# โครงร่างปัญหาพิเศษ

## เรื่อง เปรียบเทียบปริมาณสารคลอโรฟิลล์ และใยอาหาร ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและ ข้าวเจ้าสำหรับการทำน้ำคลอโรฟิลล์

**(Quantity Comparison of Chlorophyll and Fiber Between Wheatgrass and Paddy Sprouts for Using as Chlorophyll Drink)**


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นางสาว ปภาสินี คลอวุฒิเสถียร | รหัส | 46041100 |
| นางสาว เศารยา จันทร์เมือง | รหัส | 46041111 |

ภาควิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


ปีการศึกษา 2549


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

I/739

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเปรียบเทียบปริมาณสารคลอโรฟิลล์ และใยอาหาร
ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและ ข้าวเจ้าสำหรับการทำน้ำคลอโรฟิลล์

**Quantity Comparison of Chlorophyll and Fiber**
**Between Wheatgrass and Paddy Sprouts for Using as Chlorophyll Drink**

จัดทำโดย

นางสาวปภาสินี คลอวุฒิเสถียร รหัสนักศึกษา 46041100
นางสาวเศารยา จันทร์เมือง รหัสนักศึกษา 46041111

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96459
วัน,เดือน,ปี.....

..... ...๗.../...มี.ค.../...๒๕๕๐... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( ดร.กิตติชัย บรรจง)

.b 11728921
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวปภาสินี คลอวุฒิเสถียร และ นางสาวเศารยา จันทร์เมือง,2550 .การเปรียบเทียบปริมาณสารคลอโรฟิลล์ และใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและ ข้าวเจ้าสำหรับการทำน้ำคลอโรฟิลล์ Quantity Comparison of Chlorophyll and Fiber Between Wheatgrass and Paddy Sprouts for Using as Chlorophyll Drink : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.กิตติชัย บรรจง

## บทคัดย่อ

การบริโภคต้นอ่อนข้าวในรูปน้ำคั้นโดยทั่วไปจะตัดได้ 2 ครั้ง การทดลองเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์และใยอาหารของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า จึงแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งแรกและกลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2 ปัจจัยในการทดลอง คือ ความสูงของต้นอ่อนข้าวเมื่อตัด (12 ซม.และ17 ซม.) และชนิดของข้าว (ข้าวสาลีและข้าวเจ้า) พบว่ากลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งแรก ทั้งชนิดข้าวและความสูงของต้นอ่อนข้าวมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ กล่าวคือต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 ซม. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.109 และ 0.891 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าข้าวเจ้าที่ความสูง 12 และ 17 ซม. ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.478 และ 0.422 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 ซม. มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าที่ 17 ซม. โดยปริมาณคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณใยอาหาร คือ ชนิดของต้นอ่อนข้าวและความสูงของต้นอ่อนข้าว กล่าวคือต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 ซม.มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0090 และ 0.0171 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าข้าวเจ้าที่มีความสูง 12 และ 17 ซม. ที่มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0515 และ 0.0612 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 ซม. มีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าที่ 17 ซม. โดยปริมาณใยอาหารมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งที่สอง แบ่งปัจจัยความสูงเมื่อตัดสองครั้งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่ม 1) ครั้งแรกตัด 12 ซม. ครั้งหลัง ตัด 12 ซม. กลุ่ม 2) ครั้งแรกตัด 12 ซม. ครั้งหลัง ตัด 17 ซม. กลุ่ม 3) ครั้งแรกตัด 17 ซม. ครั้งหลัง ตัด 12 ซม. และ กลุ่ม 4) ครั้งแรกตัด 17 ซม. ครั้งหลัง ตัด 17 ซม. พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดยข้าวสาลี กลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.3791มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 0.3146 , 0.3233 , 0.2933 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ0.3432มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.3369 ,0.3263 , 0.3250 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ส่วนปริมาณใยอาหารของข้าวสาลีมีน้อยกว่าข้าวเจ้า โดยข้าวสาลี กลุ่ม 1) และ กลุ่ม 2) ได้เท่ากับ 0.0125 และ 0.0160 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95 เปอร์เซ็นต์ กับปริมาณใยอาหารของกลุ่ม 3) และ กลุ่ม 4) ซึ่งเท่ากับ 0.0280 และ 0.0279 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0715 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.0754 , 0.0771 , 0.0793 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

ปภาสินี คลอวุฒิเสถียร

(นางสาวปภาสินี คลอวุฒิเสถียร)

(นางสาวเศารยา จันทร์เมือง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. กิตติชัย บรรจง)

๓๑ / ตุลาคม / ๒๕๕๐

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษเรื่องกาเปรียบเทียบปริมาณสารคลอโรฟิลล์ และใยอาหาร ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ดร. กิตติชัย บรรจง ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา คอยดูแลเอใจใส่ให้คำแนะนำ และชี้แนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องอุปกรณ์เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือต่างๆที่ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ในการทดลองทำให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนๆที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การช่วยเหลือ และสนับสนุนจนสามารถทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ

นางสาวปภาสินี คลอวุฒิเสถียร

นางสาวเสารยา จันทร์เมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

**เรื่อง.....หน้า**

บทคัดย่อ.....ก

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญภาพ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

