20383

# การศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือก

**( Study of chemical substance for physical property of aloe vera after peeling )**

T096560


**จัดทำโดย**

**นายกิตติสิน พิพัฒน์วรากุล รหัสประจำตัว 44040177**

**นายจิรชาญ ลิ้มสกุล รหัสประจำตัว 44040179**


ปพ.
ก675ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96560
วัน.เดือน.ปี.....

**รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต**

**ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2547**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

**การศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือก**

**( Study of chemical substance for physical property of aloe vera after peeling )**

## จัดทำโดย


| | | |
|---|---|---|
| นายกิตติสิน | พิพัฒน์วรากุล | รหัสประจำตัว 44040177 |
| นายจิรชาญ | ลิ้มสกุล | รหัสประจำตัว 44040179 |


## ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 1 / ต.ค. / 48 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. รุจิรา ตาปราบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายกิตติสิน พิพัฒน์วรากุล , นายจิรชาญ ลิ้มสกุล การศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณลักษณะทางกายภาพของว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือก

( Study of chemical substance for physical property of aloe vera after peeling )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร (พิเศษ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. รุจิรา ตาปราบ , 32 หน้า

ว่านหางจระเข้เป็นพืชชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจในด้านคุณประโยชน์ต่อร่างกายและได้มีการนำว่านหางจระเข้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น ว่านหางจระเข้ลอยแก้วกระป๋อง น้ำว่านหางจระเข้ เป็นต้น แต่ขณะที่เนื้อว่านหางจระเข้อยู่ในระหว่างการรอการแปรรูปหรือการขนส่งจะส่งผลให้เนื้อว่านหางจระเข้เสียลักษณะและความสดไป จึงได้มีการศึกษาเพื่อที่จะให้เนื้อว่านหางจระเข้ให้มีความสดและอยู่ได้นานที่สุดหลังการปอกเปลือกแล้ว การทดลองนี้ต้องการที่จะศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือก โดยใช้สารในกลุ่มแคลเซียม ได้แก่ $CaCl_2$ น้ำปูนใส $CaSO_4$ และ $Ca(OH)_2$ โดยการทดลองจะเน้นที่ลักษณะสีและความแข็งของเนื้อว่านหางจระเข้ให้มีสภาพใกล้เคียงของเนื้อว่านหางจระเข้สดมากที่สุด ภายในระยะเวลา 3 วัน พบว่า เกลือ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 2 % สามารถเก็บรักษาเนื้อว่านหางจระเข้ได้ผลดีในระยะเวลา 3 วัน น้ำปูนใสจะไม่เหมาะสมเนื่องจากความแข็งของเนื้อว่านไม่ดีพอ $Ca(OH)_2$ จะทำให้เนื้อว่านเสียทั้งลักษณะสีและความแข็ง ส่วน $CaSO_4$ จะไม่สามารถเก็บเนื้อว่านได้ในระยะ 3 วัน

กิตติสิน พิพัฒน์วรากุล
จิรชาญ ลิ้มสกุล

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี 1 เมษ. 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. รุจิรา ตาปราบ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาให้แนวทาง คำแนะนำ และความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ด้วยความอดทน ตลอดจนตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณพี่ธง ที่ช่วยให้คำปรึกษาด้านต่าง ๆ ทั้งในการให้ข้อมูล และการทำการทดลอง ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำการทดลอง ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ช่วยเลี้ยงดูและช่วยส่งเสียเราทั้ง 2 ให้ได้รับการศึกษาจนจบ

นายกิตติสิน พิพัฒน์วรากุล

นายจิรชาญ ลิ้มสกุล

22 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค - ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ | 2 |
| 2.1 องค์ประกอบสำคัญในว่านหางจระเข้ | 2 |
| 2.2 ประโยชน์ของว่านหางจระเข้ | 5 |
| 2.3 การเสื่อมเสียของเจล | 7 |
| 2.4 บทบาทของเกลือกลุ่มแคลเซียมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผักผลไม้ | 8 |
| บทที่ 3 วิธีการทดลอง | 10 |
| 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง | 10 |
| 3.2 วัตถุดิบ | 10 |
| 3.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการทดลอง | 10 |
| 3.3.1 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้ $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใส | 10 |
| 3.3.2 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส | 12 |
| 3.3.3 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง) | 14 |
| 3.3.4 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลายาว ( 1 วัน – 3 วัน ) | 16 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | 17 |
| 4.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้ $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใส | 17 |
| 4.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส | 19 |
| 4.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง) | 23 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลายาว
( 1 วัน – 3 วัน ) 26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 30
เอกสารอ้างอิง 31
ภาคผนวก ก 32
ภาคผนวก ข 33




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 Egg box model 9
3.1 แสดงขั้นตอนของการทดลองการใช้ $CaCl_2$ และน้ำปูนใส ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 11
3.2 แสดงขั้นตอนของการทดลองการใช้น้ำเปล่า ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แช่ตู้เย็น ที่สภาวะ ต่าง ๆ กัน 12
3.3 แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่ $CaCl_2$ และน้ำปูนใส ก่อนจะนำไปแช่ในน้ำเชื่อม 13
3.4 แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่น้ำเชื่อมเลย 14
3.5 แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่ใน $CaCl_2$ $Ca(HO)_2$ และ $CaSO_4$ 1 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเปล่า 15
3.6 แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำว่านหางจระเข้ไปแช่ใน $CaCl_2$ และ$CaSO_4$ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 4.1 แสดงผลของน้ำปูนใสต่อว่านหางจระเข้ตลอดระยะเวลา 3 วัน | 17 |
| 4.2 แสดงผลของ $CaCl_2$ ต่อว่านหางจระเข้ตลอดระยะเวลา 3 วัน | 17 |
| 4.3 แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 1 | 19 |
| 4.4 แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 1 | 20 |
| 4.5 แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 1 | 20 |
| 4.6 แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 2 | 20 |
| 4.7 แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 2 | 21 |
| 4.8 แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 2 | 21 |
| 4.9 แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 3 | 21 |
| 4.10 แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 3 | 22 |
| 4.11 แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 3 | 22 |
| 4.12 แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้เมื่อแช่ในสารละลายต่าง ๆ เวลา 30 นาที และ 1 ชั่วโมง | 23 |
| 4.13 แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ในน้ำเปล่าในระยะเวลา 1 วัน | 24 |
| 4.14 แสดงผล ลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ใน น้ำเปล่าในระยะเวลา 2 วัน | 24 |
| 4.15 แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ใน น้ำเปล่าในระยะเวลา 3 วัน | 25 |
| 4.16 แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะ เวลาต่างๆ | 26 |
| 4.17 แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากนำไปลวกแล้วนำไปวัดผล | 27 |
| 4.18 แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ | 28 |
| 4.19 แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากนำไปลวกแล้วนำไปวัดผล | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ว่านหางจระเข้ เป็นพืชชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจในด้านคุณประโยชน์ต่อร่างกายและได้มีการนำว่านหางจระเข้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ว่านหางจระเข้ลอยแก้วกระป๋อง น้ำว่านหางจระเข้ เป็นต้น แต่ลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ที่จะทำการแปรรูปนั้น จะอยู่ในรูปของเนื้อว่านหางจระเข้ที่ปอกเปลือกแล้ว ซึ่งลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือกนั้นจะง่ายต่อการเสื่อมเสีย เพราะว่ามีความชื้นสูงซึ่งเป็นลักษณะที่ทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี และว่านหางจระเข้จะมีการสูญเสียน้ำค่อนข้างเร็ว จะทำให้คุณลักษณะของว่านหลังการปอกเปลือกเหี่ยวเร็ว จึงได้มีการศึกษาการใช้สารเคมี เพื่อที่จะยืดอายุว่านหางจระเข้หลังการปอกเปลือก โดยจะศึกษาการคงตัวและสีของว่านหางจระเข้ เพื่อที่จะรอกระบวนการแปรรูปหรือขนส่ง ซึ่งระยะเวลาที่ทำการขนส่งจากเกษตรกรไปยังโรงงานแปรรูปว่านหางจระเข้นั้น จะมีระยะเวลาประมาณ 1- 3 วัน ดังนั้นสาเหตุที่มีการใช้สารเคมีก็เพื่อจะดูว่าสามารถรักษาคุณลักษณะของว่าหางจระเข้หลังการปอกเปลือกได้มากน้อยเพียงใด

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาว่านหางจระเข้หลังปอกเปลือก
2. เพื่อศึกษาผลของสารเคมีที่มีต่อคุณลักษณะของว่านหางจระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# วารสารปริทัศน์

ว่านหางจระเข้ที่ปลูกในไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Aloe barabadensis Mill. ( Syn. Aloe Vera Linn.. Aloe indica Rogle. ) ชื่อสามัญในภาษาอังกฤษมีเรียกหลายชื่อ เช่น Mediterranean Aloe , Joffer Bad . barbados . True Aloe , Star Cactus . Aloin จัดอยู่ในวงศ์ Liliaceae มีชื่ออื่นๆ เรียกแตกต่างออกไปในประเทศไทยทางภาคเหนือเรียกว่า ว่านไฟไหม้ ภาคกลางเรียก หางจระเข้ ( ศิริมา . 2531 )

พืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดแอฟริกาตอนใต้และชายฝั่งเมดิเตอร์เรเนียน สามารถเจริญเติบโตได้ ตั้งแต่แถบชายฝั่งทะเลจนถึงแถบภูเขาทะเลทราย พันธุ์มีมากกว่า 300 ชนิด ( ทัศนีย์ . 2530 ) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มใบหนาและยาวคล้ายกริชสีเขียว ใบยาวประมาณ 30 นิ้ว โคนใบใหญ่ ปลายใบแหลม และมีหนามแหลมตามริมครีบใบ เนื้อเยื่อภายในใบเป็นวุ้น ใบคลี่ออกรอบโคนต้นพื้นดินเล็กน้อย ก้านจะแทงขึ้นมาจากกลางต้นเป็นก้านแข็ง สูงราว 2 ฟุต สีแดงอมเหลือออกดอกเป็นช่อ ( เกสร . 2531 )

**2.1 องค์ประกอบสำคัญในว่านหางจระเข้** ( เกสร . 2531 )

เจลจากต้นว่านหางจระเข้ จะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ น้ำ 99.5% ส่วนประกอบของแข็ง ( Solid component ) 0.5% ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้

**1. คาร์โบไฮเดรต ( Carbohydrate )**

จัดเป็นองค์ประกอบหลักในส่วนประกอบของแข็ง ( Solid component ) ซึ่งปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิด ( Species ) .ฤดูกาล,ขนาดและอายุของว่าน โดยทั่วไปมีปริมาณร้อยละ 0.3 - 0.8 ของเจล น้ำตาลที่มีอยู่มาก คือ กลูโคส และ แมนโตส ประมาณ 1 : 2.8 Pollysaccharide ในวุ้นได้แก่ กาแลคโตส ( Galactose ) . Xylose . Arabinose . Rhamnose , เซลลูโลส ( Cellulose ) , เฮมิเซลลูโลส ( Hemicelulose ) . Pentosan สารที่ทำให้เจลเหนียวหนืด คือ Partially Acetylated Glucomannan ที่แตกต่างต่างกันในอัตราส่วน อย่างน้อย 4 ชนิด เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ( Hydrolysis ) ของ acetylated – carbohydrate เหล่านี้ ความหนืดของเจลจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. โปรตีน**

พบว่าเจลว่านหางจระเข้จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 0.013 – 0.06 กรดอะมิโน ( Amino acid ) ที่มีมากในเจล คือ Aspartic acid , Phenylanine , Valine , Leucine , Isoleusine , Glutamine , Glycine , Cysteine

โดยมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ( Essential amino acid ) อยู่ 8 ชนิด ชนิดในปริมาณรวมกันประมาณร้อยละ 47 ของกรดอะมิโนทั้งหมด โดยที่มีปริมาณมากที่สุด คือ Arginine มีปริมาณร้อนละ 18 และรองลงมาคือ Histidine ประมาณร้อยละ 13 ของกรดอะมิโนทั้งหมด

**3. เอนไซม์**

เอนไซม์ในเจลส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์ในกลุ่มไฮโดรเลส ( Hydrolase) และ Oxidoreductase ได้แก่ เซลลูเลส ( Cellulase ) คาร์บอซีเปปซิเดส ( Carboxypeptidase ) บราดีไคเนส ( Bradykinae ) คะตะเลส ( Catalase ) อะไมเลส ( Amylase ) ออกซิเดส ( Oxidase ) เปอร์ออกซิเดส ( Preoxidase ) ไลเปส ( Lipase) เอนไซม์ทั้งหมดจะอยู่ภายในไมโตรคอนเดรีย ( Mitochondria ) ของเซลล์พืชเมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายจะมีการปล่อยเอนไซม์เหล่านี้ออกมาโดยเฉพาะเอนไซม์บราดีไคเนส ( Bradykinase ) ซึ่งช่วยในการเสริมฤทธิ์ ลดการอักเสบ

**4. สเตอรอล ( Sterols )**

พบว่ามี Campesterol เบต้า – ซิโตสเตอรอล และ Cholesterol จำนวนเล็กน้อย

**5. กรดอินทรีย์ ( Organic acid )**

พบว่ามีจำนวนเล็กน้อย ได้แก่ กรดกลูตามิค ( Glutamic acid ) กรดมาลิค ( Malic acid ) กรกซัคซินิค ( Sucinic acid ) กรดซิตริก ( Citric acid ) และ Phenolic derivatives เช่น Aloesin Alonin ปริมาณของกรดจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกลาและพบมากที่สุดที่ฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6. วิตามิน ( Vitamin )**

พบ โปร – วิตามินเอ วิตามินเอ ( Vitamin A ) วิตามินบี ( Vitamin B ) วิตามินบี 2 ( Vitamin $B_2$ ) ไนอะซินเอไมด์ ( niacinamide ) บี 6 ( $B_6$ ) บี 12 ( $B_{12}$ ) ( ปริมาณสูง ) วิตามินซี ( Vitamin C ) วิตามินอี ( Vitamin E ) แอสคอร์บิค ( Ascorbic acid ) โคลิน ( Choline ) กรดโฟลิค ( Folic acid )

**7. เกลือแร่ ( Mineral )**

พบมากที่สุดในเจล คือ โพแทสเซียม โซเดียม แมกเนเซียม นอกจากนี้ยังมี ฟอสฟอรัส ซิลิโคน ( Silicon ) เหล็ก แมงกานีส อลูมิเนียม โบรอน ไททาเนียม นิกเกิล โมลิดีนัม คอบเปอร์ โครเมียม และ สังกะสี ปริมาณของเกลือแร่เหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงตามสถานที่ปลูก

**8. แอนทราควิโนน ( Anthraquinone )**

ปกติอยู่ในยาสีเหลืองที่อยู่ที่ผิวใบ มีสรรพคุณเป็นยาระบายได้ ขึ้นกับปริมาณของ Hydroxyanthraquione อิสระและความง่ายของการสลายตัวของ Glucoside ซึ่งจะได้ Hydroxyanthraquione และ Aloe emodin สาร Anthraquinone ยังพบว่า เป็นต้นเหตุทำให้เจลเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเมื่อถูกแสง และอากาศ

**9. สารอื่นๆ**

เช่น ลิกนิน ซาฟอนนิน สารระเหย โดยซาฟอนนิน ( Saponins ) มีสรรพคุณในการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ อะลอกติน - เอ ( Aloctin – A ) หรือเลกตินพี – 2 ( Lectin P – 2 ) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไกลโคโปรตีน มีน้ำหนักโมเลกุล $1.8 \times 10^4$ และอัตราส่วนของโปตีน : น้ำตาล = 8.2 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีฤทธิ์การบวมอักเสบ ลดอาการบวมช่วยสมานแผลไฟไหม้ และโรคผิวหนัง รักษาโรคมะเร็งบางชนิด

นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประกอบจำพวกสารปฏิชีวนะ ( Antibiotic ) ฮอร์โมนที่มีฤทธิ์สมานแผล ( Wound – Healing hormone ) และสารที่ทำให้โลหิตแข็งตัว ( Blood coagulating agent )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2 ประโยชน์ของว่านหางจระเข้**

น้ำยาง มีสีเหลือง รสขม น้ำยางนี้เราคุ้นเคยกันดีในเจล กานำมาใช้เป็นยาระบาย เรียกว่า " ยาดำ " ( Babados aloes หรือ curacao aloe ) มีสีค่อนข้างเหลือง คือ น้ำตาลปนแดงหรือน้ำตาลช็อคโกแลต สารเคมีที่ในยาดำมีแอนทราควิโนน กลีเซอไรด์ ( Anthraquinone glyceride ) ซึ่งมีสรรพคุณดังนี้

- บรรเทาอาการเสียดท้อง เพราะยาพวกนี้ไปเพิ่มการเคลื่อนไหวของลำไส้ใหญ่
- ช่วยบรรเทาโรคกระเพาะ และลำไส้ โดยช่วยลดกรด และสมานแผลลำไส้อักเสบ
- ช่วยระบบขับถ่ายที่ไม่ปกติ
- **ใช้ยาดำเป็นส่วนประกอบในทิงเจอร์**

วุ้น หรือเมือก หรือเรียกว่า " เจล " เป็นสารอยู่ใน Parenchyma tissue มีลักษณะใสไม่มีสี หรือสีเหลืองอ่อน มัน ลื่น ไม่มีรสชาติ และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาก มีค่าความเป็นกรดด่าง ( pH ) ประมาณ 4 – 5 เจลจากว่านหางจระเข้นี้มีศักยภาพสูงในทางเป็นยา มีการนำมาใช้บำบัดโรคต่างๆ อย่างแพร่หลาย

1. **มีฤทธิ์รักษาแผลในทางเดินอาหาร** โดยพบว่าเจลจากว่านหางจระเข้ใช้รักษาแผลในกระเพาะอาหารของคนได้ดี และการใช้สารสกัดจากใบว่านหางจะเข้ ( เมื่อใช้น้ำเป็นตัวสกัด ) ใช้ทั้งทางป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร ( Morsy . E.M. . 1982 ) เชื่อว่าสารที่ออกฤทธิ์ คือ Aloe – ulcin โดนมีกลไกไปขัดขวางเอนไซม์ ฮิลธิดีน ( Histidine ) ดีคาบอคซิเลส ( decarboxylase ) ซึ่งเป็นเอนม์ไซเร่งการสร้างฮีสตามีน จากฮีสธิดีน เมื่อขาดฮีสตามิน จะมีผลยับยั้งการหลั่งกรดเกลือจากกระเพาะอาหาร ส่วน ( Rubel . B.L. , 1983 ) พบว่าแมกนีเซียม แลกเทต ( magnesium lactate ) ในเจลมีฤทธิ์ลดการอักเสบที่เยื่อบุกระเพาะอาหาร โดยมีกลไกไปยับยั้งเอนไซม์ ฮิสธิดีน ดีคาบอซิเลส ( histidine decarboxyase ) เช่นกัน แต่ยังไม่พบการรายงานที่ยืนยันว่า Aloe ulcin และแมกนีเซียม แลคเทต เป็นสารเดียวกันหรือไม่

