป๋อง หมากฝรั่ง และเคลือบยาต่าง ๆ

2.ใช้ในการผลิตอาหารอื่น ๆ หรือสารเคมีบางชนิด เช่น ผงชูรส หรือผลิตเป็นอาหารโดยตรงเช่น ทำขนมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ใช้ผลิตแป้งแปรรูป (Modified Starch) หรือผลิตภัณฑ์จากแป้ง (Starch Derivatives) ที่ใช้ทำประโยชน์อื่น ๆ เช่น ผลิตแป้งที่ละลายน้ำได้เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้ผลิตยาเม็ด และใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ

4.ใช้ผลิตกาว หรือ adhesive agents อื่น ๆ เพื่อใช้ในการทำไม้อัด หรือเครื่องใช้ในสำนักงานต่าง ๆ (กรมวิชาการเกษตร,2526)

ชนิดของสารไฮโดรคอลลอยด์แบ่งตามแหล่งที่มา

1. ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติ จากพืช ยาง เมล็ด และสาหร่ายทะเล
2. ไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นอนุพันธ์ของสารที่มาจากธรรมชาติ เช่น อนุพันธ์ของเซลลูโลส (Cellulose Derivative) เช่น CMC
3. ไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นสารสังเคราะห์ (Synthetic) เช่น Polyvinyl pyrolidene

<u>วิธีการผลิตเฉาก๊วย</u>

วิธีการสกัด

เมื่อพืชอายุมากขึ้น การสกัดสารเฮมิเซลลูโลสจะทำได้ยากขึ้น และการสกัดจะทำได้ยากที่สุดเมื่อต้นเฉาก๊วยอยู่ในสภาวะที่แห้ง อย่างไรก็ตามการสกัดจะง่ายมากขึ้น ถ้าต้นเฉาก๊วยยังอยู่ในสภาพสด (Whistler และ Smart,1953) ต้นเฉาก๊วยที่มีอยู่ในท้องตลาดทั้งหมดอยู่ในสภาพแห้ง การสกัดจึงต้องใช้เวลานานมาก วิธีการปฏิบัติที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะนำต้นเฉาก๊วยแห้งมาล้างให้สะอาด ต้มกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เคี่ยวจนสีของต้นเฉาก๊วยค่อนข้างซีด ใบเปื่อย และน้ำมีลักษณะเมือกลื่น สีดำใส จึงยกลง นวดต้นเฉาก๊วยหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เมือกลื่น ๆ หลุดจากต้นให้มากที่สุด จึงคั้นเอากากออก กรองซ้ำให้สะอาด (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529) ในการเคี่ยวนี้ บางตำรับจะมีการทุบต้นเฉาก๊วยให้กิ่งแตกก่อนนำไปต้ม (นิรนาม,2526) ทำให้ใช้เวลาในการเคี่ยวน้อยลง จากการทดลองเบื้องต้น ถ้าไม่ทุบกิ่งให้แตกต้องใช้เวลาในการเคี่ยวไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง จึงจะเปื่อย การเคี่ยวใช้ไฟกลางค่อนข้างอ่อน ขณะเคี่ยวอาจมีการเติมน้ำบ้างเป็นครั้งคราว จากการไต่ถามแม่ค้าผู้มีอาชีพทางด้านนี้พบว่า การเคี่ยวจะใช้เวลา 6-12 ชั่วโมง ต้องการขายแค่ไหน ก็ตักแบ่งมาทำให้เกิดเจลแค่นั้น ที่เหลือเคี่ยวต่อไป ภาชนะที่ใช้ในการสกัดถ้าเป็นพวกอลูมิเนียม และสังกะสี จะเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างอลูมิเนียม และสังกะสีกับด่างในสารละลายด่างร้อน ได้ตะกอนของอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ $[Al(OH)_3]$ และซิงค์ไฮดรอกไซด์ $[Zn(OH)_2]$ ซึ่งมีลักษณะเป็นวุ้น สามารถดูดสารบางอย่าง เช่น สารอินทรีย์ที่มีสีพวกสีย้อมในที่นี้คือ สีดำจากน้ำเฉาก๊วย ทำให้ภาชนะมีสีดำดังกล่าว (กฤษณา,2523)

การสกัด (Extraction เป็นวิธีการแยกสารที่ต้องการออกมา โดยใช้ตัวพา (carrier) และวิธีการที่เหมาะสม สำหรับการสกัดสารจากต้นเฉาก๊วยเป็นการสกัดในระบบของเหลว ของแข็ง (liquid-solid system) ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การล้างออก (leaching) โดยทั่วไปประกอบด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการแรกเป็นการเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลาย ขณะที่ละลายในตัวทำละลาย ซึ่งปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงไม่ค่อยมีผลต่ออัตราเร็วในการสกัด กระบวนการที่สองเป็นการแพร่กระจาย (diffusion) ของตัวถูกละลายภายในตัวทำละลายที่อยู่ในช่องว่างของพืช เป็นกระบวนการควบคุมอัตราการสกัด ดังนั้นถ้ามีการบดให้ต้นเฉาก๊วยมีขนาดเล็กลง จะทำให้ระยะทางที่ตัวถูกละลายต้องผ่านสั้นลง การเพิ่มอุณหภูมิในการสกัด ทำให้อัตราการแพร่กระจายสูงขึ้น และระยะเวลาในการสกัดก็มีผลต่อปริมาณที่สกัดได้เช่นกัน และกระบวนการที่สามเป็นกระบวนการถ่ายเทมวลสารของตัวถูกละลาย จากสารละลายที่อยู่ภายในพืชออกสู่สารละลายภายนอก ซึ่งการกวน หรือการคนขณะทำการสกัด จะช่วยให้การถ่ายเทมวลสารเกิดได้เร็วขึ้น การใช้ด่างในการสกัดต้นเฉาก๊วยจะมีผลทั้งการเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลาย และการแพร่กระจาย โดยด่างจะมีผลให้สารบางชนิดที่เกาะตัวอยู่กับคาร์โบไฮเดรตหลุดออกไป หรือทำให้คาร์โบไฮเดรตมีประจุเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลให้การละลายดีขึ้น ในส่วนที่มีผลต่อการแพร่กระจายของตัวถูกละลายนั้น ด่างจะมีผลให้เซลลูโลสพองตัวออก ทำให้น้ำเข้าไปสัมผัสกับเฮมิเซลลูโลสได้เร็วขึ้น จึงทำให้การแพร่กระจายของเฮมิเซลลูโลสเป็นไปอย่างรวดเร็ว ถ้าด่างที่ใช้มีความเข้มข้นมากขึ้น การพองตัวของเซลลูโลสจะมีมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่กระจายของเฮมิเซลลูโลสมากขึ้น (Whisrler และ Smart,1953) อย่างไรก็ตามการใช้ด่างในการสกัดก็อาจมีผลต่อภาชนะที่ใช้ จึงต้องมีความระมัดระวังให้มาก ควรใช้ภาชนะที่เป็นแก้วทนไฟ ภาชนะเคลือบ หรือภาชนะที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (กฤษณา,2523)

การเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลาย และการถ่ายเทมวลสารภายในช่องว่างพืชนั้น ไม่สามารถคาดคะเนได้มากนัก ส่วนที่สามารถวัดได้คือ การถ่ายเทมวลสารจากพืชเข้าสู่ตัวทำละลาย ถ้าการสกัดเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง การถ่ายเทมวลสารคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{dC}{dt} = \frac{k'A(C_s-C)}{bV} \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ผิวระหว่างของแข็ง และของเหลว

B = effective thickness ของชั้นฟิลม์ของเหลวที่อยู่รวบ ๆ

C = ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายเมื่อเวลา t

$C_s$ = ความเข้มข้นของสารละลายอิ่มตัวที่สัมผัสกับของแข็ง

V = ปริมาตรของตัวทำละลาย

K' = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (diffusion coefficient)

เมื่อใช้เวลาสกัด t ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้คือ

$$C = C_s(1-e^{-(k'A/bV)t}) \qquad (2)$$

จากสมการ (2) จะเห็นว่าปริมาณสารที่สกัดได้ ขึ้นอยู่กับเวลา และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย โดยที่ค่าอื่น ๆ คงที่ และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายจะสูงขึ้นถ้าอุณหภูมิที่ใช้สกัดสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดโดยทั่ว ๆ ไปจึงนิยมใช้อุณหภูมิสูง เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด (Coulson และ Richardson,1968) ถ้าใช้เวลาคงที่แต่เปลี่ยนปริมาตรตัวทำละลายให้น้อยลง ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้จะสูงขึ้น

การดำเนินการสกัดกระทำได้ 3 วิธีคือ แบบไม่ต่อเนื่อง แบบกึ่งต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่องไหลสวนทางกัน แบบไม่ต่อเนื่อง (batch or single stage) เป็นวิธีการสกัดที่ของแข็ง และของเหลวสัมผัสกันเพียงชุดเดียว ได้ผลิตภัณฑ์ชุดเดียว ซึ่งถ้าของแข็งถูกสกัดด้วยตัวทำละลายที่มากพอที่จะละลายตัวถูกละลายได้หมดโดยไม่มีการดูดซับตัวทำละลายไว้ และให้เวลาในการสกัดนานพอ ตัวถูกละลายทั้งหมดจะละลายอยู่ในตัวละลาย เรียกว่า การทำงานในภาวะสมดุล (equilibrium stage) กากและของเหลวในสลัดจ์จะถูกแยกจากกันด้วยการตกตะกอน (settling) การกรอง (filtration) หรือการบีบน้ำออก ซึ่งทั้งหมดนี้จะเกิดในขั้นตอนเดียว ประสิทธิภาพการทำงานขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการสกัด ต้องใช้เวลามากพอที่จะให้ตัวถูกละลายละลายออกมาจนหมด และประสิทธิภาพในการแยกสารสกัดออกจากกากพืช โดยพืชไม่มีการดูดซับตัวถูกละลาย และตัวทำละลายเอาไว้ แบบกึ่งต่อเนื่อง (semibatch or crosscurrent extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ของแข็งชุดเดียวถูกสกัดโดยของเหลวที่ไหลผ่านเข้ามาหลายชุด ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาหลายชุดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการสกัดในภาวะสมดุล มีข้อดี คือสกัดสารได้มาก แต่ข้อเสีย คือต้องใช้ตัวทำละลายมาก และแบบต่อเนื่องไหลสวนทางกัน (countercurrent extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ทั้งของแข็ง และของเหลวได้สัมผัสกันอย่างต่อเนื่อง ให้ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ เป็นวิธีการสกัดที่ดีที่สุด ได้สารที่มีความเข้มข้นสูงสุด และประหยัดมากที่สุด นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แต่การสกัดมีหลายขั้นตอนซึ่งต้องใช้เครื่องมือในการสกัดมาก (สุรัชฎา,2527; สถาพร,2529; Sankey,1987)