**บทที่ 1**

บทนำ.....1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

**บทที่ 2**

**วารสารปริทัศน์**

**2.1 Cereal Grass.....2**

**2.2 ข้าวสาลี.....3**

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวสาลี.....3

2.2.2 วิธีปลูกต้นอ่อนข้าวสาลี.....3

2.2.3 ประโยชน์ของน้ำจากต้นอ่อนข้าวสาลี.....5

**2.3 ข้าวเจ้า.....7**

2.3.1 ถิ่นกำเนิดและสภาพแวดล้อม.....7

2.3.2 การเจริญเติบโตของข้าว.....9

2.3.3พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง.....10

**2.4 CHOLOROPHYLL.....12**

2.4.1 คลอโรฟิลล์ คืออะไร.....12

2.4.2 ประวัติการค้นคว้า.....12

2.4.3โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ประโยชน์จากคลอโรฟิลล์.....22

**2.5 Fiber.....24**

2.5.1 ใยอาหาร คืออะไร.....24

2.5.2 ร่างกายต้องการใยอาหารมากเพียงใด.....25

**บทที่ 3**

**วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง**

**3.1 วัตถุดิบ.....26**

**3.2 วิธีการวิเคราะห์.....26**

3.2.1 การวิเคราะห์ คลอโรฟิลล์.....26

3.2.2 Crude Fiber.....27

**3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานปัญหาพิเศษ.....28**

**บทที่ 4**

**ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....31**

4.1 การเพาะต้นอ่อนต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า.....31

4.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....32

4.2.1 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างในการตัดครั้งแรก.....32

4.2.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอระหว่างในการตัดครั้งแรก.....33

4.2.3. การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์บีระหว่างในการตัดครั้งแรก..... ....34

4.3 การศึกษาปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก..... ....35

4.4 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.. .....36

4.4.1 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2..... ..36

4.4.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2..... ....37

4.3.3 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์บีระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....39

**บทที่ 5**

สรุปผลการทดลอง.....41

5.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของการตัดวิเคราะห์ครั้งแรก .....41

5.2 ปริมาณใยอาหารของการตัดวิเคราะห์ครั้งแรก.....41

5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของการตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2.....41

5.4 ปริมาณใยอาหารของกลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2.....42

**เอกสารอ้างอิง**.....**43**

**ภาคผนวก ก** สูตรการคำนวณ.....45

**ภาคผนวก ข** ภาพระหว่างการทดลอง.....47

**ภาคผนวก ค** ตารางแสดงข้อมูลระหว่างการทดลอง.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

**ภาพ**.....**หน้า**

**ภาพที่ 2.1** แสดงการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลี.....4

**ภาพที่ 2.2** สภาพพื้นที่ปลูกข้าวแบ่งตามสภาพน้ำและชนิดของข้าว.....8

**ภาพที่ 2.3** แสดงโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี และไฟตอล.....13

**ภาพที่ 2.4** Common structure of chlorophyll *c1*, and *c2*.....14

**ภาพที่ 2.5** Common structure of chlorophyll *a*, *b* and *d*.....15

**ภาพที่ 2.6** แผนภูมิการสลายตัวของคลอโรฟิลล์.....16

**ภาพที่ 2.7** ไพโรฟีโอไฟตินเอหรือบี คือ ฟีโอไฟตินที่ไม่มีหมู่คาร์โบเมทอกซี ($-CO_2CH_3$)ที่คาร์บอนตำแหน่ง 10.....17

**ภาพที่ 2.8** ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อผักสีเขียวได้รับความร้อนในภาวะที่มีสังกะสีไอออน.....21

**ภาพที่ 3.1** แผนภาพแสดงแผนการทดลอง.....29

**ภาพที่ 4.1** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....32

**ภาพที่ 4.2** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....33

**ภาพที่ 4.3** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....34

**ภาพที่ 4.4** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....35

**ภาพที่ 4.5** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....37

**ภาพที่ 4.6** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัด ครั้งที่ 2.....38

**ภาพที่ 4.7** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 4.8** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า
ในการตัดครั้งที่ 2.....40
**ภาพที่ 5.1** แสดงการย่อยตัวอย่างด้วยกรด.....48
**ภาพที่ 5.2** แสดงการกรองแยกกากออกมาหลังจากทำการย่อยด้วยกรดและด่าง.....49
**ภาพที่ 5.3 ก.** แสดงกากใยอาหารหลังจากผ่านการย่อยด้วยกรดและด่างของข้าวสาลี.....50
**ภาพที่ 5.3 ข.** แสดงกากใยอาหารหลังจากผ่านการย่อยด้วยกรดและด่างของข้าวเจ้า.....50
**ภาพที่ 5.4** แสดงการแยกชั้นของคลอโรฟิลล์ออกจากสารที่ละลายน้ำ.....51
**ภาพที่ 5.5** ตู้อบลมร้อนที่ใช้ในการทดลอง.....51
**ภาพที่ 5.6** ต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ใช้ในการทดลอง.....52