2. **รักษาแผลไหม้จากความร้อนและรังสี ( Antiburn )** ลดการอักเสบแผลสมานแผล มีการทดลองใช้เจลและครีมจากเจลของต้นว่านหางจระเข้ในการรักษาแผลไหม้จากความร้อน รังสีเอ็กซ์ และรังสีอื่น ๆ ได้ผลดี ทั้งในคน หนูขาว กระต่าย เจลจากว่านหางจระเข้ยังมีฤทธิ์ลดอักเสบ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยสมานแผลทำให้แผลหายเร็วขึ้นอีกด้วย เชื่อว่าเป็นเพราะไปขัดขวางการสร้าง Prostaglandin และมีรายงานว่าพบสาร 3 ชนิดในเจล ที่มีฤทธิ์ลดการอักเสบคือ

- เอนไซม์ บราดีไคเนส ( Bradykinase ) จะไปตัดกรดอะมิโนของ Bradykinin และ Angiotensin I ทำให้บราดีไคนินหมดฤทธิ์ Angiotensin I เปลี่ยนเป็น Angiotensin II ซึ่งทีฤทธิ์ขยายหลอดเลือด ผลคือ ลดความเจ็บปวด และลดสภาวะหลอดเลือดขยายตัวจากการอักเสบ ในการสมานแผลเอนไซม์ Bradykinase ยังช่วยย่อยโปรตีนที่ถูกทำลายเมื่อเกิดบาดแผลได้กรดอะมิโนมาใช้ในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ
- แมกนีเซียม แลคเตด ( Magnesium lactate ) จะยับยั้งเอนไซม์ ฮิสธีดีน ดีคาบอซีเลส ช่วยลดการอักเสบที่เยื่อบุกระเพาะอาหาร ตับ ปอด ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น
- อะลอกติน – เอ ( Aloctin – A ) เป็นสารสำคัญที่เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ลดอักเสบและสมานแผล เพราะจะไปลดอาการบวมจากการอักเสบ และกระตุ้นให้เกิดการแบ่งตัว ( mitosis ) ของเซลล์ โดยมีกลไกไปเร่งการทำงานของเอนไซม์ Adenylate cyclase ทำให้มีการสร้าง Cyclic AMP มากขึ้น ซึ่งเชื่อว่า Cyclic AMP จะช่วยให้มีการแบ่งตัวของเซลล์ หลังจากเกิดบาดแผล นอกจากนี้ Aloctin A ยังช่วยเพิ่มการสร้างเม็ดเลือดขาว Leukocyte ทำให้โตเร็วในการย้ายเซลล์ที่ตายแล้วออกจากบริเวณแผลเพิ่มขึ้นด้วย

**3. ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและไวรัส** พบว่าส่วนประกอบเฉพาะในเจลของว่านหางจระเข้เท่านั้น ที่มีฤทธิ์หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้เจลในความเข้มข้น 1 : 50 จะยับยั้งการเจริญเติบโตของ Staphylococcu aureus , Streptococcus pyrogenes , Corynebacterium xerosis และฤทธิ์ลดลงเมื่อเจลเกิดสีคล้ำลง พบว่าทั้ง Stabilized gel , Freeze – dired หรือเจลที่ได้รับความร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่มากโดยให้ Inhibit zone อย่างเห็นได้ชัด เมื่อมีการทดลองโดยใช้ Agar diffusion test Method ส่วนรีมจากเจลของว่านหางจระเข้มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ Pseudomonas aeruginoea และเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าเจล สำหรับฤทธิ์ในการต้านทานไวรัสนั้นมีเพียงเล็กน้อย

**4. ป้องกันโรคมะเร็ง** เนื่องจากมีสารพิเศษหลายชนิด ที่มีผลระงับการขยายตัวของเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และการที่ร่างกายรับเอาเชื้อไวรัสที่ถูกการขยายตัวก็จะก่อให้เกิดภูมิต้านทานโรคมะเร็ง ( ทัศนีย์ , 2530 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นยังมีการนำสารสกัดจากว่านหางจระเข้ด้วยตัวทำลายต่าง ๆ มาใช้ในการบำบัดรักษาด้วย เช่น ใช้ในการกำจัดฝ้าและรอยด่างดำบนผิวหนัง และผสมในครีมทากันแดด เป็นต้น รวมทั้งยังใช้ในเครื่องสำอาง เป็นมอยส์เจอร์ไรเซอร์ และ อิมัลชั่น โดยพบว่าเจลจากว่านหางจระเข้มีคุณสมบัติและประโยชน์ทางเครื่องสำอางดีกว่าผลผลิตจากส่วนอื่น ๆ ของว่านหางจระเข้ ปกติแล้วการใช้เจลจากว่านหางจระเข้สำหรับผลิตภัณฑ์ภายนอกนั้นค่อนค้างจะปลอดภัย เกิดอาการแพ้ระคายเคืองน้อยมาก

## 2.3 การเสื่อมเสียของเจล

### 2.3.1 เจลจากว่านหางจระเข้เกิดการเสื่อมเสียได้ 2 วิธี

**1. เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์** พบว่าเจลจากว่านหางจระเข้จะเสื่อมเสียเร็วมาก เนื่องจากมีสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต และเป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด ได้แก่

- Aerobic cacillus ทำให้เจลเกิดรสเปรี้ยว
- Lactic acid bacteria ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีของเจล
- ยีสต์ และรา เป็นต้น

ปกติแล้วการเสื่อมเสียของเจลจากเชื้อจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นก่อน สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี

**2. เกิดจากปฏิกิริยาเคมี** ต่อไปนี้

- ปฏิกิริยาโฟโตลิซีส (Photolysis reaction )
- ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น หรือ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล
- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ( Hydrolysis )

ปฏิกิริยาที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล คือ เกิดจากการออกซิเดชั่นของสารประกอบจำพวกฟีนอล ( Phenolic – compounds ) ได้สารสีน้ำตาล เรียกว่า " เมลานอยดิน " ( Melanoidin ) ทำให้สีของเจลคล้ำลง ดังจะเห็นว่าเมื่อเก็บเจลไว้จะเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนๆ เป็นสีชมพู และสุดท้ายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งปฏิกริยานี้อาจพบได้ในผักผลไม้อื่นด้วย เช่น มันฝรั่ง แอบเปิ้ล เป็นต้น เมื่อเกิดสีน้ำตาลขึ้นแล้ว หลังจากนั้นระยะหนึ่งเจลก็จะสลายตัวไปอย่างสมบรูณ์ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดสีน้ำตาลอาจจะมีหรือไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาก็ได้ แต่โดยทั่วไปมักจะมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องในตอนเริ่มต้น หลังจากนั้นปฏิกิริยาที่ดำเนินต่อไป อาจจะต้องการหรือไม่ต้องการเอนไซม์ก็ได้

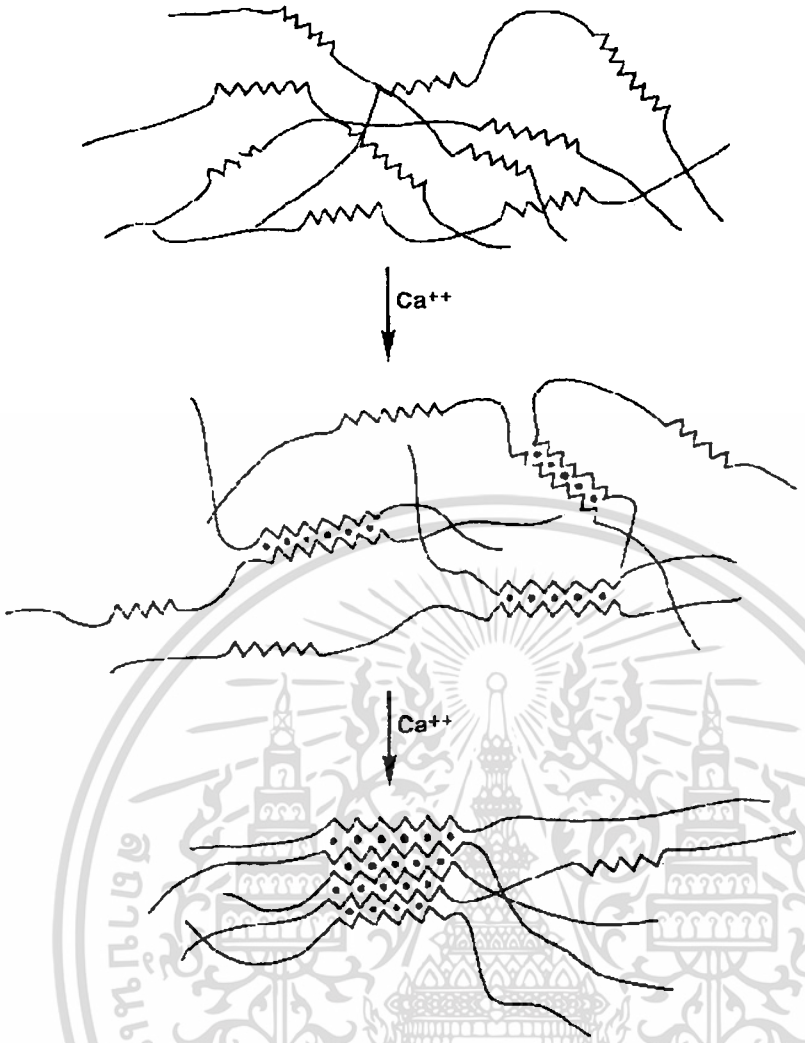
### 2.3.2 ผลการเสื่อมเสียของเจล

- สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เจลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ เจลสดที่ขูดใหม่จากใบ การนำมาใช้จึงแนะนำให้ตัดใบมาใช้เมื่อต้องการ
- เกิดการสลายตัว
- สูญเสียความหนืด
- เกิดสีคล้ำ
- กลิ่นและรสเปลี่ยนไป