<u>การทำให้เกิดเจล</u>

น้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้จะต้องนำมาตั้งไฟเคี่ยว คอยช้อนฟองทิ้งจนเหลือแต่น้ำใส ๆ เคี่ยวจนมีลักษณะข้นเหมือนกาแฟดำชงแก่ ๆ จึงเทแป้งที่ละลายน้ำลงไปกวนต่ออีกประมาณ 15 นาทีจนขึ้นเงา แป้งไม่เป็นลูก และไม่ติดพาย จึงนำมาเทใส่พิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น (นิรนาม,2523; นิรนาม,2526; น้อย,2529) ในการทำให้เกิดเจลนี้ สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ความเข้มข้นของแป้งที่ใช้ ซึ่งจะมีผลต่อการพองตัวของแป้งมาก เมื่อความเข้มข้นถึงจุด ๆ หนึ่ง เม็ดแป้งที่พองตัวจะดูดน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ ได้แป้งเปียกที่อยู่ตัว ไม่มีน้ำแยกตัวออกมาแม้จะตั้งทิ้งไว้นาน และเมื่อกวนต่อไปเม็ดแป้งจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลของแป้งจับตัวกันในสามทิศทาง เรียกว่า การเกิดเจล (ณรงค์ และอัญชนีย์,2528) ทำให้ได้ก้อนเฉาก๊วยแข็งที่มีลักษณะนุ่มหยุ่น แข็งและกรอบเล็กน้อย ความเข้มข้นของสารละลายน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้ก็เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน เพราะจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ถ้าเคี่ยวน้ำเฉาก๊วยอย่างเดียวจะไม่เกิดเจล หรือถ้ากวนแป้งมันสำปะหลังกับน้ำ เจลที่ได้จะมีลักษณะของแป้งเปียกใส มีความเหนียวไหลได้เล็กน้อย แต่ไม่จับตัวกันเป็นก้อนที่อยู่ตัว และไม่กรอบ (ณรงค์ และอัญชนีย์,2528) และถ้าใช้สารละลายน้ำเฉาก๊วยที่มีความเข้มข้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกวนกับแป้งมันสำปะหลัง เจลที่ได้จะอยู่ตัวได้ดีกว่าใช้สารละลายน้ำเฉาก๊วยที่มีความเข้มข้นต่ำมากวนกับแป้งในปริมาณเท่ากัน นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำเฉาก๊วยที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.53 (ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.25 ในปริมาณ 36 เท่าของต้นเฉาก๊วยบด เวลาสกัด 1 ชั่วโมง) ก็เพียงพอที่จะทำเฉาก๊วยที่มีลักษณะนิ่ม และหยุ่นเล็กน้อย กล่าวได้ว่า ถ้าใช้สารละลายน้ำเฉาก๊วยความเข้มข้นต่ำจะได้เฉาก๊วยอ่อน และถ้าใช้สารละลายน้ำเฉาก๊วยความเข้มข้นสูง จะได้เฉาก๊วยแข็ง แต่จะเกิดเจลได้อย่างไร ไม่พบว่ามีผู้ใดศึกษาไว้ ปัจจัยอื่นซึ่งมีผลต่อการเกิดเจล ได้แก่ อุณหภูมิการเกิดเจล ถ้าอุณหภูมิสูงจะเกิดเจลได้เร็ว ระยะเวลาการให้ความร้อน ถ้าให้ความร้อนนานไป ความหนืดจะลดลง การคนเพื่อให้ความร้อนแพร่สู่เม็ดแป้งทั่งถึง ทำให้เจลเกิดเร็วขึ้น แต่ถ้าคนนานเกินไปจนกระทั่งเย็นอย่างช้า ๆ จะได้เจลที่แข็งแรงกว่าการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว (ศิริพร,2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# อุปกรณ์ และวิธีการ

## วัสดุ และสารเคมี

1.ต้นเฉาก๊วยแห้ง (ตราไก่จากประเทศจีน)

2.แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร)

3.แป้งมันสาคู (ตราเสี่ยส่ง)

4.แป้งข้าวโพด(ตราไมซินา)

5.แป้งข้าวเหนียว(ตราช้างสามเศียร)

6.โซเดียมไบคาร์บอเนต ($Na_2CO_3$)

7.Gelatin

8.Agar

9.Carrageenans

10.Xanthan Gum

## อุปกรณ์

1.หม้อสเตนเลสขนาด 50 ลิตร

2.เครื่องชั่งละเอียด

3.เครื่องวัดประสาทสัมผัส (รุ่น TA-XT2I)

4.อุปกรณ์งานครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วิธีการ**

**1.องค์ประกอบทางเคมีของต้นเฉาก๊วยแห้ง**

นำต้นเฉาก๊วยแห้ง มาหาองค์ประกอบทางมีด้านความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และเยื่อใย

**2.การกำหนดตำรับมาตรฐานสำหรับการทดลอง**

ทำการค้นคว้าตำรับการทำเฉาก๊วยแข็งจากเอกสารต่าง ๆ ได้ 3 ตำรับ คือ ตำรับแรก สกัดสารเกิดเจลด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 0.25 ในปริมาณ 36 เท่าของต้นเฉาก๊วยแห้ง ใช้เวลาในการเคียว 3-4 ชั่วโมง (นิรนาม,2529) ตำรับที่สอง ใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 0.05 ในปริมาณ 26.67 เท่าของต้นเฉาก๊วยแห้ง (น้อย,2529) ตำรับที่สามได้จากการสอบถามผู้ผลิตเฉาก๊วยแข็งพบว่า ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.045 ในปริมาณ 60 เท่าของต้นเฉาก๊วยแห้ง

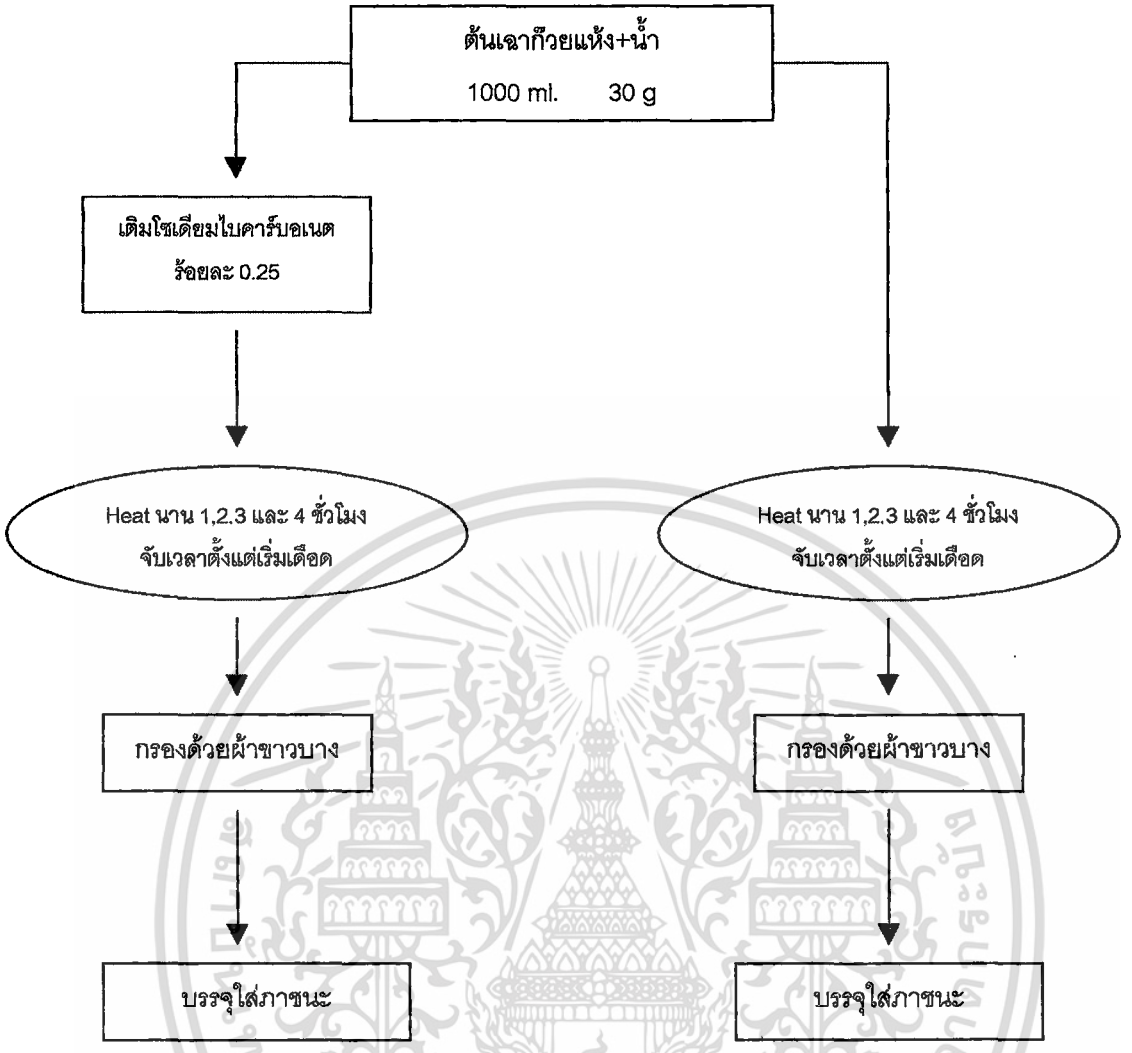
**3.ศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตในการสกัดต้นเฉาก๊วยต่อคุณภาพของเจลที่ได้**