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตาราง.....หน้า**

**ตารางที่ 2.1** แสดงสูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ชนิดต่างๆ.....14

**ตารางที่ 2.2** การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ระหว่างการลวกและการแปรรูปผักโขมด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่างๆกัน (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง).....18

**ตารางที่4.1** แสดงเวลาในการเจริญเติบโตของข้าวสาลีและข้าวเจ้า.....31

**ตารางที่ 5.1** ผลของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์เอ และ คลอโรฟิลล์ บี ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก..... 54

**ตารางที่ 5.2** ผลของปริมาณใยอาหารในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก.....55

**ตารางที่ 5.3** ผลของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอและ คลอโรฟิลล์บี ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....56

**ตารางที่ 5.4** ผลของปริมาณใยอาหาร ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....57

**ตารางที่ 5.5** ผลของปริมาณ คลอโรฟิลล์ b เฉลี่ยในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า.....57

**ตารางที่ 5.6** ผลของปริมาณ คลอโรฟิลล์ทั้งหมด เฉลี่ยในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า.....58

**ตารางที่ 5.7** ผลของปริมาณใยอาหาร ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2.....59

**ตารางที่ 5.8** ผลของปริมาณใยอาหารเฉลี่ย ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้า.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

ต้นกล้าข้าวสาลีเป็นต้นอ่อนของพืชจำพวกธัญพืช สามารถปลูกได้ในที่ที่มีความชื้น ระหว่างการงอกจะมีการสะสมสารที่มีประโยชน์จากดิน น้ำจากต้นกล้าข้าวสาลีประกอบด้วย สารอาหารที่ร่างกายต้องการ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุและเอนไซม์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลด์มากถึง ประมาณ 70% วิธีการค้นน้ำจะต้องไม่ใช้ความร้อน เนื่องจากความร้อนจะทำลายเอนไซม์และ วิตามินบางชนิด

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะนำมาประยุกต์เอาต้นกล้าของข้าวเจ้า ที่ปลูกในประเทศไทย มาทดลองว่าถ้าคั้นน้ำแล้วเปรียบเทียบคุณค่าซึ่งจะศึกษาเฉพาะสารที่มีความโดดเด่นได้แก่ คลอโรฟิลล์ และใยอาหาร เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากข้าวเปลือกได้ทางหนึ่ง

**วัตถุประสงค์ของการศึกษา**

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารที่พบมาก ได้แก่ คลอโรฟิลล์ และใยอาหาร ระหว่างต้นกล้าข้าวสาลีและต้นกล้าข้าวเจ้า
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากต้นกล้าข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# วารสารปริทัศน์

## 2.1 Cereal Grass คืออะไร

Cereal Grass เป็นคำที่ใช้เรียกรวมสำหรับต้นอ่อนของพืชใบเขียวตระกูลข้าว ซึ่งเมื่อเจริญเป็นต้นแก่ จะให้ผลผลิตเป็นเมล็ดธัญพืชต่างๆ อาจเรียกเป็นภาษาไทยว่า ต้นอ่อนของธัญพืช ซึ่งได้แก่ ต้นอ่อนของข้าวสาลี (wheat grass) ต้นอ่อนของข้าวบาร์เลย์ (barley grass) ต้นอ่อนข้าวไรน์ (rye grass) ต้นอ่อนของข้าวโอ๊ต (oat grass) โดยต้นอ่อนเหล่านี้จะประกอบด้วยชนิดของสารอาหารเหมือนกันแตกต่างกันที่ปริมาณในแต่ละ species และจะมีชนิดของสารอาหารแตกต่างจากเมล็ดแก่มาก

สารอาหารที่สำคัญในธัญพืชเหล่านี้ ได้แก่ ใยอาหาร คลอโรฟิลล์ โปรตีน และวิตามิน ซึ่งจะมีปริมาณสูงสุดในระยะก่อนที่เนื้อเยื่อบริเวณข้อปล้องเริ่มยืดออกเป็นลำต้น และมีระยะเวลาสั้นๆ เพียง 2-3 วัน ดังนั้นอาหารเสริมที่ทำจาก Cereal grass ควรต้องเก็บเกี่ยวให้ตรงกับระยะนี้ เพราะเมื่อธัญพืชเหล่านี้เริ่มมีกิ่งก้านยาวขึ้นเรื่อยๆ ก็จะค่อยๆมีปริมาณของ คลอโรฟิลล์ โปรตีน และวิตามิน ลดลงตามลำดับเวลา แต่มีเซลลูโลส (หรือใยอาหารจากพืช) มากขึ้น เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้โครงสร้างของลำต้น

Cereal grass ทุกชนิดจึงเป็นแหล่งสำคัญของสารอาหารที่จำเป็นหลายอย่างในปริมาณสูง และแตกต่างจากต้นแก่หรือเมล็ดของธัญพืชนั้นๆ Cereal grass จะมีคลอโรฟิลล์ในปริมาณสูงใกล้เคียงกับในสาหร่ายชนิด micro algae ต่างๆเช่น สาหร่าย สไปรูรินา สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายคลอเรลลา (Chlorella) เป็นต้น