## 2.4 บทบาทของเกลือกลุ่มแคลเซียมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผักผลไม้

ปกติในการที่ทำให้ผักผลไม้มีเนื้อแน่นขึ้น ได้มีการใช้สารเคมีพวกเกลือของแคลเซียมเช่น $CaCl_2$ . $CaSO_4$ และด่าง $Ca(OH)_2$ โดยที่ เกลือกลุ่มแคลเซียมสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความคงตัวให้กับผนังเซลล์ และเป็นตัวยึดโมเลกุลภายในคือ เพคติน ในเนื้อเยื่อพืชให้มีเสถียรภาพมากขึ้น การแทรกซึมของแคลเซียมเข้าไปในผักผลไม้จะมีผลทำให้แคลเซียมที่เป็นไดวาเลนซ์ (Divalence ion) ที่มีประจุบวกไปเกาะตัวอยู่ที่ผนังเซลล์ โดยจะไปจับกับสารเพคตินในผักผลไม้เกิดเป็นเกลือแคลเซียมเพคเตท และช่วยทำให้พันธะโพลีเมอร์ของเพคตินมีความแข็งแรงมากขึ้นจนเกิดเป็นร่างแหหรือตาข่ายที่มีลักษณะคล้ายกับถาดใส่ไข่ (Egg-box model)ดังแสดงรูปที่2.1 ซึ่งทำให้ผักผลไม้มีเนื้อแน่นขึ้น ปริมาณของสารช่วยทำให้เนื้อแน่นที่ใช้กับผลไม้จะต่างกันไป เนื่องจากเกลือแต่ละชนิดจะมีการแตกตัวไม่เหมือนกัน และมีความไวในการเกิดปฏิกิริยาที่มีความเป็นกรดด่างของผลไม้ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.1 Egg box model**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีการทดลอง

## 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

3.1.1 ปีกเกอร์

3.1.2 เครื่องชั่งสาร

3.1.3 บล็อคขึ้นรูปว่านหางจระเข้

3.1.4 $CaCl_2$

3.1.5 น้ำปูนใส

3.1.6 refractometer

3.1.7 blender

3.1.8 $CaSO_4$

3.1.9 น้ำตาลทราย

3.1.10 $CaOH_2$

3.1.11 phmeter

## 3.2 วัตถุดิบ

- เนื้อว่านหางจระเข้

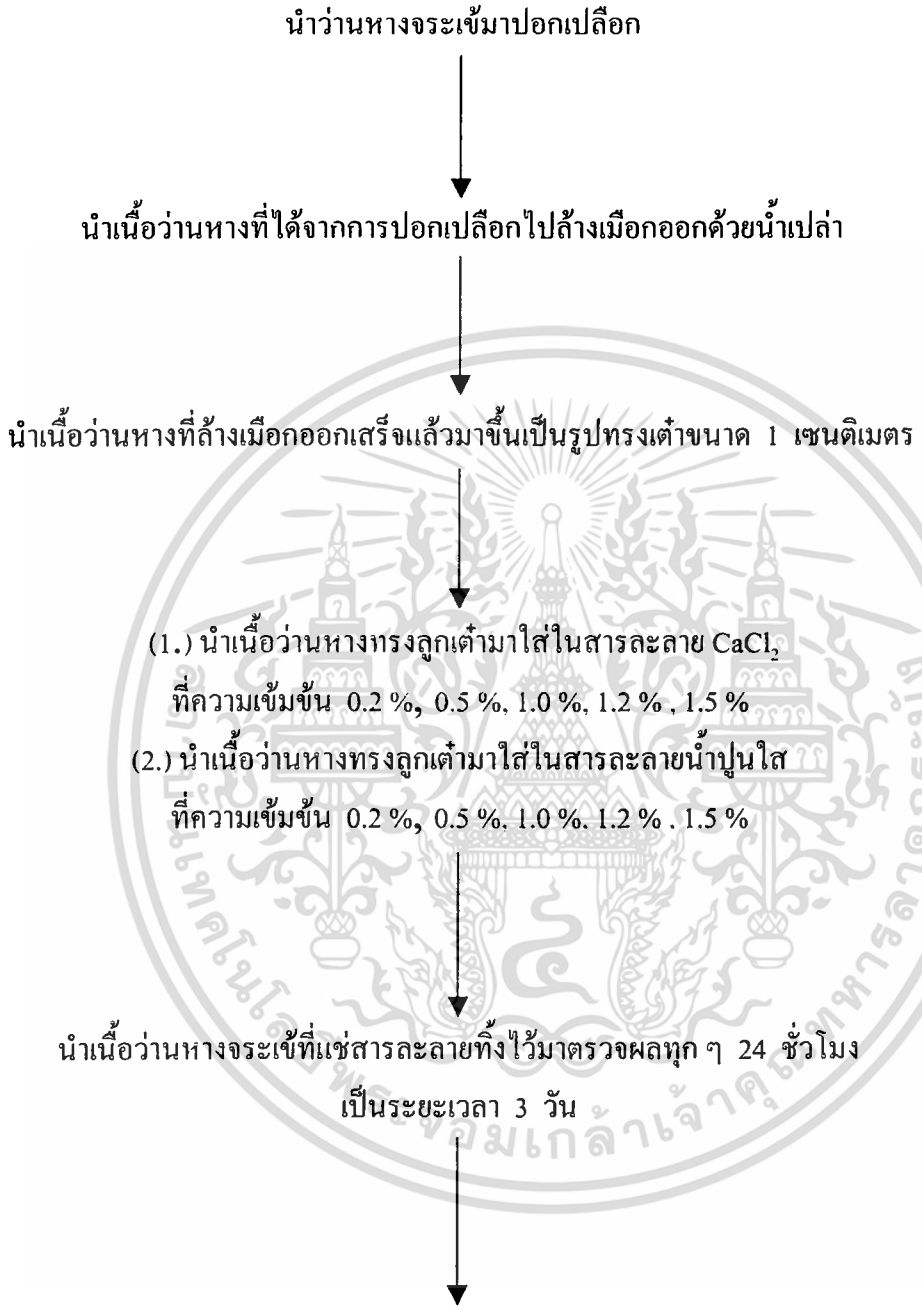
## 3.3 ขั้นตอนและวิธีการในการทดลอง

### 3.3.1 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้ $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใส

1. นำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือก
2. นำเนื้อว่านหางที่ได้จากการปอกเปลือกไปล้างเมือกออกด้วยน้ำเปล่า
3. จากนั้นนำไปวัดค่าความแข็ง
4. นำเนื้อว่านหางที่ล้างเมือกออกเสร็จแล้วมาขึ้นเป็นรูปทรงเต๋าขนาด 1 เซนติเมตร
5. นำเนื้อว่านหางทรงลูกเต๋ามาใส่ในสารละลายต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