3.1<u>อิทธิพลของเวลา</u> นำต้นเฉาก๊วยแห้งมาล้างน้ำเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกอื่น 2 ครั้งแล้วจึงต้มกับน้ำในอัตราส่วน 1:33 ใส่ในภาชนะเหล็กปลอดสนิม ยกขึ้นตั้งไฟจนเดือดทำการจับเวลาการสกัดนาน 1,2,3 และ 4 ชั่วโมง แล้วกรองแยกน้ำออกจากกากด้วยผ่านขาวบาง

3.2<u>อิทธิพลของสารโซเดียมไบคาร์บอเนต</u> เช่นเดียวกับข้อที่ 1 แต่เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ในการสกัดโดยใช้ ต้นเฉาก๊วยแห้ง:น้ำ:โซเดียมไบคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 1:33:0.08 ใส่ในภาชนะเหล็กปลอดสนิม ยกขึ้นตั้งไฟจนเดือดทำการจับเวลาการสกัดนาน 1,2,3 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ แล้วกรองแยกน้ำออกจากกากด้วยผ้าขาวบาง (รูปที่1)

เปรียบเทียบการสกัดสารที่ให้เกิดเจลโดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ปริมาณ ร้อยละ 0.25 และ 0 ของปริมาณน้ำที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเฉาก๊วย

การวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้

-นำน้ำเฉาก๊วยที่ได้จากการสกัดของสารเกิดเจลในข้อ 1 และ ข้อ 2 ที่เวลาสกัด 1,2,3 และ 4 ชั่วโมงมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectophotometer ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตร เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการสกัดในเวลาที่เท่ากัน

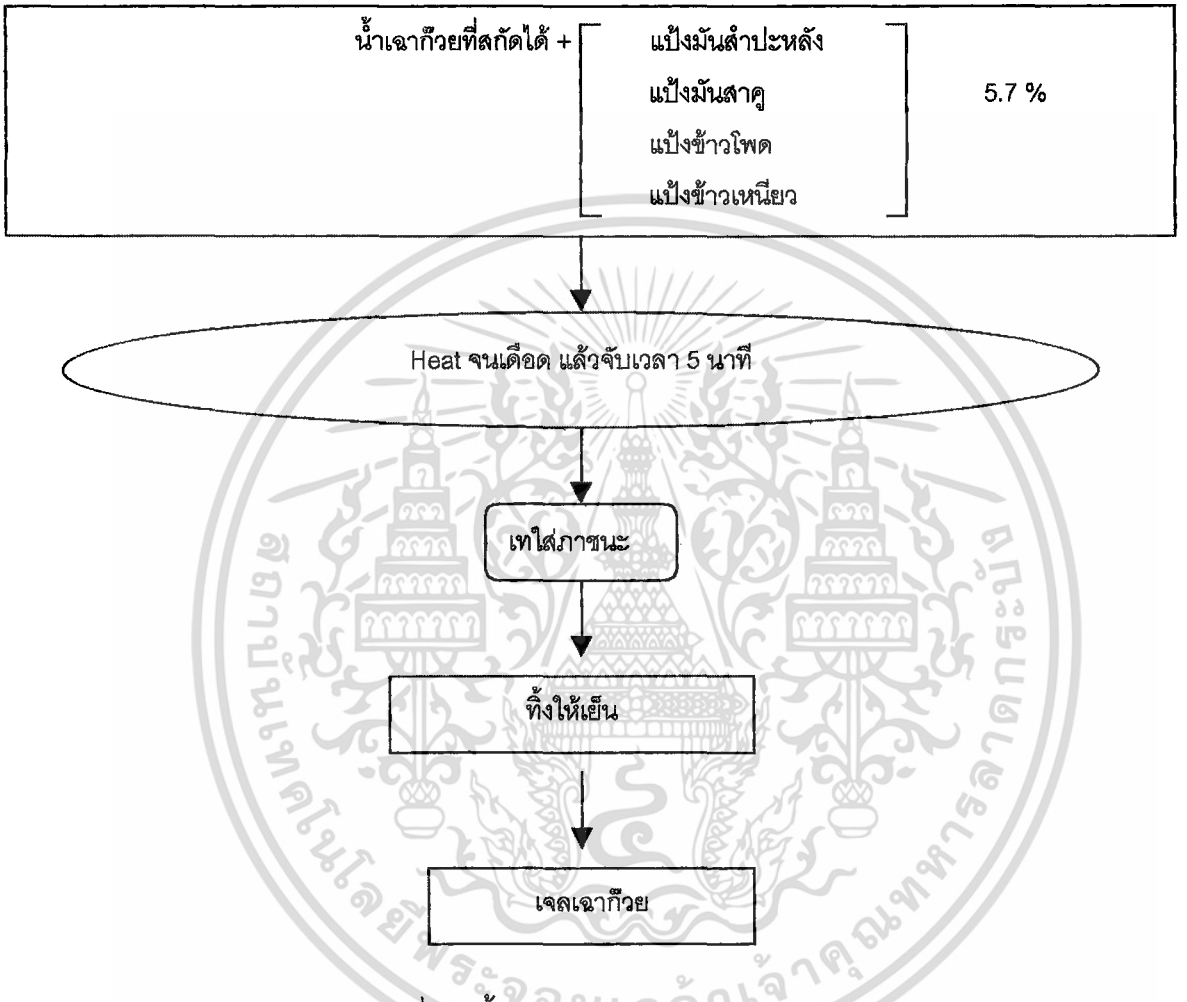
3.3การคัดเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารเกิดเจล

-นำน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้ จากการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.25 ของปริมาตรน้ำที่ใช้ กับไม่ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต และน้ำเฉาก๊วยที่สกัดในเวลา 1,2,3 และ 4 ชั่วโมง มาทำให้เกิดเจล และนำไปวัดเนื้อสัมผัส (Texture) (แรงกดสูงสุด) เปรียบเทียบหาระยะเวลาที่เหมาะสมจากค่าที่ได้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.ศึกษาชนิดแป้งที่เหมาะสมในการผลิตเฉาก๊วยแข็งจากแป้ง 4 ชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันสาคู แป้งข้าว และแป้งข้าวเหนียว**

-ทำการสกัดสารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยตามวิธีการสกัดที่ได้ศึกษาไว้ นำน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้มาทำเป็นเฉาก๊วยแข็ง วิธีการดังรูปที่ 3.2



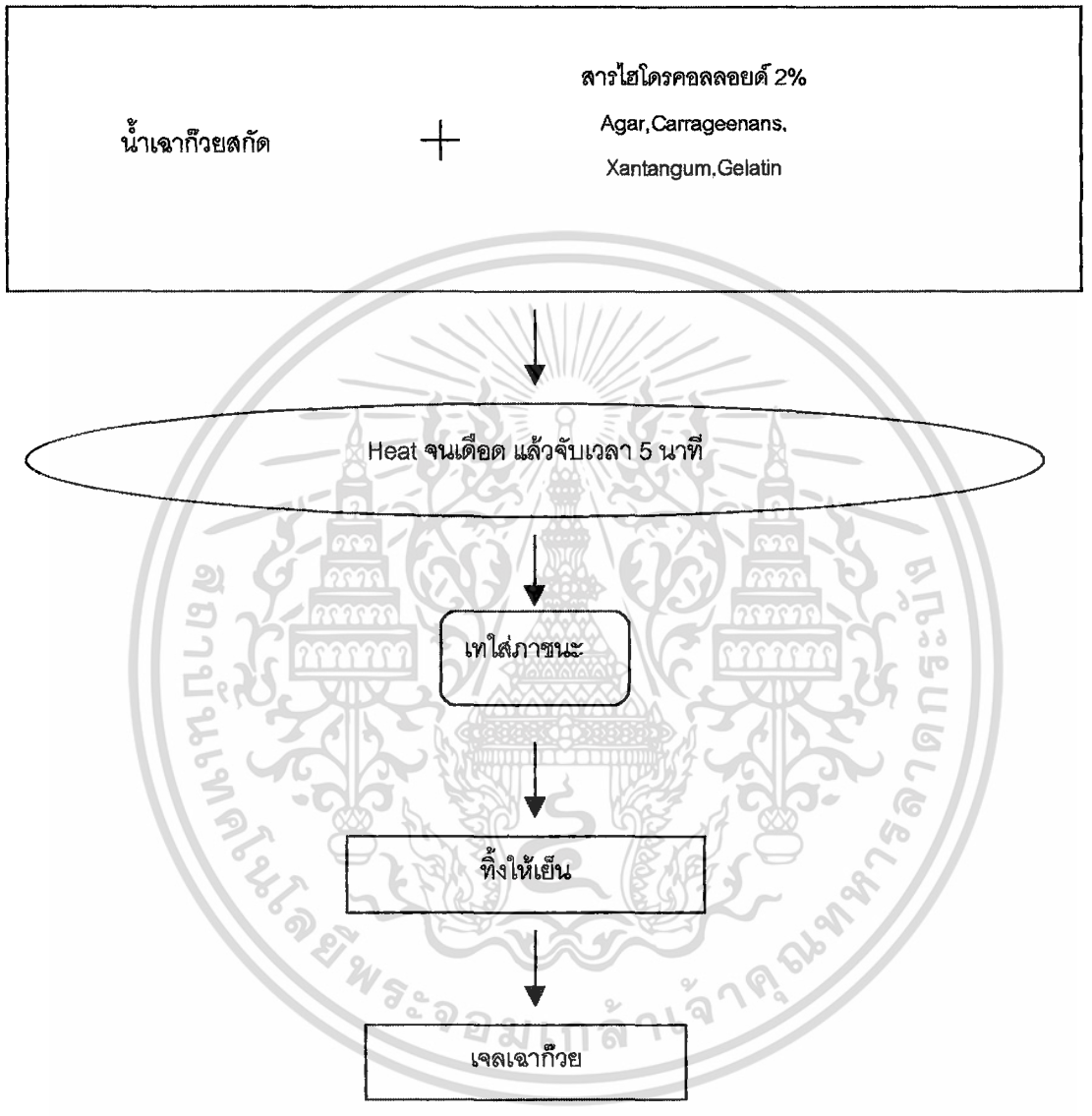

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนแสดงการผลิตเฉาก๊วย

นำเฉาก๊วยแข็งที่ได้จากแป้งชนิดต่าง ๆ มาทำการตรวจลักษณะปรากฏ เพื่อคัดเลือกแป้งที่จะนำมาใช้ในการผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96770