Cereal grass ที่นำมาผลิตเป็นอาหารเสริม จะนิยมทำจากต้นอ่อนของข้าวสาลี (wheat grass) และต้นอ่อนของข้าวบาร์เลย์ (barley grass) โดยที่ทั้งวีตกราสและบาร์เลย์กราสจะมีประโยชน์คล้ายกันมากแต่บาร์เลย์กราสจะถูกย่อยในทางเดินอาหารได้ง่ายกว่า เมื่อทำให้เป็นผงแห้งทั้งวีตกราสและบาร์เลย์กรสจะมีคลอโรฟิลล์และวิตามิน เอ (หรือ เบต้าแคโรทีน) สูงเป็นอันดับใกล้เคียงกับ micro algae และมีปริมาณเหล็กมากกว่าในผักโขม (spinach) วีตกราส (Wheat grass) เป็นต้นอ่อนของข้าวสาลี ซึ่งมีปริมาณสารอาหารใกล้เคียงกับบาร์เลย์กราส ที่มีใยอาหารปริมาณสูงกว่า Cereal grass อื่นๆ วีตกราสจะมีกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจทำให้เกิดการแพ้ได้ในบางคน แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำในรูปผงแห้งสำหรับชงดื่มจะไม่มีส่วน ผสมของโปรตีน และไม่เกิดการแพ้ดังนั้นประโยชน์ที่สำคัญของวีตกราสจะได้จาก ใยอาหารคลอโรฟิลล์ และโปรตีน (ซึ่งได้แก่เอนไซม์) เป็นส่วนใหญ่

สำหรับใยอาหารและโปรตีน (ซึ่งได้แก่เอนไซม์)นั้น เป็นที่ทราบกันดีถึงประโยชน์ต่างๆต่อร่างกายโดยปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าผู้ที่รับประทานใยอาหารมากตลอดเวลา จะมีปริมาณของโคเลสเตอรอลในเลือดต่ำลง และยังทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงได้เช่นกัน แต่สำหรับคลอโรฟิลล์อาจ จะยังไม่ทราบถึงประโยชน์เท่าที่ควร จึงขอขยายความโดยสังเขปในตอนท้าย

## 2.2 ข้าวสาลี

### 2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวสาลี

**ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต**

ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของข้าวสาลี ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

**ราก** ข้าวสาลีไม่มีรากแก้วเช่นเดียวกับธัญพืชชนิดอื่น ๆ แต่มีระบบรากฝอยแทน รากของข้าวสาลีนี้แบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ ราก ดั้งเดิมที่ถือกำเนิดจากเนื้อเยื่อของเชื้อชีวิต (embryo) เรียกว่า รากจากเมล็ดและรากจาข้อซึ่งถือกำเนิดจากข้อของเหง้าอันเป็นส่วนโคนของลำต้นอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1 นิ้ว เหง้ามีข้อหลายข้ออยู่ติด ๆ กัน เนื่องจากความยาวของปล้องบริเวณนี้สั้นมาก

**ลำต้น** ลำต้นของข้าวสาลีแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง จำนวนข้อของลำต้นที่อยู่เหนือดินมี 5-7 ข้อ ลำต้นของข้าวสาลีส่วนมากมีปล้องกลวงและข้อตันต้นข้าวสาลีจะล้มง่ายในระยะแรก แต่ต้นจะตั้งตรงขึ้นในระยะหลัง นอกจากต้นแม่ซึ่งเป็นส่วนที่เจริญเติบโตโดยตรงจากเนื้อเยื่อของเชื้อชีวิตแล้ว ต้นข้าวสาลียังมีการแตกหน่อ คือการสร้างลำต้นอันดับสองจากข้อต่าง ๆ ที่อยู่ติดดิน เราเรียกลำต้นอับดับสองนี้ว่าต้นแขนงข้าวสาลีพันธุ์ปลูกรุ่นเก่ามีความสูงของลำต้น 120-140 เซนติเมตร ปัจจุบันมีการปลูกข้าวสาลีพันธุ์เตี้ยปานกลาง ซึ่งสูง 90-120 เซนติเมตร ข้าวสาลีพันธุ์เตี้ย ซึ่งสูง 60-90 เซนติเมตร ข้าวสาลีพันธุ์เตี้ยปานกลางและพันธุ์เตี้ยมีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูง เพราะต้นล้มยาก ฟางน้อย และแข็ง

**ใบ** ใบของข้าวสาลีประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วนคือ กาบใบ และตัวใบ ที่ข้อต่อระหว่างกาบใบและตัวใบด้านที่อยู่ติดกับลำต้นมีเยื่อบาง ๆ ชนิดหนึ่งยื่นออกมาเรียกว่า ลิ้นใบ นอกจากนี้ ยังมี หูใบ โผล่ออกมาที่ข้อต่อใบทั้ง 2 ข้าง บนหูใบจะมีขนอ่อน ๆ ขึ้นอยู่ โดยปรกติข้าวสาลีจะมีใบ 7-9 ใบบนต้นแม่ ใบสุดท้ายเหนือสุดเรียกว่า ใบธง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 วิธีปลูกต้นอ่อนข้าวสาลี**