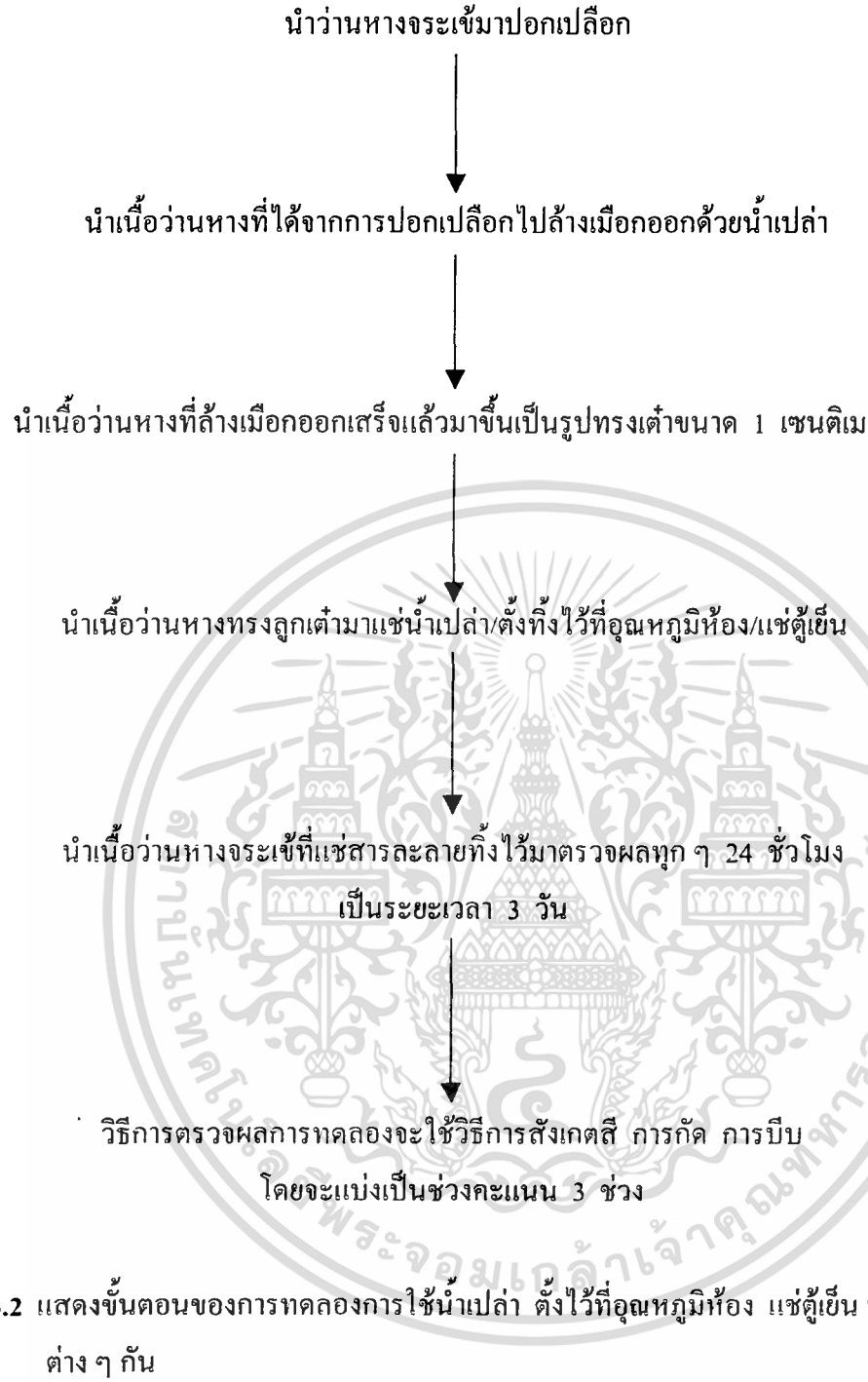
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่แช่สารละลายทิ้งไว้มาตรวจผลทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 วัน




**ภาพที่ 3.1** แสดงขั้นตอนของการทดลองการใช้ $CaCl_2$ และน้ำปูนใส ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



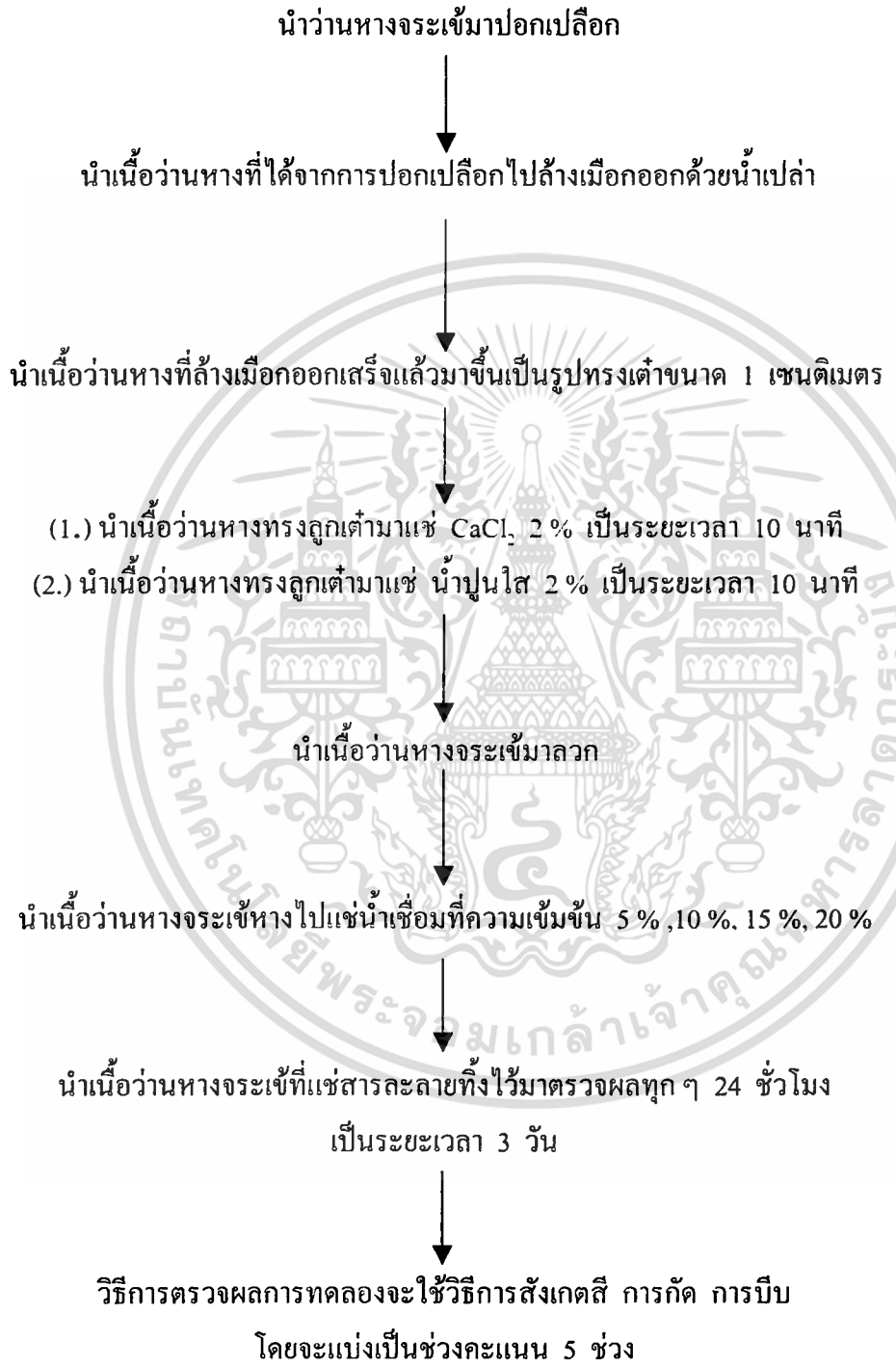

**ภาพที่ 3.2** แสดงขั้นตอนของการทดลองการใช้น้ำเปล่า ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แช่ตู้เย็น ที่สภาวะต่าง ๆ กัน

### 3.3.2 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส

1. นำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือกแล้วล้างออกด้วยน้ำเปล่า
2. นำเนื้อว่านหางที่ล้างเมือกออกเสร็จแล้วมาขึ้นเป็นรูปทรงเต๋าขนาด 1 เซนติเมตร
3. นำเนื้อว่านหางทรงลูกเต๋ามาแช่ สารละลาย CaCl2 กับน้ำปูนใส ที่ความเข้มข้น 2 % เป็นระยะเวลา 10 นาที

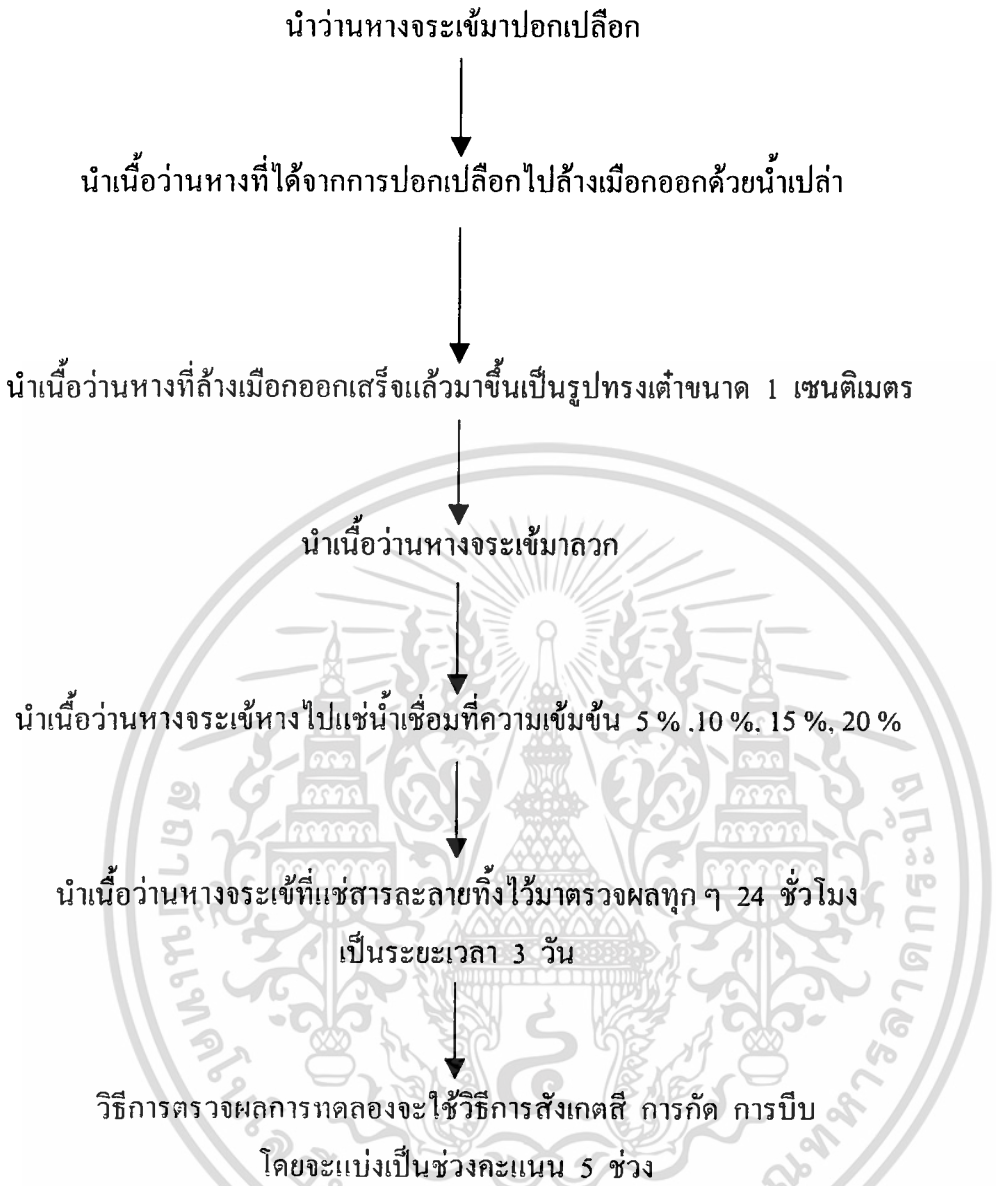
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำเนื้อว่านหางจระเข้มาลวก
5. นำเนื้อว่านหางจระเข้หางไปแช่น้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 5 % ,10 %, 15 %, 20 %
6. นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่แช่สารละลายทิ้งไว้มาตรวจผลทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 3 วัน