**5.ศึกษาผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลต่อคุณภาพของเจลเฉาก๊วย**

5.1ทดลองใช้ Agar,Carrageenans,Xantangum และ Gelatin เพื่อผลิตเฉาก๊วย วิธีการผลิตดังรูปที่ 3.3

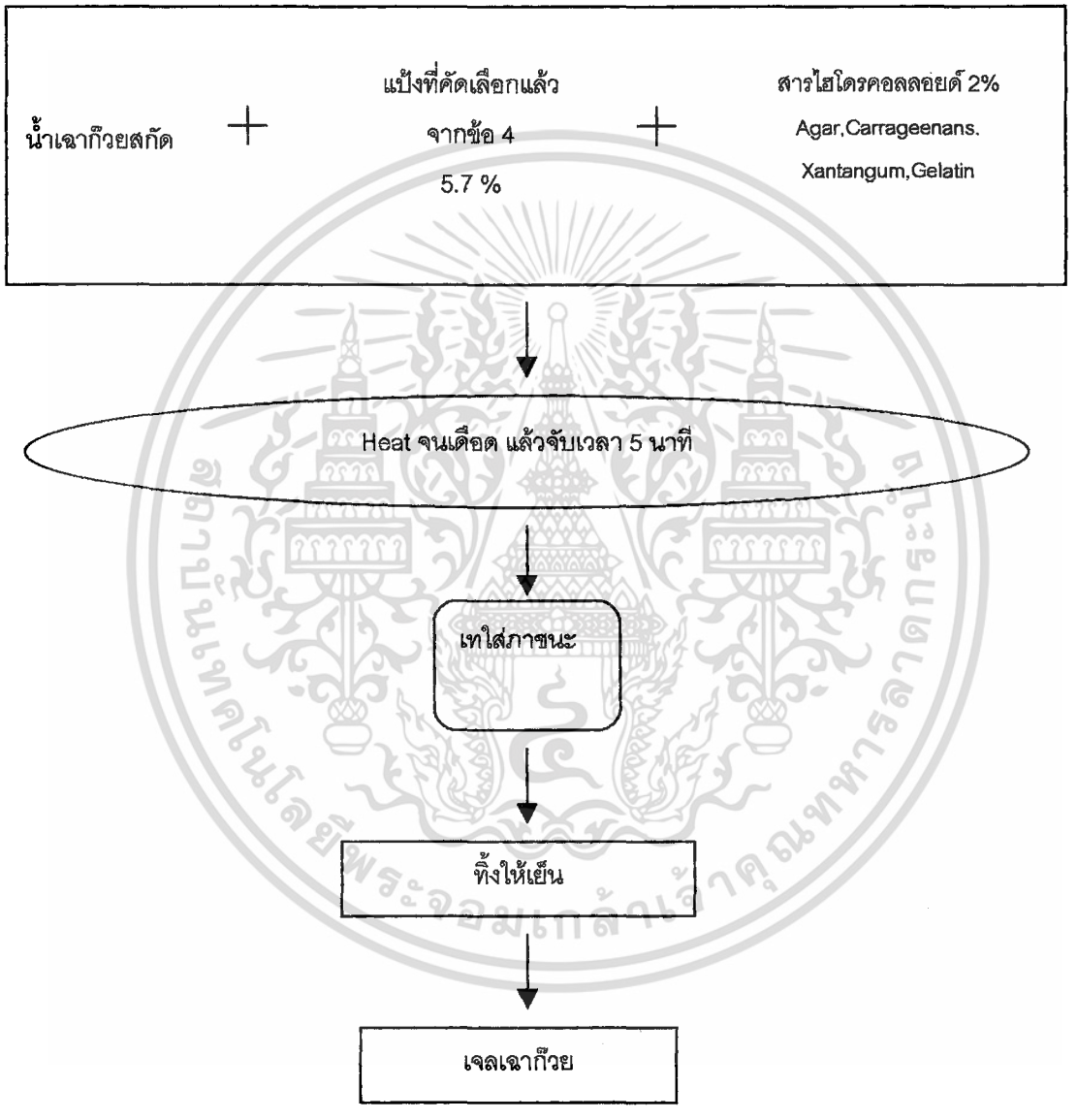



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนแสดงการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ในการผลิตเฉาก๊วย

นำเจลที่ได้มาทำการตรวจดูลักษณะปรากฏ คัดเลือกสารไฮโดรคอลลอยด์ ที่ทำให้ เจลเฉาก๊วยมีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

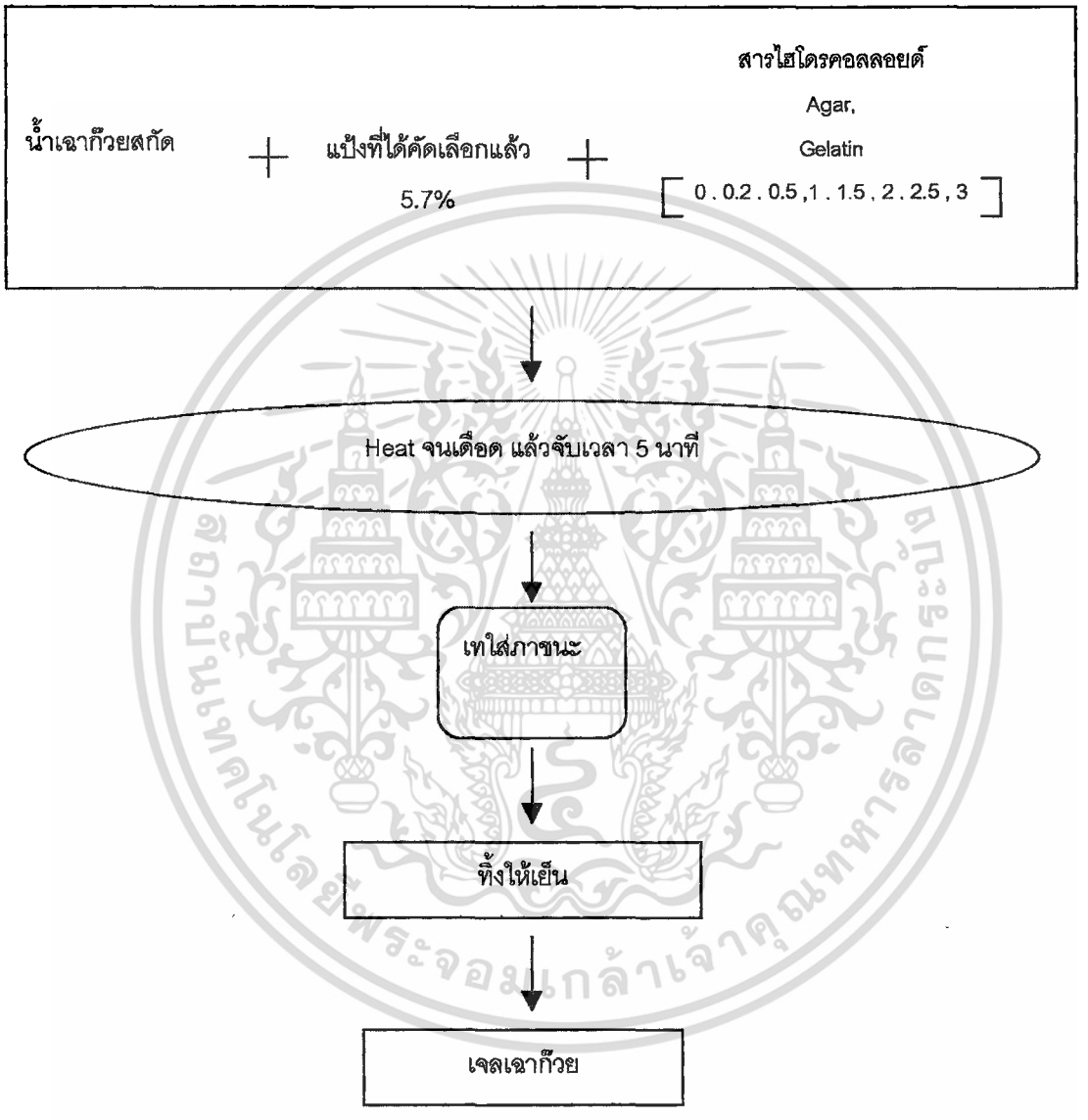
5.2ทดลองใช้ Agar,Carrageenans,Xantangum และ Gelatin โดยมีการเติมผสมร่วมกับแป้งจากข้อ 4. เพื่อใช้ผลิตเฉาก๊วยรายละเอียดดังรูปที่ 3.4




รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์+ แป้งในการผลิตเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเจลของเฉาก๊วย เปรียบเทียบเจลที่ได้ระหว่างความเข้มข้นที่ต่างกัน นำน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้มาทำเป็นเฉาก๊วยแข็ง ดังรูปที่ 3.5




รูปที่ 3.5 ขั้นตอนแสดงการเติม Agar และ Gelatin + แป้งในน้ำเฉาก๊วย

นำมาวัดความหยุ่นแข็ง โดยแรงกดสูงสุด และทดสอบประสาทสัมผัสเรื่อง กลิ่น,รส,ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผู้บริโภค โดยการชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15446



**การวิเคราะห์ และประเมินผล**

1.วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารที่สกัดจากต้นเฉาก๊วยโดย DIGITAL ULTRAVIOLET SPECTROPHOTOMETER รุ่น CECIL 292 ทำการประเมินผลจากค่าการดูดกลืนแสง (A) ที่ความยาวคลื่น 480 นาโนเมตร

2.วิเคราะห์ความหยุ่นแข็งด้วยเครื่อง Stable Micro Systems รุ่น TA-XT 2 i:Texture Amalyser (ภาคผนวก)