1 การเลือกภาชนะที่จะใช้ปลูก

ภาชนะที่ใช้ในการปลูกสามารถหาได้ง่าย เช่น ขันน้ำ หม้อ กะละมังเก่าๆ กล่อง พลาสติก หรือกระดาษ ที่มีความสูงประมาณ 3 นิ้ว

2. วิธีการปลูก

นำเมล็ดข้าวสาลีประมาณ 200 กรัม มาล้างและเกลี่ย แช่น้ำไว้ 1 คืน

⇩

รดน้ำที่ดินพอประมาณแล้วนำเมล็ดข้าวสาลีมาเกลี่ยให้เต็มหน้าดินในถาดเพาะที่เตรียมไว้

นำถาดเพาะหรือกระดาษมาครอบ

⇩

วันรุ่งขึ้นรดน้ำแล้วครอบไว้เหมือนเดิม

⇩

นำถาดเพาะไปวางไว้ที่ระเบียงให้รับแสงแดดบ้าง

⇩

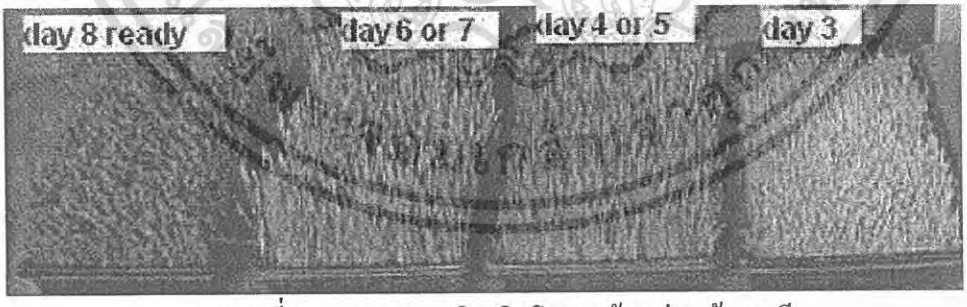
ครอบถาดเพาะจนกว่าจะเห็นใบงอกขึ้นมา

⇩

ต้นกล้าข้าวสาลีอายุประมาณ 7- 9 วันก็พร้อมนำไปคั้นน้ำได้

⇩

ตัดต้นกล้าข้าวสาลีถึงโคนต้น นำไปคั้นเป็นน้ำ สามารถปลูกไปอีกรอบโดยไม่ต้องโรยเมล็ดใหม่แต่ปริมาณที่งอกจะลดลง




**ภาพที่ 2.1** แสดงการเจริญเติบโตของต้อนอ่อนข้าวสาลี

ที่มา www.goodhealth.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อควรระวังในการปลูก อาจพบเชื้อราบริเวณโคนต้น เนื่องจากเมล็ดที่ไม่งอก สามารถ

ป้องกันได้โดยไม่ใช้เมล็ดข้าวสาลีที่เก่าและมีมอดมาก อย่ารดน้ำให้มากเกินไป ควรคัดเมล็ดที่มีเชื้อราออกในวันที่ 2 ของการลงดิน

**2.2.3 ประโยชน์ของน้ำจากต้นอ่อนข้าวสาลี**

น้ำจากต้นอ่อนข้าวสาลีเป็นน้ำที่คั้นจากต้นข้าวสาลีที่มีอายุ 7-9 วัน ซึ่งเป็นช่วงการเจริญที่มีการเก็บสะสมสารอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตมากที่สุด จึงมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย ดังนี้

- ช่วยฟอกเลือด ฟอกตับ
- ช่วยกระตุ้นใช้ตับและอวัยวะขับสารพิษ
- ช่วยต้านอนุมูลอิสระโดยเอนไซม์ Superoxide Dismutase(SOD) และ P4D1
- ช่วยระบบการย่อยและการขับถ่าย
- ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ในต้นอ่อนข้าวสาลีจะเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง ภายในเวลา 4-5 วันหลังจากที่ร่างกายมีการดูดซับคลอโรฟิลล์
- ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน
- มีส่วนช่วยไม่ให้เซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ผิดปกติ จากการศึกษาของ Dr.Chiu-nan Lai มหาวิทยาลัยมะเร็งแห่งเท็กซัส เกี่ยวกับสารเบต้าแคโรทีนว่าสามารถลงอาการเสี่ยงของผู้เป็นโรคมะเร็งปอดจากการสูบบุหรี่ ได้ถึง 40%
- ช่วยเพิ่มเอนไซม์ให้แก่ร่างกาย ต้องคั้นสดเท่านั้น

โดยมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1 คลอโรฟิลล์

ช่วยร่างกายล้างพิษที่ตับ ล้างพิษในเนื้อเยื่อต่างๆ ฟอกมลภาวะและฟื้นฟูระบบหลอดเลือด เพราะโมเลกุลคล้ายโมเลกุลของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดมีฤทธิ์ต้านเชื้อโรคโดยเฉพาะเชื้อที่เป็นอันตราย รวมถึงมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียช่วยให้แผลหายเร็ว ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือด

2 แคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟันกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ช่วยในการแข็งตัวของเลือดเมื่อมีบาดแผล ควบคุมการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ กระตุ้นการทำงานของน้ำย่อย ช่วยให้ธาตุเหล็กทำงานดีขึ้น (สร้างเลือด)