**ภาพที่ 3.3** แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่ $CaCl_2$ และน้ำปูนใส ก่อนจะนำไปแช่ในน้ำเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



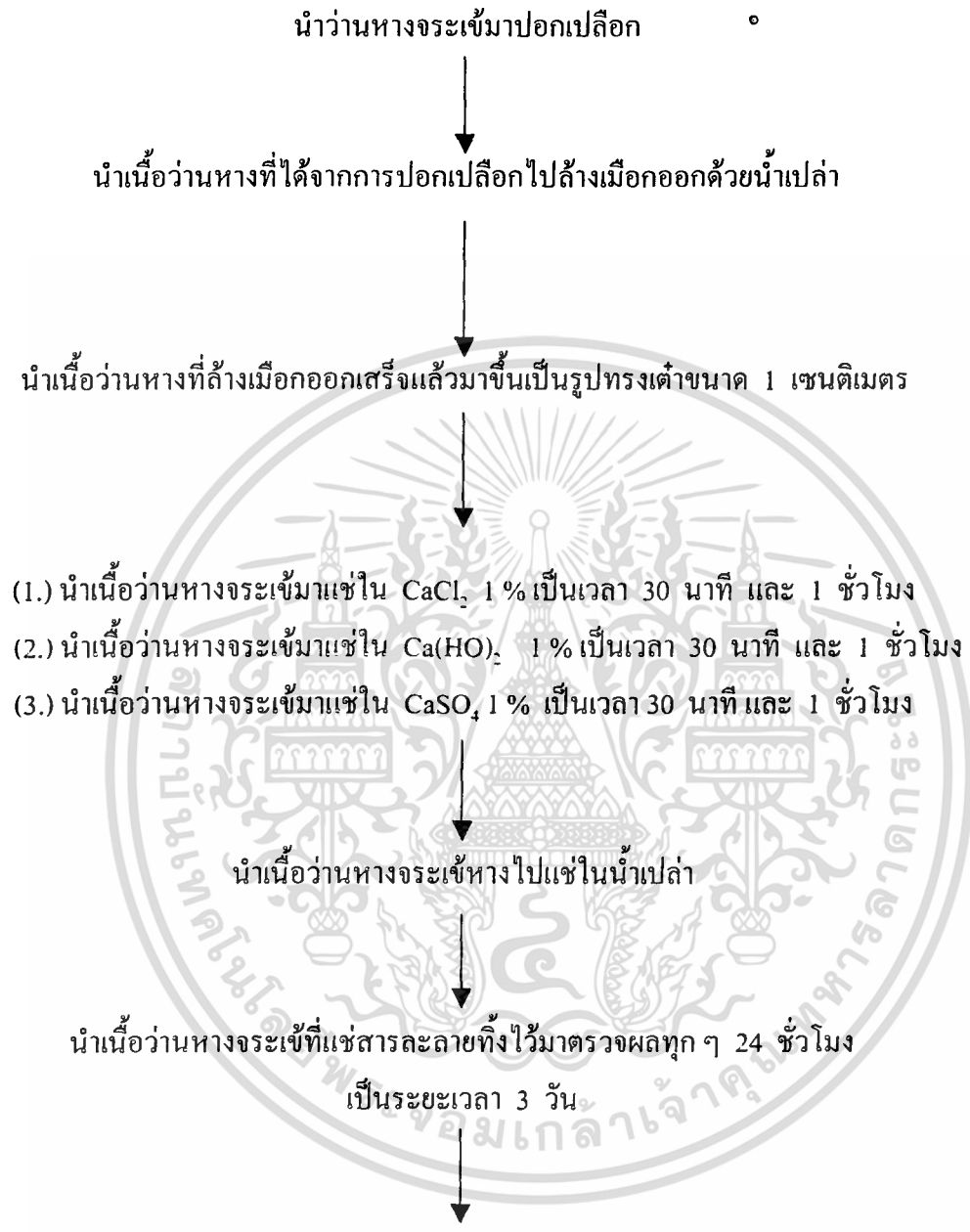

**ภาพที่ 3.4** แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่น้ำเชื่อมเย

**3.3.3 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง)**

1. นำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือกแล้วล้างน้ำเปล่า
2. นำเนื้อว่านหางที่ล้างเมือกออกเสร็จแล้วมาขึ้นเป็นรูปทรงเต๋าขนาด 1 เซนติเมตร
3. นำเนื้อว่านหางจระเข้มาแช่ใน สารละลายที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 30 นาที และ 1 ชั่วโมง
4. นำเนื้อว่านหางจระเข้หางไปแช่ในน้ำเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่แช่สารละลายทิ้งไว้มาตรวจผลทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 3 วันโดยจะแบ่งเป็นช่วงคะแนน 5 ช่วง




**ภาพที่ 3.5** แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำไปแช่ใน $CaCl_2$ $Ca(HO)_2$และ $CaSO_4$ 1 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3.4 การศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลายาว ( 1 วัน – 3 วัน )**

1. นำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือก แล้วล้างออกด้วยน้ำเปล่า
2. นำเนื้อว่านหางที่ล้างเมือกออกเสร็จแล้วมาขึ้นเป็นรูปทรงเต๋าขนาด 1 เซนติเมตร
3. นำเนื้อว่านหางจระเข้มาแช่ในสารละลายที่เตรียมไว้
4. นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่แช่สารละลาย ทิ้งไว้มาตรวจผลทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 3วัน
5. นำว่านหางจระเข้ไปลวก

นำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือก

↓

นำเนื้อว่านหางที่ได้จากการปอกเปลือกไปล้างเมือกออกด้วยน้ำเปล่า

↓

นำเนื้อว่านหางที่ล้างเมือกออกเสร็จแล้วมาขึ้นเป็นรูปทรงเต๋าขนาด 1 เซนติเมตร

↓

(1.) นำเนื้อว่านหางจระเข้มาแช่ใน $CaCl_2$ 1 %, 2 %

(2.) นำเนื้อว่านหางจระเข้มาแช่ใน $CaSO_4$ 1 %, 2 %

↓

นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่แช่สารละลาย $CaCl_2$ และ$CaSO_4$ ทิ้งไว้มาตรวจผลทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 วัน

↓

นำว่านหางจระเข้ไปลวก

↓

**วิธีการตรวจผลการทดลองจะใช้วิธีการสังเกตสี การกัด การบีบ โดยจะแบ่งเป็นช่วงคะแนน 5 ช่วง**

**ภาพที่ 3.6** แสดงขั้นตอนของการทดลองโดยการนำว่านหางจระเข้ไปแช่ใน $CaCl_2$ และ$CaSO_4$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

**4.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้ $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใส**

จากการทดลองเมื่อนำว่านหางจระเข้แช่ใน $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใสที่ความเข้มข้นต่างๆ และตรวจสอบคุณลักษณะของว่านเป็นเวลา 3 วัน โดยให้คะแนนของสีและความแข็ง ดังแสดงในภาคผนวก ก ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2

**ตารางที่ 4.1** แสดงผลของน้ำปูนใสต่อว่านหางจระเข้ตลอดระยะเวลา 3 วัน

| น้ำปูนใส | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 |
|---|---|---|---|
| | สี , ค่าความแข็ง | สี , ค่าความแข็ง | สี , ค่าความแข็ง |
| 2.0 % | 3 , 3 | 2 , 3 | 2 , 3 |
| 1.5 % | 3 , 3 | 2 , 3 | 2 , 3 |
| 1.0 % | 2 , 3 | 2 , 3 | 2 , 2 |
| 0.5 % | 2 , 3 | 2 , 3 | 2 , 2 |