3.วิเคราะห์คุณภาพของเจลเฉาก๊วย โดยการทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสในเรื่องกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ใช้แผนการทดลองแบบ บล๊อคไม่สมบูรณ์สมดุล (Balance Incomplete Block Desigh.BIB ) ประเภทที่ 4 เนื่องจากสิ่งทดลองมากกว่า 6 สิ่งทดลอง(สุรพล,2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# บทที่ 5

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.องค์ประกอบทางเคมีของต้นเฉาก๊วยแห้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยของต้นเฉาก๊วยแห้ง พบว่า มีปริมาณร้อยละ 11.10 , 69.79 , 7.65 , 3.65 , 7.81 และ 32.80 ตามลำดับ แสดงว่าต้นเฉาก๊วยแห้งมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักเหมือนต้นไม้ทั่ว ๆ ไป และมีส่วนที่เป็นเยื่อใยสูง ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เป็คติน และแทนนิน ซึ่งปรากฏอยู่ที่ผนังเซลของต้นเฉาก๊วย (เทียมใจ,ม.ป.ป.; Bonner และ Varner,1965; Southgate,1976)

2.การกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับการทดลอง

จากการทดลองทำเฉาก๊วยแข็ง 6 ตัวอย่างให้ผู้ชิมบริโภค ส่วนมากชอบตำรับที่สกัดโดยใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้น ร้อยละ 0.25 ในปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัด เนื่องจากตำรับดังกล่าว ให้เฉาก๊วยแข็งที่มีลักษณะดังกล่าวดีกว่าตำรับอื่น จึงกำหนดตำรับมาตรฐาน ดังนี้คือ ใช้ต้นเฉาก๊วยแห้ง 30 กรัม น้ำ 1 ลิตร และโซเดียมไบคาร์บอเนต 2.7 กรัม (ร้อยละ 0.25 ของน้ำ) (นิรนาม,2523) ใส่ในภาชนะเหล็กปลอดสนิม ต้มเดี่ยวเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นับจากเดือด โดยควบคุมอุณหภูมิ และระดับน้ำให้คงที่ คนทุก ๆ 5 นาที แล้วแยกน้ำเฉาก๊วยออกจากกาก โดยกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำเฉาก๊วยตั้งไฟให้เดือด ช้อนฟอง และสิ่งสกปรกออก ใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5.7 ของน้ำเฉาก๊วย ละลายน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 นำไปกวนกับน้ำเฉาก๊วย เริ่มจับเวลาเมื่อเริ่มเดือด 5 นาที เทลงภาชนะทิ้งให้เย็น

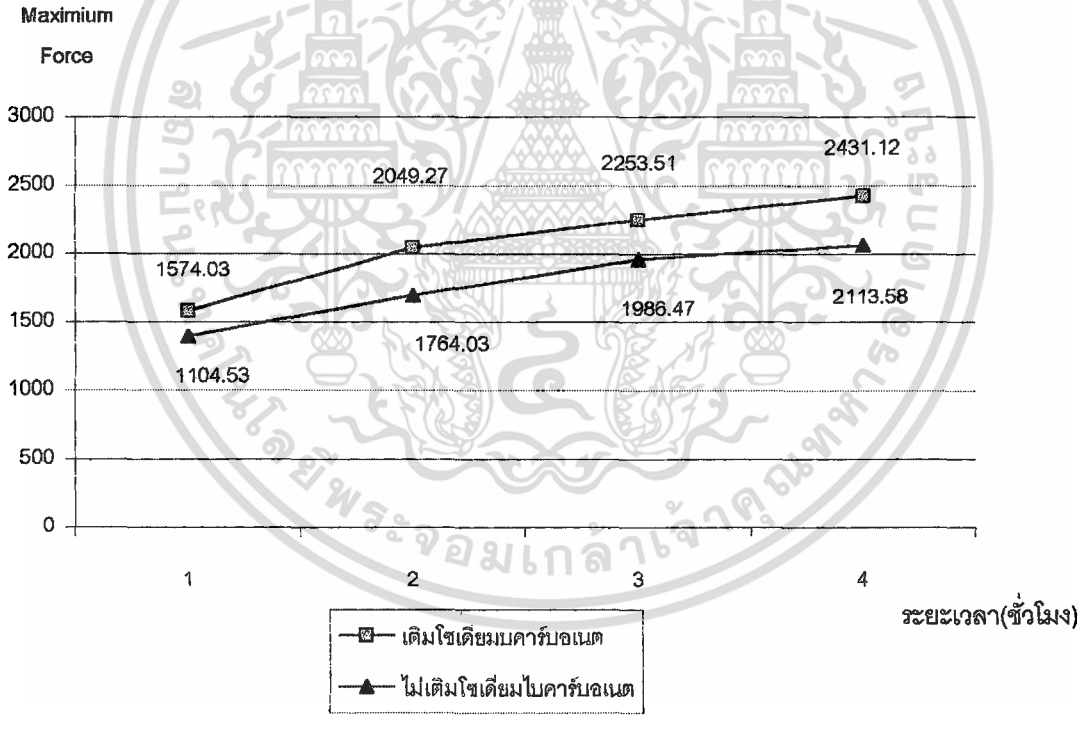
3.ผลของการใช้โซเดียมคาร์บอเนตในการสกัดสารเกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้ง ต่อคุณภาพของเจลที่ได้

ปริมาณสารที่สกัดได้ ที่วัดอยู่ในรูปค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเฉาก๊วยเมื่อ ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 0.25 ของน้ำ 100 ml. และต้นเฉาก๊วย 30 g. เวลาสกัด 1,2,3 และ 4 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.1 ผลของเวลาและสารโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเฉาก๊วย

| $Na_2CO_3$ (%) | เวลาสกัด (ชั่วโมง) | ค่าการดูดกลืนแสง $\lambda$ = 480 nm.(A) |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 0.0380 |
| | 2 | 0.0593 |
| | 3 | 0.0700 |
| | 4 | 0.0810 |
| 0.25 | 1 | 0.0407 |
| | 2 | 0.0767 |
| | 3 | 0.0957 |
| | 4 | 0.0957 |




รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับแรงกดสูงสุดของการใช้สาร $Na_2CO_3$ ที่ระดับ 0.2% และ 0 %ในการสกัดสารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ทำให้เกิดเจล และลักษณะเนื้อสัมผัสที่วัดในรูปของค่าแรงกดสูงสุด เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 และ 0 % ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด 1,2,3 และ 4 ชั่วโมง ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 6 ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจลมากขึ้น และการใช้ $Na_2CO_3$ ร้อยละ 0.25 ในการสกัด สารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้ง จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ไม่ใช้ $Na_2CO_3$ ในการสกัดเพราะมีค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดที่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มระยะเวลาการสกัด จาก 3 ไปเป็น 4 ชั่วโมง ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และค่าความชันของกราฟรูปที่ 6 เริ่มลดลง ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน เวลาที่เหมาะสมในการสกัดเมื่อใช้ $Na_2CO_3$ คือเวลาสกัดที่ 3 ชั่วโมง

4.ผลของแป้งมันสำปะหลัง,แป้งมันสาคู,แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเหนียว

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาแป้งที่เหมาะสมในการทำให้เกิดเจลในเฉาก๊วย

| ชนิดของแป้ง | ลักษณะปรากฏ |
|---|---|
| แป้งมันสำปะหลัง | เจลเฉาก๊วยสีดำเป็นมันวาว เนื้อเนียน แข็ง มีความยืดหยุ่นดี ไม่ติดภาชนะ |
| แป้งมันสาคู | เจลเฉาก๊วยสีดำขุ่น เนื้อเนียนภายนอก แต่ภายในมีลักษณะเป็นชั้น มีฟองเล็กๆมากมาย ความยืดหยุ่นดีปานกลาง ติดภาชนะบ้าง |
| แป้งข้าวโพด | เจลเฉาก๊วยมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อเนียน มีความยืดหยุ่นปนแข็งกรอบดี แต่มีกลิ่นของข้าวโพด ไม่ติดภาชนะ |
| แป้งข้าวเหนียว | ไม่เป็นเจล สีดำขุ่น ๆ เนื้อหยาบ ติดภาชนะ ไม่คงรูปอยู่ได้ เมื่อมีแรงมากระทบ |

จากตารางผลการทดลอง พบว่าเมื่อนำแป้งทั้ง 4 ชนิดมาทำให้เกิดเจลเฉาก๊วย ปริมาณแป้งที่ใช้คือร้อยละ 5.7 ของปริมาณน้ำสกัดที่ได้จากข้อ 3 ผลในตารางแสดงให้เห็นว่า แป้งชนิดที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาทำให้เกิดเจลเฉาก๊วยคือ แป้งมันสำปะหลัง ให้ลักษณะปรากฏอันเป็นเจลเฉาก๊วยได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อคุณภาพของเจลเฉาก๊วย