3 ธาตุเหล็ก

เป็นส่วนประกอบสำคัญในเม็ดเลือด กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆ โดยทำหน้าที่ขับออกซิเจนที่เลือดนำมาไว้ใช้ มีภูมิต้านทานโรค ทำให้ร่างกายแข็งแรง

4 ฟอสฟอรัส

- ทำงานร่วมกับแคลเซียมในการสร้างกระดูกและฟันอยู่ในรูป แคลเซียมฟอสเฟต
- ควบคุมการปล่อยพลังงานจากการเผาไหม้ของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน
- ควบคุมความเป็นกรดและด่างในเลือดเป็นส่วนประกอบของสมองและไขสันหลัง
- เป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิกในสารพันธุกรรมและสร้างพลังงาน(ATP)ในcell
- ช่วยในการย่อยสลายสารอาหารในกล้ามเนื้อและในเนื้อเยื่อประสาท

5 แมกนีเซียม

ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นส่วนประกอบของ กระดูกและเลือด ช่วยแก้รู้สึกซึมเศร้า ช่วยระบบเลือดหัวใจ ช่วยให้ฟันแข็งแรง ช่วยละลายแคลเซียมสะสม ป้องกันไม่ให้ แคลเซียม จับตัวอยู่ตามอวัยวะต่างๆ เช่น ไต จำเป็นต่อการรวมตัวของ parathyroid hormone ซึ่งมีบทบาทในการดึงเอาแคลเซียมออกจากกระดูกป้องกันการแข็งตัวของเลือดป้องกันและรักษาโรคหอบหืด

6 โปแทสเซียม

รักษาสมดุลย์น้ำในร่างกาย ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และนำกระแสประสาท ช่วยในการสังเคราะห์ protein รักษาสภาพความเป็นกรด-เบส (pH) ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น ช่วยลดความดันโลหิต ช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

7 โซเดียม

- รักษาสมดุลย์น้ำในร่างกาย ร่วมกับโปแตสเซียมในการนำกระแสประสาท และการทำงานของกล้ามเนื้อ
- ควบคุมแรงดันในร่างกาย เรียกว่าแรงดัน ออสโมติก รักษาสภาพความเป็นกรด-เบส (pH)
- ช่วยควบคุมการขนส่ง กลูโคส และสารอื่นภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ช่วยขับถ่ายทางผิวหนัง (เหงื่อ)

8 กำมะถัน

เป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนบางชนิด และวิตามิน บี 1 เป็นส่วนประกอบของผิวหนัง ขน เล็บจำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 วิตามินบี 6 (pyridoxine)

ช่วยในการสังเคราะห์กรดอะมิโน เป็นส่วนประกอบของ ฮีโมโกลบิน ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหารและบำรุงผิวหนัง

10 วิตามินบี 12 (Cyanocobalamine)

ช่วยในการสังเคราะห์สารที่ใช้ถ่ายทอดทางพันธุกรรม สร้างเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูก สังเคราะห์โปรตีนบางชนิดในร่างกาย ช่วยในการเจริญเติบโตของเด็ก

11 วิตามินเอ

เป็นส่วนประกอบของสารที่ช่วยในการมองเห็นในที่มืดหรือที่มีแสงสลัวทำให้เยื่อหุ้มเซลล์แข็งแรง ช่วยให้กระดูกเจริญเติบโต ป้องกันการเป็นหมัน ช่วยให้ดวงตาสดใส และเยื่อบุตาขาว และกระจกตาดำแข็งแรง ช่วยเพิ่มความต้านทานโรค และต่อต้านโรคติดเชื้อ โดยเฉพาะโรคท้องร่วง ไข้หวัดใหญ่ หลอดลมอักเสบ และปอดบวม ช่วยให้ผิวหนังชุ่มชื้น และสวยงาม ช่วยในการเจริญเติบโตของเด็ก เนื่องจากวิตามินเอมีผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย

12 วิตามินซี

ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนเป็นเส้นใยที่ผนังเส้นเลือดฝอยช่วยสร้างเนื้อเยื่อใหม่และรักษาบาด- แผล เพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรค ลดความเครียด ลดแรงกดดันภายในร่างกาย ช่วยดูดซึม แคลเซียม ฟอสฟอรัส ทองแดง รักษาสุขภาพฟันและเหงือก ทำให้หลอดเลือดแข็งแรงและร่างการมีภูมิคุ้มกันโรค