**ตารางที่ 4.2** แสดงผลของ $CaCl_2$ ต่อว่านหางจระเข้ตลอดระยะเวลา 3 วัน

| $CaCl_2$ | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 |
|---|---|---|---|
| | สี , ค่าความแข็ง | สี , ค่าความแข็ง | สี , ค่าความแข็ง |
| 1.5% | 3 , 3 | 3 , 2 | 3 , 1 |
| 1.2% | 3 , 3 | 3 , 1 | 3 , 1 |
| 1.0% | 3 , 3 | 3 , 1 | 3 , 1 |
| 0.5% | 3 , 3 | 3 , 1 | 3 , 1 |
| 0.2% | 3 , 2 | 3 , 1 | 3 , 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36560

**สรุปผลการศึกษาว่านหางจระเข้เมื่อใช้ $CaCl_2$ กับ น้ำปูนใส**

**วันที่ 1**

**สี**

$CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0.2 % จะดีที่สุด และจะใกล้เคียงของว่านหางจระเข้สดมาก
น้ำปูนใส ที่ความเข้มข้น 2.0% และ 1.5 % จะมีความใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด

**ความแข็งกรอบ**

$CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0.2 % จะมีความแข็งกรอบน้อยที่สุด แต่ ในความเข้มข้นอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด
น้ำปูนใส ทุกความเข้มข้นใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดหมด

**จากวันที่ 1** เราควรใช้น้ำปูนใส ความเข้มข้น 2.0 % , 1.5 % มากกว่า $CaCl_2$

**วันที่ 2**

**สี**

$CaCl_2$ ทุกความเข้มข้นจะมีสีใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดมาก
น้ำปูนใส จะขุ่นน้อยกว่าว่านหางจระเข้สดเล็กน้อยในทุกความเข้มข้น

**ความแข็งกรอบ**

$CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1.5 % จะแข็งกว่า 0.2 % , 0.5 % , 1.0 % , 1.2 % แต่ความแข็งที่ 1.5 % ไม่ใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดจึงไม่ควรนำมาใช้
น้ำปูนใส ทุกความเข้มข้นใกล้เคียงของจริงหมด

**จากวันที่ 2** ควรจะใช้น้ำปูนใส ในความเข้มข้น ใดก็ได้เพราะมีลักษณะใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดหมด ไม่ควรใช้ $CaCl_2$ เพราะ ในทุกความเข้มข้น จะเสียค่าความแข็งกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วันที่ 3**

**สี**

$CaCl_2$ ทุกความเข้มข้นจะใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดมาก
น้ำปูนใส จะขุ่นน้อยกว่าว่านหางจระเข้สดเล็กน้อยในทุกความเข้มข้น

**ความแข็งกรอบ**

$CaCl_2$ ณ ทุกความเข้มข้น จะเสียค่าความแข็งกรอบมีลักษณะเหลวและไม่เหมาะนำมาใช้
น้ำปูนใส ณ ที่ ความเข้มข้น 2.0 % , 1.5 % จะมีลักษณะใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด เหมาะแก่การนำมาใช้ ส่วนที่ ความเข้มข้น 1.0 % และ 0.5 % จะนุ่มกว่าไม่เหมาะแก่การนำมาใช้

**จากวันที่** 3 ควรจะใช้น้ำปูนใส ในความเข้มข้น 2.0 % , 1.5 % เพราะมีลักษณะใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด

**4.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้เมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส**

จากการทดลองเมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส ที่แช่เป็นระยะเวลา 10 นาทีและตรวจสอบคุณลักษณะของว่านเป็นเวลา 3 วัน โดยให้คะแนนของสีและความแข็ง ดังแสดงในภาคผนวก ข ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ถึง 4.11

**ตารางที่ 4.3** แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 1

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 5.4 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 5.62 | 9 |
| 15 | 0 | 0 | 5.13 | 12.8 |
| 20 | 0 | 0 | 5.37 | 17 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 1

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 4.92 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 4.65 | 8.2 |
| 15 | 0 | 0 | 4.58 | 11.1 |
| 20 | 0 | 0 | 4.54 | 16.2 |

**ตารางที่ 4.5** แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 1

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 4.82 | 4.2 |
| 10 | 0 | 0 | 4.87 | 9 |
| 15 | 0 | 0 | 4.7 | 11.8 |
| 20 | 0 | 0 | 4.75 | 15.4 |

**ตารางที่ 4.6** แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 2

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 5.33 | 5 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 5.19 | 11 | 10 |
| 15 | 0 | 0 | 4.9 | 15.5 | 14.5 |
| 20 | 0 | 0 | 5.35 | 20.4 | 19 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20383



**ตารางที่ 4.7** แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 2

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 4.78 | 6 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 5 | 10 | 9.8 |
| 15 | 0 | 0 | 5.09 | 13.5 | 14.1 |
| 20 | 0 | 0 | 4.65 | 19.2 | 19 |

**ตารางที่ 4.8** แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 2

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | ค่า pH | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 4.98 | 5 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 4.8 | 9.4 | 9.8 |
| 15 | 0 | 0 | 4.87 | 14 | 13.9 |
| 20 | 0 | 0 | 4.81 | 19.1 | 19 |

**ตารางที่ 4.9** แสดงผล โดยแช่ในน้ำปูนใส 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 3

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 5.5 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 12 | 10.1 |
| 15 | 0 | 0 | 16.2 | 15.1 |
| 20 | 0 | 0 | 21.2 | 19 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

**ตารางที่ 4.10** แสดงผล โดยแช่ใน $CaCl_2$ 2 % ก่อนนำไปแช่ในน้ำเชื่อม ในวันที่ 3

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 6.2 | 5.2 |
| 10 | 0 | 0 | 12 | 10 |
| 15 | 0 | 0 | 17 | 14.2 |
| 20 | 0 | 0 | 21 | 20 |

**ตารางที่ 4.11** แสดงผล โดยแช่ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เลย ในวันที่ 3

| % ความเข้มข้นน้ำตาลทราย | ค่าความแข็ง | ค่าสี | องศา Brix | cut out Brix |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 0 | 5.1 | 5 |
| 10 | 0 | 0 | 11 | 10 |
| 15 | 0 | 0 | 15.6 | 14 |
| 20 | 0 | 0 | 21 | 19.8 |

**สรุปผลการศึกษาว่านหางจระเข้เมื่อใช้น้ำเชื่อมควบคู่กับ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใส**

1. ว่านหางจระเข้ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่างๆ จากการสังเกตว่านจะมีความแน่นเนื้อมากที่สุด แต่วันที่ 2-3 เริ่มสังเกตเห็นฟองอากาศที่น้ำเชื่อม ( เริ่มจะเสีย )
2. ว่านหางจระเข้ที่แช่ $CaCl_2$ กับน้ำปูนใสเป็นเวลา 10 นาที จะให้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ใช้ $CaCl_2$ จะเตรียมสารละลายได้ง่ายและสะดวกกว่า
3. ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้ ควรจะเป็น 5% - 10% ไม่ควรใช้ 15% - 20% เนื่องจากเนื้อว่านมีลักษณะเหี่ยวย่นเล็กน้อย
4. สีของเนื้อว่านไม่เปลี่ยนแปลงในทุกๆ กรณี
5. ในส่วนของว่านหางจระเข้ที่แช่น้ำปูนใสเป็นเวลา 10 นาที ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 5% ที่แช่ไว้แล้ว วันที่ 3 เมื่อนำเนื้อว่านมาต้มต่อ 10 นาที พบว่ายังคงเนื้อแน่นและมีสีที่ดีไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง)**

จากการทดลองของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง) และตรวจสอบคุณลักษณะของว่านเป็นเวลา 3 วัน โดยให้คะแนนของสีและความแข็ง ดังแสดงในภาคผนวก ข ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.12 ถึง 4.15

**ตารางที่ 4.12** แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้เมื่อแช่ในสารละลายต่าง ๆ เวลา 30 นาที และ 1 ชั่วโมง

| $CaCl_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |
| $Ca(HO)_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด |
| | ค่าสี -1 | สีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองใส | ค่าสี -1 | สีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองใส |
| $CaSO_4$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านยังแข็งอยู่ เหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.13** แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ในน้ำเปล่าในระยะเวลา 1 วัน

| $CaCl_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านเริ่มนิ่มลง แต่ไม่มากนักก็ถือว่ายังแข็งอยู่ | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านเริ่มนิ่มลง แต่ไม่มากนักก็ถือว่ายังแข็งอยู่ |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |
| $Ca(HO)_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านนิ่มลงไปจากเดิม เวลาบีบมันจะแตกง่าย | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านนิ่มลงไปจากเดิม เวลาบีบมันจะแตกง่าย |
| | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส |
| $CaSO_4$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านเริ่มนิ่มลง แต่ไม่มากนักก็ถือว่ายังแข็งอยู่ | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านเริ่มนิ่มลง แต่ไม่มากนักก็ถือว่ายังแข็งอยู่ |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |