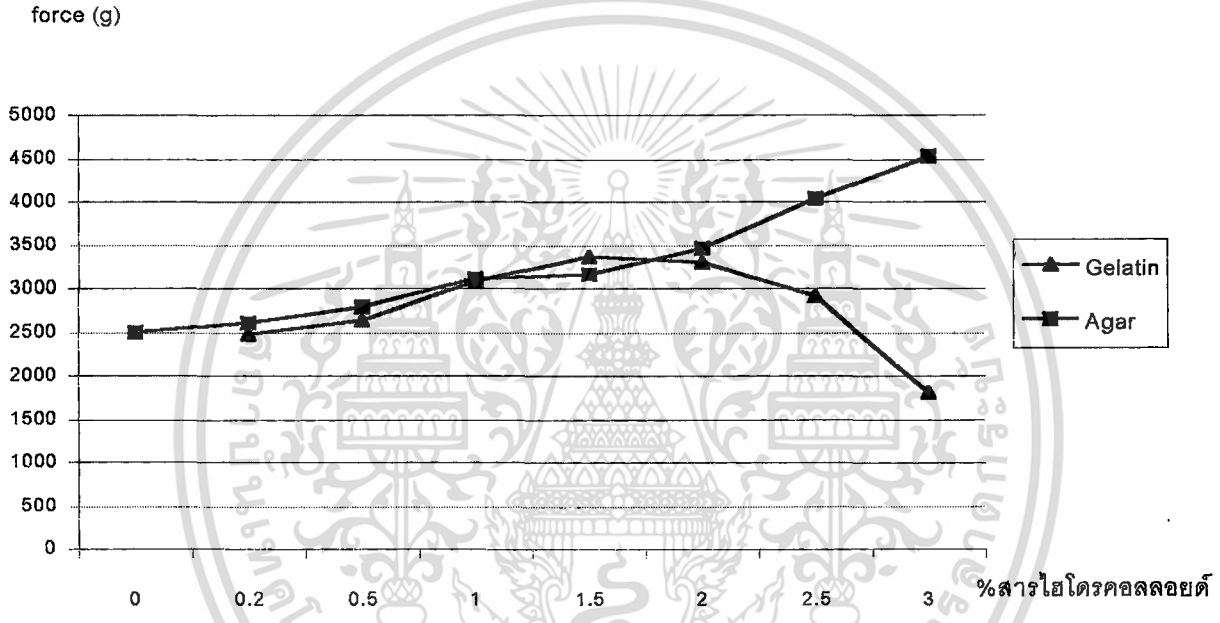
ตารางที่ 5.3 แสดงผลของ Agar,Carrageenans,Xanthan Gum และ Gelatin ที่มีต่อเจลเฉาก๊วยที่ได้

| สารไฮโดรคอลลอยด์ | ลักษณะปรากฏ |
|---|---|
| Agar 2% | เจลแข็งมาก มีสีดำ เป็นมันวาวปานกลาง |
| Gelatin 2% | เจลไม่คงรูป สีดำ เป็นมันวาวน้อยกว่าAgar |
| Carrageenans 2% | เจลไม่คงรูป ผิวเนื้อหยาบ สีดำ เหลว |
| Xanthan Gum 2% | เจลไม่คงรูป ผิวหยาบ สีดำ มีฟอง เหลว |
| แป้ง+ Agar 2% | เจลแข็งเหนียว สีดำเป็นมันวาว คงรูปได้ดีมาก |
| แป้ง+ Gelatin 2% | เจลอ่อนนุ่ม เหนียว สีดำเป็นมันวาว คงรูปได้ดี |
| แป้ง+ Carrageenans 2% | เจลอ่อนมาก ผิวเนื้อหยาบไม่เรียบ มีฟองละเอียดสีดำ ไม่คงรูป |
| แป้ง+ Xanthan Gum 2% | เจลอ่อนมาก ผิวเนื้อไม่เกาะติดกัน มีฟองใหญ่แทรกมาก สีดำ ไม่คงรูป |

จากผลการทดลอง ลักษณะปรากฏของเจลเฉาก๊วย ที่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ ปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำเฉาก๊วยสกัด โดยไม่ผสมแป้ง และชนิดที่ผสมแป้ง ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า เฉาก๊วยที่ผสมสารไฮโดรคอลลอยด์ ปริมาณร้อยละ 2 มีเพียง Agar เท่านั้นที่เจลแข็งตัวอยู่ได้ แต่เมื่อเติมแป้งปริมาณร้อยละ 5.7 ของปริมาณน้ำสกัดรวมกับสารไฮโดรคอลลอยด์ พบว่า สารไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมแล้วทำให้ผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยมีลักษณะเป็นเจลแข็ง เหนียว สามารถคงรูปได้ดีมากมี 2 ชนิด คือ Agar และ Gelatin ดังนั้นจึงเลือก สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิดนี้เพื่อนำไปเปรียบเทียบต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1ผลของความเข้มข้นของสารไฮโดรคอลลอยด์




รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของสารไฮโดรคอลลอยด์(Agar และ Gelatin) กับแรงกดสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบความแตกต่างความชอบรวมเมื่อใช้ Agar และ Gelatin ในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน

| สารไฮโดรคอลลอยด์ (%) | คะแนนเฉลี่ยความชอบรวมของเฉาก๊วยที่ผสม | |
|---|---|---|
| | Gelatin | Agar |
| 0 | $6.1^{a}$ | $7.25^{a}$ |
| 0.2 | $6^{ab}$ | $6.97^{ab}$ |
| 0.5 | $6.6^{abc}$ | $4.2^{c}$ |
| 1.0 | $6.7^{abcd}$ | $5.65^{b}$ |
| 1.5 | $5.5^{abe}$ | $4.55^{c}$ |
| 2.0 | $6^{abcd}$ | $3.44^{c}$ |
| 2.5 | $4.9^{ef}$ | $3.7^{c}$ |
| 3.0 | $4.1^{f}$ | $2.52^{c}$ |

5.2การผลการศึกษาความเข้มข้นของสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิด คือ Agar และ Gelatin จากตารางที่ 4 และรูปที่ 7 พบว่า เมื่อปริมาณความเข้มข้นของ Gelatin เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 2.0 ของปริมาณน้ำสกัดที่ใช้ ค่าแรงกดสูงสุดที่มีค่าลดลง ส่วนในกรณีของ Agar ถ้าเพิ่มปริมาณของ Agar ให้มากขึ้น ค่าแรงกดสูงสุดก็จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในกรณีของการยอมรับจากผู้ชิม พบว่า ถ้าปริมาณ Gelatin ที่เติมมีปริมาณสูงกว่าร้อยละ 2 คะแนนการชิมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เพราะผู้บริโภคจะไม่ชอบลักษณะที่นิ่มเหลว และถ้าเป็น Agar ที่เติมมีปริมาณสูงกว่าร้อยละ 2 คะแนนการชิมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน เพราะผู้บริโภคจะไม่ชอบลักษณะที่แข็งกรอบ ไม่มีความยืดหยุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

## สรุปผลการทดลอง

1.การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารที่ทำให้เกิดเจลจากต้นเฉาก๊วยแห้งให้ดีขึ้น และระยะเวลาที่ใช้เป็นมาตรฐานในการสกัดที่เหมาะสม คือเวลา 3 ชั่วโมง

2.แป้งมันสำปะหลัง ปริมาณร้อยละ 5.7 ของปริมาณน้ำสกัดจะทำให้ได้เจลเฉาก๊วยที่มีลักษณะ สีดำเป็นมันวาว เนื้อเนียนแข็ง กรอบ มีความยืดหยุ่นดี ไม่ติดภาชนะ ทั้งนี้เพราะ แป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติในการพองตัวที่ดี และมีความข้นหนืด ทำให้เจลอยู่ในสภาพแข็งต่ำ คงรูปอยู่ได้ และสามารถรวมตัวกับสารแขวนลอยในน้ำเฉาก๊วยสกัดได้ดี เนื่องจากเกิดโครงสร้างตาข่าย (Continuous net work) ได้ดีกว่าแป้งชนิดอื่น ๆ

3.การใช้ Agar รวมกับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5.7 ของปริมาณน้ำเฉาก๊วยสกัด ในปริมาณร้อยละ 0-3 จะทำให้ค่าความแข็งสูงขึ้นตามลำดับ การใช้ Gelatin รวมกับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5.7 ของปริมาณน้ำเฉาก๊วยสกัด ในปริมาณร้อยละ 0-3 จะทำให้ค่าความแข็งสูงขึ้น ถึงแค่ระดับปริมาณร้อยละ 2 เท่านั้น ถ้าเติมมากกว่าปริมาณร้อยละ 2 จะทำให้ค่าความแข็งลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

1.ศึกษาอายุการเก็บรักษา ในกรณีที่มีการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ช่วยในการทำให้เกิดเจลเฉาก๊วย จะมีผลต่ออายุการเก็บ หรือไม่

2.พัฒนาผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยให้อยู่ในรูปของ เฉาก๊วยกึ่งสำเร็จรูป เช่นการทำเฉาก๊วยผง โดยมีการนำสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ศึกษาได้ มาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิต เป็นเฉาก๊วยผง ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถนำไปผลิตเป็นเฉาก๊วยรับประทานเอง ไม่ยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

กฤษณา ชุติมา. 2523. หลักเคมีทั่วไป เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 6. โรงพิมพ์พิฆเณศ. กรุงเทพฯ. 533 น.

กฤษณา สัมพันธารักษ์. ม.ป.ป. พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.258 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2526. มันปะหลัง. งานทะเบียนและประมวลสถิติกองแผนงานและวิชาการ,กรุงเทพฯ. 164 น.

เกรียงไกร ไทยอ่อน. 2531. ปลูกเฉาก๊วยก็รวยได้. เดลินิวส์(4 เมษายน 2531) : 11.

จำรัส อินทร. ม.ป.ป. การปลูกต้นเฉาก๊วยเพื่อการค้า. สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, เชียงใหม่. 3 น. (โรเนียว)

ชวลิต ลีลานุกิจ. 2526. เฉาก๊วย. ฐานเกษตรกรรม 1 (8) : 39.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 441 น.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หจก. ฟันนี่พับบลิชชิง, กรุงเทพฯ. 379 น.

เทียมใจ ดุลยาทร. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการสอนวิชาพฤกษาศาสตร์ 114 (พฤกษศาสตร์ทั่วไป). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 261 น.

น้อย สาริกะภูติ. 2529. มาทดลองทำอาหาร และเครื่องดื่มกัน. อาหาร 16(2): 85-86.

นิรนาม. 2522. ฉันหย่งจงเฉ่าเอี้ยวโส่วเฉอ. พิมพ์ครั้งที่ 2, เซียนกู้อินซูเปิ่นเชียงกั่นเฟินกวั่ง. ฮ่องกง. 1040 น. (ต้นฉบับภาษาจีน)

---------. 2523. เฉาก๊วย. แม่บ้าน. 4(53): 35.

---------. 2526. คเชนทร์ ภูตินาท ผู้นำพันธุ์"เฉาก๊วย"มาปลูกเป็นคนแรกในเมืองไทย. ขนชาติ (9-15 ธันวาคม 2526). (โรเนียว).

ใบไม้ไหว. 2530. คุณรู้จักเฉาก๊วยดีรึยัง. เคหการเกษตร 11(123):55.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 182 น.

Bonner,J. snd J.E. Varner. 1965. Plant Biochemistry. Academic Press,New York. 1054 p.

Coulson, J.M. and J.F. Richardson. 1968. Chemical Engineering. Vol.2. Pergamon Press, Oxford. 489 p.