13 วิตามินเค

ช่วยในการสร้างโปรตีนในการเกิดการแข็งตัวของเลือด ทำให้เลือกแข็งตัวเร็ว

## 2.3 ข้าวเจ้า

### 2.3.1 ถิ่นกำเนิดและสภาพแวดล้อม

จากการตรวจสอบหลักฐานทางโบราณคดีพบว่าข้าวมีการปลูกมานานมากกว่า 2800 ปีก่อนคริสตกาลในอินเดียและจีน และหลักฐานล่าสุดจากการค้นพบของนักโบราณคดี Donn T. Bayard และคณะที่ได้มาขุดค้นเรื่องราวทางประวัติศาสตร์โบราณคดีที่บ้านโนนนกทา อ.ภูเวียง จ. ขอนแก่น พบเมล็ดข้าวที่มีอายุประมาณ 3500 ปีก่อนคริสตกาล จึงเชื่อว่าถิ่นกำเนิดของข้าวนั้นอยู่ในเอเชียโดยเฉพาะเอเชียใต้ และตะวันออกเฉียงใต้เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่ที่ข้าวส่วนใหญ่ปรับตัวได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพนิเวศน์ วิทยาของข้าวนั้นพบว่าข้าวสามารถปรับตัวได้ดีตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 49°เหนือ (ประเทศเชคโกสโลวาเกีย) จนถึง 35° ใต้ (รัฐนิวเซาท์เวลประเทศออสเตรเลีย) แต่ส่วนใหญ่จะพบว่าอยู่ในเขต

ร้อน ระหว่างเส้น tropic of cancer (23° 27′ เหนือ) และ tropic of capricorn (23° 27′ ใต้) ซึ่งได้แก่ ประเทศต่าง ๆ ในเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกาตะวันตก อเมริกากลาง และอเมริกาใต้

ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินฟ้าอากาศดังต่อไปนี้

(1) **ความสูงของพื้นที่** ข้าวขึ้นได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงที่สูง 2,500 เมตร สามารถเจริญเติบโตทั้งในที่ดอน (ข้าวไร่) และที่ลุ่มมีระดับน้ำตั้งแต่ 5 cm. (ข้าวนาสวน) จนถึงหลายเมตร (ข้าวฟางลอย)(ภาพที่ 2)

**ภาพที่ 2.2** สภาพพื้นที่ปลูกข้าวแบ่งตามสภาพน้ำและชนิดของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) **ดิน** ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดยกเว้นดินทราย ส่วนใหญ่ชอบขึ้นในดินเหนียวและเหนียวร่วน มีความเป็นกรดและด่าง (pH) ตั้งแต่ 3-10 ขึ้นได้แม้กระทั่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

(3) **ปริมาณน้ำ** มีความต้องการน้ำตั้งแต่ 875 มม. (ข้าวไร่) จนถึง 2,000 มม. (ข้าวนาสวน) ต่อปี แต่ควรมีการกระจายฝนที่ดี ในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำชลประทานหรือที่เรียกว่านาน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกข้าวได้ในนาปีเท่านั้น และการตอบสนองต่อความต้องการน้ำยังขึ้นอยู่กับพันธุ์และช่วงของการเจริญเติบโต ในช่วงกากรเตรียมดินนั้นควรมีน้ำประมาณ 150-200 มม. ช่วงที่เป็นต้นกล้าต้องการประมาณ 250-400 มม. จนถึงต้นกล้าอายุ 30-40 วัน ส่วนในช่วงปักดำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวนั้นควรมีน้ำอยู่ในระหว่าง 800-1,200 มม.

(4) **แสงอาทิตย์** ปริมาณแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตโดยที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วงเวลาสั้นยาวของกลางวันกลางคืนยังมีผลต่อการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าวไวแสง (จะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป) ความเข้มของแสงในฤดูฝนซึ่งมีเมฆหมอกมากนั้นจะน้อยกว่าความเข้มแสงในฤดูร้อน ผลผลิตข้าวส่วนใหญ่จึงน้อยกว่าเมื่อปลูกในฤดูฝน เช่น จากรายงานพบว่าข้าวที่ปลูกในฤดูฝนจะให้ผลผลิตประมาณ 63 ถัง/ไร่ แต่ถ้านำพันธุ์เดียวกันไปปลูกในหน้าร้อนหรือหน้าแล้งจะได้ผลผลิตสูงถึง 73 ถัง/ไร่ (ใช้พันธุ์ กข.11, กข.7 และ กข.1) แสงแดดมีความจำเป็นมากในช่วงเริ่มสร้างดอกจนกระทั่ง 10 วันก่อนเมล็ดแก่

(5) **อุณหภูมิ** ได้มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการให้ผลผลิตพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในระหว่าง 25-33° ซ. อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป (ต่ำกว่า 15° ซ สูงกว่า 35° ซ) จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น เช่น พบว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปและต่ำเกินไปช่วงที่มีการออกดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ เป็นต้น

(6) **ความชื้นสัมพัทธ์** อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตของข้าวนั้นมักจะไม่ชัดเจน เพราะจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิในเชิงที่กลับกันคือ เมื่อความเข้มของแสงมากและอุณหภูมิสูงมักทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิเย็นในเวลากลางคืนทำให้เกิดน้ำค้างสูง จะมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อโรคของข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เป็นต้น

(7) **ลม** ลมอ่อนที่พัดถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา (ความเร็วประมาณ 0.75-2.25 cm./วินาที) จะช่วยให้มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าลมแรงจะมีผลโดยตรงทำให้ต้นข้าวหักล้ม เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.2 การเจริญเติบโตของข้าว**