**ตารางที่ 4.14** แสดงผล ลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ในน้ำเปล่าในระยะเวลา 2 วัน

| $CaCl_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |
| $Ca(HO)_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก |
| | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส |
| $CaSO_4$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีการเสียสภาพ มีลักษณะนิ่มลงมาก |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.15** แสดงผลลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ หลังจากแช่ในสารละลายต่าง ๆ และแช่ในน้ำเปล่าในระยะเวลา 3 วัน

| $CaCl_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพ มีลักษณะกึ่งเหลว | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพมีลักษณะกึ่งเหลว แต่จะแข็งกว่าที่แช่ที่ 30 นาที |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |
| $Ca(HO)_2$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพ มีลักษณะกึ่งเหลว | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพมีลักษณะกึ่งเหลว แต่จะแข็งกว่าที่แช่ที่30 นาที |
| | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส | ค่าสี -1 | สีเป็นสีเหลืองใส |
| $CaSO_4$ | แช่เวลา 30 นาที | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่เวลา 1 ชั่วโมง | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 1% | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพ มีลักษณะกึ่งเหลว | ค่าความแข็ง -2 | เนื้อเสียสภาพมีลักษณะกึ่งเหลว แต่จะแข็งกว่าที่แช่ที่30 นาที |
| | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สียังใสเหมือนว่านสด |

**สรุปผลการศึกษาว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลาสั้น (30 นาที และ 1 ชั่วโมง)**

1. ไม่ควรแช่ใน $Ca(HO)_2$ เพราะ จะทำให้ลักษณะสีของว่านเสียสภาพไปโดยที่จะมีลักษณะเป็นสีเหลืองใส ๆ
2. ไม่สมควรแช่ในน้ำเปล่าเพราะน้ำเปล่าจะซึมเข้าไปในเนื้อว่านจึงทำให้เนื้อว่านมีลักษณะเสียสภาพ โดยจะสังเกตได้ว่าว่านจะมีลักษณะนิ่มและเหลวในวันที่ 3 มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4 ผลการศึกษาคุณลักษณะของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลายาว ( 1 วัน – 3 วัน )**

จากการทดลองของว่านหางจระเข้ในสารละลายที่ระยะเวลายาว ( 1 วัน – 3 วัน ) และตรวจสอบคุณลักษณะของว่านเป็นเวลา 3 วัน โดยให้คะแนนของสีและความแข็ง ดังแสดงในภาคผนวก ข ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.16 ถึง 4.19

**ตารางที่ 4.16** แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่างๆ

| $CaCl_2$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |
| $CaCl_2$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 2% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.17** แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากนำไปลวกแล้วนำไปวัดผล

| $CaCl_2$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |
| $CaCl_2$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 2% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.18** แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

| $CaSO_4$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |

| $CaSO_4$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 2% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.19** แสดงผลการนำว่านหางไปแช่ใน $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % ที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากนำไปลวกแล้วนำไปวัดผล

| $CaSO_4$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
|---|---|---|---|---|
| 1% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |
| $CaSO_4$ | แช่วันที่ 1 | ลักษณะเนื้อว่าน | แช่วันที่ 2 | ลักษณะเนื้อว่าน |
| 2% | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด | ค่าความแข็ง 0 | เนื้อว่านแข็งเหมือนว่านสด |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด |
| | แช่วันที่ 3 | ลักษณะเนื้อว่าน | | |
| | ค่าความแข็ง -1 | เนื้อว่านเริ่มมีลักษณะที่นิ่มลงไปจากเดิม | | |
| | ค่าสี 0 | สีใสเหมือนว่านสด | | |

**สรุปผลการศึกษาผลของสารละลายเมื่อแช่ในระยะเวลายาว ( 1 วัน – 3 วัน )**

1. สารละลาย $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 2 % จะสามารถคงสภาพเนื้อว่านให้มีลักษณะใกล้เคียงว่านสดมากที่สุด แต่ที่ 1 % จะหวังผลได้แค่ 1 วัน
2. ในการต้มเนื้อว่านหางจระเข้ไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อว่านหางจระเข้ ทางด้านค่าความแข็ง แต่จะช่วยทำให้เนื้อว่านหางจระเข้มีรสชาติเค็มน้อยลงเล็กน้อยเมื่อผ่านการต้มไปแล้ว
3. หลังจากผ่านการต้มเนื้อว่านหางจระเข้ไปแล้ว สีของเนื้อว่านหางจระเข้หลังต้มจะขุ่นขึ้นเล็กน้อยแต่ถือว่ายังมีสีที่ใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดอยู่
4. สารละลาย $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % จะหวังผลได้แค่ 1 วัน

**หมายเหตุ** ใช้เนื้อว่านหางจระเข้ 1 กรัม ต่อ สารละลาย 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## สรุปผลการทดลอง

### สรุปผลการทดลอง

1. ว่านหางจระเข้ที่นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นจะมีสภาพใกล้เคียงของสดมากที่สุดตลอดระยะเวลา 3 วัน
2. ว่านหางจระเข้ที่แช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0.5 % - 1.5 % จะมีลักษณะทางกายภาพที่ดีในระยะเวลาแค่ 1 วัน
3. สำหรับน้ำเชื่อมใช้ได้ทุกความเข้มข้นแต่แนะนำให้ใช้ที่ความเข้มข้น 5 % เพราะจะใช้ต้นทุนต่ำ และเนื้อจะไม่มีลักษณะเหี่ยวย่น
4. $CaCl_2$ 1 % ที่นำไปแช่ในน้ำเปล่าจะมีลักษณะทางกายภาพที่ดีในระยะเวลาแค่ 1 วัน ทั้งการแช่ ครึ่งชั่วโมง และ หนึ่งชั่วโมง
5. $CaSO_4$ 1 % ที่นำไปแช่ในน้ำเปล่าจะมีลักษณะทางกายภาพที่ดีในระยะเวลาแค่ 1 วัน ทั้งการแช่ ครึ่งชั่วโมง และ หนึ่งชั่วโมง
6. ว่านหางจระเข้ที่แช่ใน $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 2 % จะมีลักษณะทางกายภาพที่ดีตลอดระยะเวลา 3 วัน
7. ว่านหางจระเข้ที่แช่ใน $CaSO_4$ ที่ความเข้มข้น 1 % และ 2 % จะมีลักษณะทางกายภาพที่ดีในระยะเวลาแค่ 1 วัน
8. $Ca(HO)_2$ จะทำให้สีของว่านหางจระเข้เปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ มปป. ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน้า 50 – 56

เกสร จันทร์ศิริ 2531 เสถียรภาพของเจลจากต้นว่านหางจระเข้ในประเทศไทยและยาเตรียมขี้ผึ้ง วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 108 น.

ทัศนีย์ เมฑอริยะ ( แปลและเรียบเรียง ) 2530 ว่านหางจระเข้ ตำรับแพทย์จีน. กรุงเทพ ฯ 101 น.

พนิดา รัตนปีติกรณ์ 2535 การศึกษาพื้นฐานการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศิริมา พรสุวัฒนกุล 2534 การศึกษาฤทธิ์สมุนไพรว่านหางจระเข้ในการรักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์ 28 น.

นางสาวทิพรัตน์ รักษายศ 2541 น้ำผลไม้ผสมว่านหางจระเข้ ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Morsy . E.M. 1982 The Final Technical Repoat on : Aloe vera Stabilization & Processing for the Cosmetic . Beverage & Food industries . United Aloe Technologist Association Inc . USA . 151 pp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การให้ระดับคะแนนสีและค่าความแข็งของว่านหางจระเข้สำหรับการทดลองที่ 3.3.1

**สี**

3 = ใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด
2 = สีขุ่นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับว่านหางจระเข้สด
1 = สีขุ่นมากเมื่อเทียบกับว่านหางจระเข้สด

**ค่าความแข็ง**

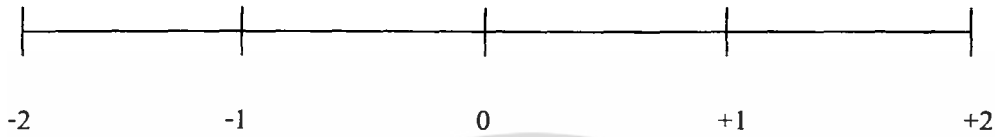
3 = ใกล้เคียงว่านหางจระเข้สด
2 = นิ่มลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับว่านหางจระเข้สด
1 = นิ่มมากเมื่อเทียบกับว่านหางจระเข้สด ( เละ หรือ เหลว )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

**การให้ระดับคะแนนสีและค่าความแข็งของว่านหางจระเข้สำหรับการทดลองที่ 3.3.2 ถึง 3.3.4**

**คะแนนค่าความแข็ง**




-2 = เละเหลวมาก แค่สัมผัสก็เหลวแล้ว

-1 = นิ่มกว่าของสด เวลากัดเนื้อจะไม่แน่นเท่าของสด

0 = เหมือนหรือใกล้เคียงของสดมาก

+1 = แข็งกว่าของสด เนื้อสัมผัสจะแน่นกว่าของสด

+2 = แข็งกว่าของสดมาก เนื้อสัมผัสจะมีลักษณะแข็งไปเลย

**คะแนนค่าสี**

-2 = มีลักษณะขุ่นมาก

-1 = มีลักษณะขุ่นเล็กน้อย

0 = สีเหมือนหรือใกล้เคียงว่านหางจระเข้สดมาก

+1 = มีลักษณะจางกว่าเล็กน้อย

+2 = มีลักษณะจางมาก

**หมายเหตุ** การให้คะแนนนั้นจะเทียบกับลักษณะของเนื้อและสีของเนื้อว่านหางจระเข้สด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้