Doesburg, J.J. 1965. Pectic Substances in Fresh and Preserve Foods and Vegetables. Institute of Research Obsolete and Processing of all Collected Producer, Waingen. 152 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Guthrie, R.D. 1974. Introduction to Carbohydrate Chemistry. 4th ed.,Clarendon Press, London. 120 p.

Klein, R.M. 1987. Cell Walls (plant), pp. 373-376. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.3. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company,New York.

Preston, R.D. 1974. The Physical Biology of Plant Cell Walls. Chapman and Hall, London. 491 p.

Sankey, B.M. 1987. Extraction, pp. 534-535. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.6. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

Sittig, M. 1987. Sodiumcarbonate, pp.496-497. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.16. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

Southgate, D.A.T. 1976. Determination of Food Carbohydrates. Applied Science Publishers Ltd., London. 178 p.

Weaver, E.E. 1987. Carbonate, p.209. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.3. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

Whistler, R.L. 1987. Hemicellulose, pp. 391-392. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.8. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

Whistler, R.L. and J.N. BeMiller. 1965. Methods in Carbohydrate Chemistry V. 5 General Polysaccharides. Academic Press, New York. 463 p.

Whistler, R.L. and J.R. Daniel. 1987a Mannans, pp. 372-273. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.10. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

_____.1987b Pectin,pp.175-176. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. Vol.13. 6th ed.,McGraw-Hill Book Company, New York.

Wise, L.E. 1950. Wood Chemistry. 3d ed., Edwads Brothers, Inc., Michican. 900 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก
# การวัดลักษณะปรากฏของเฉาก๊วยที่มีชนิดแป้งต่างกัน

## การวัดค่าแรงกดสูงสุด

การใช้เครื่องวัด Texture (Stable Micro Systems) โดยวางตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัด บนแท่นวางตัวอย่าง แล้วสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ค่าแรงที่ใช้กดลงบนตัวอย่างอาหาร จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องวัด และกลับเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการประมวลผล แสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงที่ใช้ ณ.เวลาต่าง ๆ บนจอมอนิเตอร์ สามารถทำการเรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกราฟได้

**วิธีวิเคราะห์**

1.เตรียมตัวอย่างเฉาก๊วย รูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ความสูง 3 เซนติเมตร

2.เปิดเครื่องวัด Texture และคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ประมวลผล เข้าสู่โปรแกรม Texture Expert

3.ทำการ TA-Calibration Force ด้วยก้อนเหล็กน้ำหนัก 5 กิโลกรัม และ TA-Calibration probe (โดยต้องใส่หัววัด probe ทุกครั้งก่อนสั่งงาน)

4.TA-Setting โดยเลือก Test mode เป็น Measure Force in Compresstion

Test option เลือก Return to start

Parameters

Pre Test Speed: 5.0 mm/s Test Speed: 2.0 mm/s

Post Test Speed: 5.0 m/s Rupture Test Dist: Unknown

Distance: 50.0 % Force: Unknown

Trig Type Auto

Force: 10 g

Setting

Force Grams

Distance % Strain

Probe : P 75 75 mm COMPRESSION PLATEN

5.วางตัวอย่าง ลงบนแท่นวางตัวอย่าง เลือกคำสั่ง TA-Run a test แล้วตั้งชื่อ File ที่ต้องการบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข.
## การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)
## โดยเครื่อง Cecil Spectrophotometer CE 202

การวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเครื่อง Spectrophotometer

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดจำนวนความถี่หนึ่ง ๆ มากกว่าที่จะวัดค่าจำนวนความถี่ของคลื่นแสงทั้งหมด ในช่วงความยาวคลื่น 380-770 นาโนเมตร ที่ประกอบขึ้นเป็นลำแสงนั้น อันผ่านทะลุตัวอย่าง มาด้วยการแต่งปริซึม (Prism) บังคับให้ความถี่คลื่นแสงที่ต้องการผ่านทะลุตัวอย่างเข้ามาเท่านั้น เครื่องมือนี้นอกจากสามารถที่จะป้องกันไม่ให้คลื่นของแสงที่ไม่ต้องการผ่านทะลุตัวอย่างเข้ามาแล้ว ยังสามารถวัดปริมาณสัมผัสคลื่นแสงที่ผ่านทะลุ หรือคลื่นแสงที่ดูดซึมอยู่ในตัวอย่างอีกด้วย ซึ่งจากค่าที่วัดได้นี้จะสามารถนำมาวัด Spectral transmission curve ของตัวอย่างที่นำมาวัดค่า ซึ่งจาก curve นี้สามารถนำไปหาค่าต่าง ๆ ได้ ตามความต้องการดังนี้

-หาตำแหน่งของคุณลักษณะในการดูดซึมของลำแสงสำหรับสารประกอบแต่ละอย่าง (Determine location of chracteristic absorption bobds for particular compound)

-ค่าที่ได้สามารถนำมาหา Chemical nature ของตัวอย่าง

-แสดงออกถึงค่าความเข้มข้นของเนื้อสารที่ปนอยู่ในสารละลายตัวอย่าง

-เป็นเครื่องช่วยในการแบ่งเกี่ยวกับ Color specification (นฤดม,2532)

**วิธีการวิเคราะห์**

1.เปิด Power on

2.หมุนตรงตัวอักษร W ไปให้ได้ wavelenght ที่ต้องการวัด(480 nm)

3.ดู lamp ว่าเป็น viible ⟶ ใช้ Tungsten lamp

ultra vialet ⟶ ใช้ Deutirium lamp

4.ดูปุ่ม Z สังเกตสเกลอยู่เลข 0% T หรือไม่ ถ้าไม่ใช้หมุนปุ่ม T ช้า ๆ จนเลื่อนมาที่เลข 0% T

5.เริ่มวัดโดยใส่ cuvette ในเครื่อง

6.หมุน Z ไปที่ measure อ่านค่า absorbace

7.หมุน Z กลับไปที่เดิม นำ cuvette ออก

8.วัดค่า Absorbance ของตัวอื่นต่อไป

9.นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความขุ่น โดยใช้การประเมินจากค่ากาดูดกลืนแสง ถ้าค่าการดูดกลืนแสงมาก แสดงความขุ่นมากกว่าค่าการดูดกลืนแสงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1.นำน้ำเฉาก๊วยที่สกัดได้ 1 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น 99 มิลลิลิตร

2.นำตัวอย่างจากข้อที่ 1 มาทำการวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.
## การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

### ใบรายงานการทดสอบ

**ผลิตภัณฑ์ เฉาก๊วย**
**ชื่อผู้ตัดสิน**.....
**วันที่**..... **เวลา**.....

**คำแนะนำ**

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ และให้คะแนนตามลำดับคะแนนความชอบตัวอย่างที่เสนอให้ กรุณาบ้วนปากระหว่างอาหารตัวอย่าง

**กำหนดให้**

| ระดับคะแนน | ระดับคะแนน |
|---|---|
| 9 ชอบมากที่สุด | 4 ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 ชอบมาก | 3 ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 ชอบปานกลาง | 2 ไม่ชอบมาก |
| 6 ชอบน้อยที่สุด | 1 ไม่ชอบที่สุด |
| 5 เฉย ๆ | |

| รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ความคงตัว<br>รสชาติ<br>ลักษณะเนื้อ<br>สัมผัส<br>ความยอมรับ | | | | | |

**ข้อเสนอแนะและวิจารณ์**.....
.....
.....
.....

**ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติความชอบรวมของผู้ทดสอบชิม ที่มีต่อเฉาก๊วย ซึ่งเติม Gelatin และ Agar ในปริมาณร้อยละของน้ำสกัดจากต้นเฉาก๊วย ในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยวิเคราะห์แบบ Factorial in RCB ให้ผลดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความชอบรวมของเฉาก๊วย ที่ผสม Gelatin

| SOV | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| trt | 7 | 188.195 | 26.885 | 5.68** | 2.16 | 2.94 |
| block | 9 | 42.59 | 4.732 | 3.61** | 2.03 | 2.71 |
| eror | 63 | 82.875 | 1.31 | | | |
| total | 79 | 313.65 | | | | |

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติ ความชอบรวมของเฉาก๊วยที่ใช้ Agar

| SOV | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| trt | 7 | 200.18 | 28.59 | 5.7** | 2.16 | 2.94 |
| block | 9 | 45.16 | 5.01 | 3.36** | 2.03 | 2.71 |
| eror | 63 | 94.16 | 1.49 | | | |
| total | 79 | 339.5 | | | | |

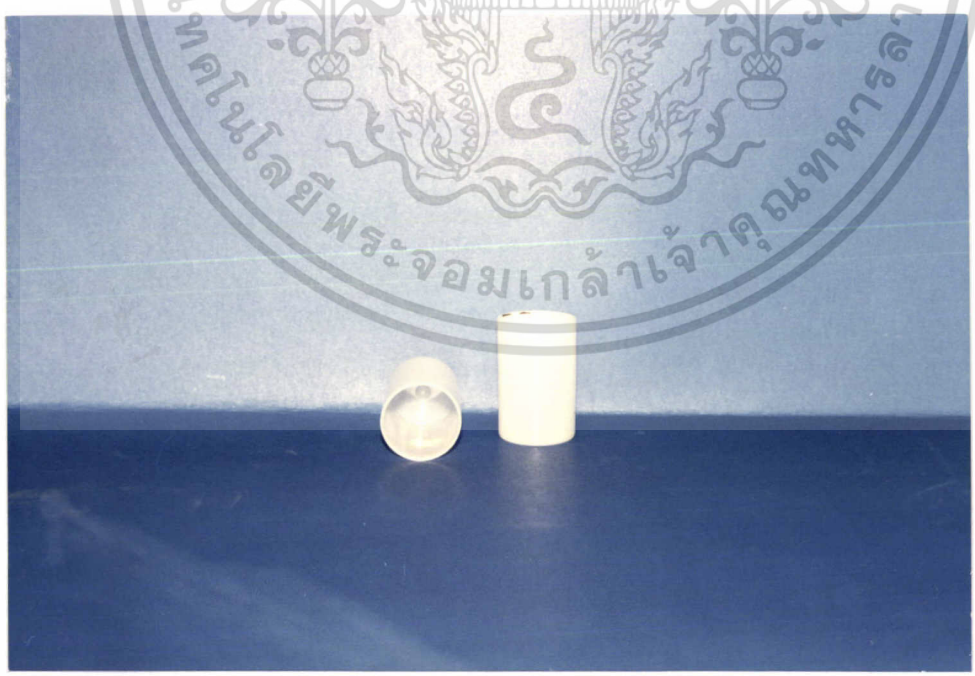
** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

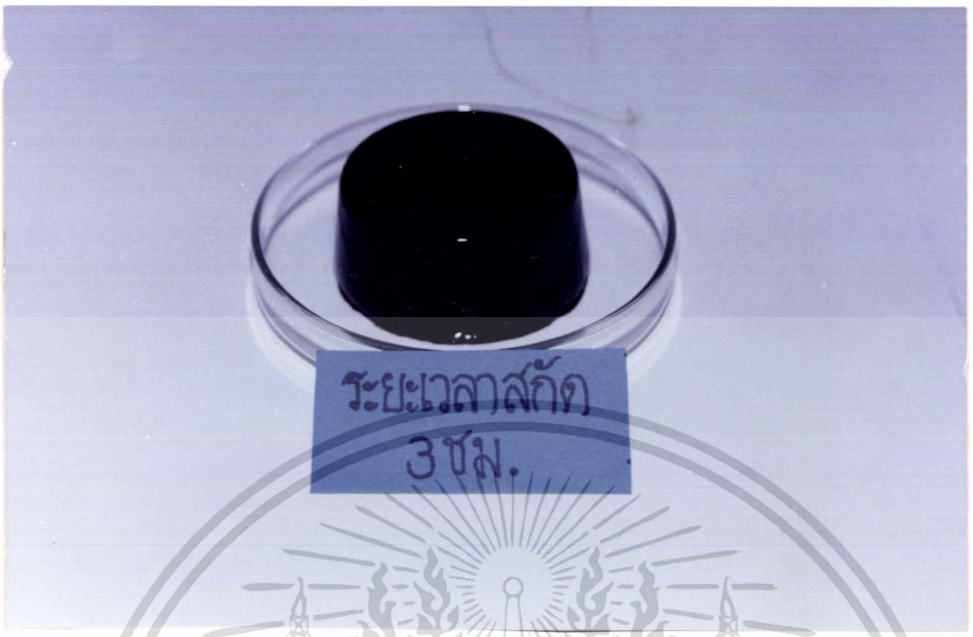
# ภาคผนวก ง.
# ภาพประกอบผลการทดลอง

ภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างต้นเฉาก๊วยแห้งตราไก่



ภาพภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างพิมพ์ใส่เฉาก๊วย

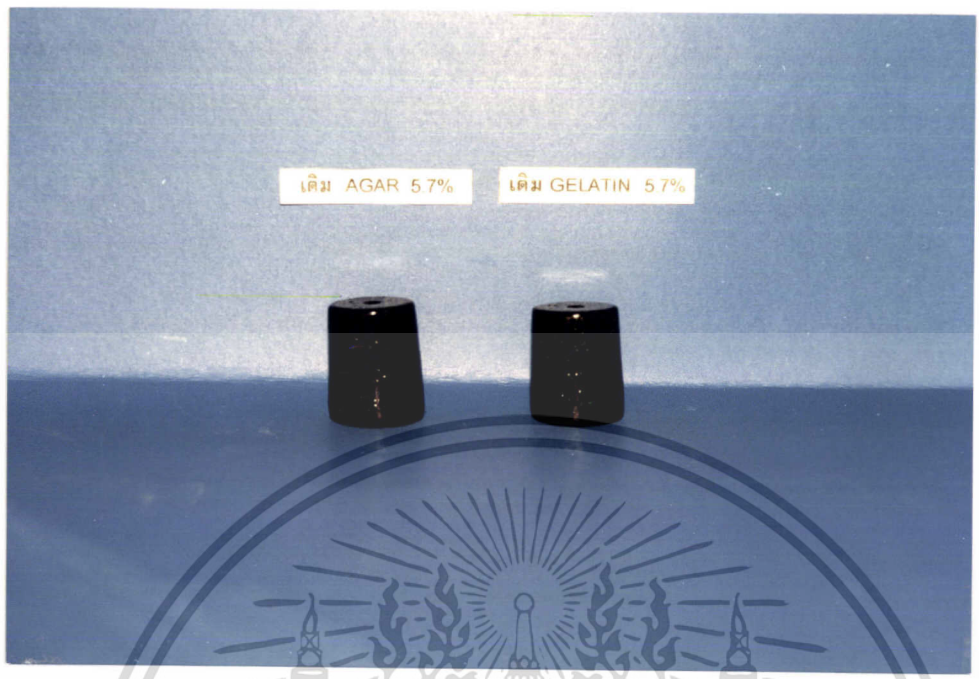
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาคภาคผนวกที่ 3 ตัวอย่างเฉาก๊วย จากน้ำสกัดเฉาก๊วย ที่เวลา 3 ชั่วโมง (ใช้ $Na_2CO_3$ในการสกัด)

**ภาพภาคผนวกที่ 4 ตัวอย่างเฉาก๊วยที่ใช้แป้งต่างชนิดกัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



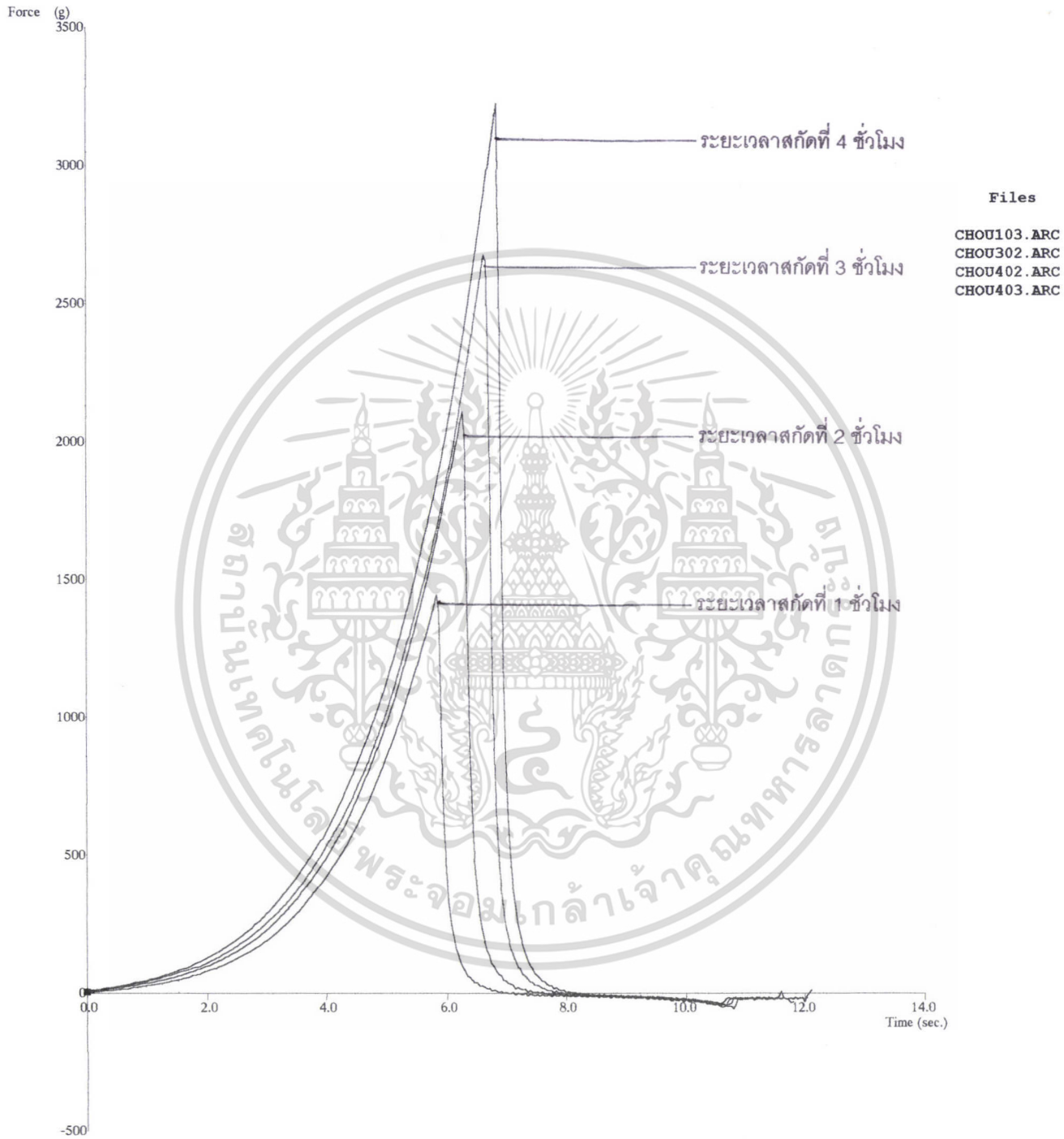

ภาพภาคผนวกที่ 5 ตัวอย่างเจลเฉาก๊วยที่เติม Agar และ Gelatin

ภาพภาคผนวกที่ 6 เครื่องวัด Texture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 7 Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพภาคผนวกที่ 8 กราฟแสดงความแข็งของเจลเฉาก๊วยที่วัดด้วยเครื่อง Stable Micro Systems**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประวัติผู้เขียน**

นายถาวร เผด็จสุวันนกูล เกิดวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 สถานที่เกิด จังหวัดนครปฐม จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา เมื่อปีพุทธศักราช 2537 และ สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจาก สาขาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี เมื่อปีพุทธศักราช 2539 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีพุทธศักราช 2541

นายบุญศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย เกิดวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 สถานที่เกิด จังหวัดชลบุรี เริ่มต้นศึกษาระดับอนุบาล และประถมศึกษาที่โรงเรียนสัตหีบ จบระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนอัสสัมชัญระยอง จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ เมื่อปีพุทธศักราช 2537 และ สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจาก สาขาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี เมื่อปีพุทธศักราช 2539 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีพุทธศักราช 2541

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้