การศึกษาทางการเจริญเติบโตหรือ สรีรวิทยาของพืชนั้นมีความสำคัญทำให้ ทราบถึงขั้นตอน ของกระบวนการมีชีวิตของพืช และอิทธิพลของปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อกระบวนการทำให้เกิดอาการผิดปกติหรือเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ถ้าเราสามารถศึกษาและเข้าใจการตอบสนองของพืชดังกล่าวได้แล้ว ก็สามารถนำความรู้นั้นไปปรับปรุงแก้ไขให้พืชเจริญเติบโตในสภาพปกติและให้ผลผลิตตามเป้าหมายได้ ในที่นี้จะได้กล่าวถึงการเจริญเติบโตของข้าวพอสังเขปเท่านั้น

การเจริญเติบโตของข้าวโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ได้ดังนี้ (*ดูภาพการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวจาก:http://www.riceweb.org/Plant.htm*)

(1) **การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ** (vegetative growth) โดยมี 2 ระยะคือ

- ระยะต้นกล้า (seedling stage) เป็นระยะจากข้าวงอกจนกระทั่งถึงข้าวแตกกอ ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 วัน (ขึ้นอยู่กับพันธุ์) สิ้นสุดระยะนี้ต้นข้าวจะมีใบประมาณ 5-6 ใบ

- ระยะแตกกอ (tillering stage) นับจากข้าวเริ่มแตกกอดังกล่าวจนถึงข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (panicle initiation) ใช้เวลาประมาณ 30-50 หลังจากระยะต้นกล้าขึ้นอยู่กับการตอบสนองต่อช่วงแสงของพันธุ์ข้าว

(2) **การเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์** (reproductive growth) เริ่มจากข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน ผ่านระยะตั้งท้อง (booting stage) จนถึงโผล่ช่อดอกและผสมเกสร (heading, flowering, fertilization) โดยจะใช้ระยะเวลาช่วงนี้ประมาณ 30-35 วัน

**2.3.3 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง**

**ข้าวเจ้า พันธุ์ กข.**

- **ชื่อวิทยาศาสตร์** Oryza sativa L.
- **ชื่อสามัญ** Jasmin rice, ข้าวหอม
- **ชื่อพันธุ์** กข (RD 2)
- **ให้การรับรองแก่กรมวิชาการเกษตรเป็นพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนที่** เลขที่ 135/2543 เมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2543
  และเป็นพันธุ์พืชรับรองเลขที่ 85/2543 เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2543
- **แหล่งที่มาและประวัติ**
  ข้าวเหนียวพันธุ์ กข2 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวซึ่งได้จากการผสมพันธุ์แบบผสมกลับ ระหว่างข้าวเหนียวพันธุ์กำผาย 15 ของไทย กับข้าวเจ้าพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 (TN 1) ของไต้หวัน แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 มาผสมกับพันธุ์กำผาย 15 อีกครั้ง โดยผสมพันธุ์ข้าว ที่สถาบันค้นคว้าวิจัยเรื่องข้าวระหว่างชาติ (International Rice Research Institute) ประเทศฟิลิปินส์ ในปี พ.ศ. 2507 และได้นำพันธุ์ผสมชั่วที่ 3 มาทำการปลูกและคัดเลือกในประเทศไทยจนได้สายพันธุ์ IR 253-4-1-2-1 แนะนำให้ออกขยายพันธุ์เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2512

- **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**
    - ประเภท พืชล้มลุก วงศ์หญ้า พวกข้าวเหนียวนาสวน ไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นสูงประมาณ 115 เซนติเมตร ต้นแข็งแรง กอตั้ง
    - ใบ ใบสีเขียว กาบใบมีสีเขียว ใบธงตั้งตรง การแก่ของใบแก่ช้า
    - ดอก/ช่อดอก กลีบรองดอกมีขนาดยาว 3.0 มิลลิเมตร สีฟาง รวงจับกันแน่น การยืดของคอรวงสั้น จำนวนรวงต่อตารางเมตร เฉลี่ย 425 รวง
    - เมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 168 เมล็ด เปลือกมีขนาดเฉลี่ยยาว 10.03 มิลลิเมตร กว้าง 3.23 มิลลิเมตร และหนา 2.18 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ย 35.9 กรัม คิดเป็นน้ำหนักข้าวเปลือก 10.32 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องมีสีน้ำตาลอ่อน ขนาดยาว 7.2 มิลลิเมตร กว้าง 2.6 มิลลิเมตร และหนา 1.9 มิลลิเมตร
- **ลักษณะอื่นๆ**
    - . ผลผลิตเฉลี่ย 765 กิโลกรัมต่อไร่ อายุข้าวประมาณ 120-130 วัน ระยะพักตัวของเมล็ด 4 สัปดาห์
- คุณภาพเมล็ดในการขัดสีดี และการหุงต้มพอใช้
- ข้อควรระวัง
    - : เป็นข้าวต้นเตี้ย เก็บเกี่ยวลำบาก ตอซังสั้น นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย
    - : ไม่ต้านทานอากาศหนาว จึงไม่นิยมปลูกในฤดูนาปรัง
    - : ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงมีโอกาสที่จะเป็นโรคขอบใบแห้งได้ง่าย
    - : ไม่ต้านทานโรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว
- พื้นที่แนะนำ : บริเวณพื้นที่เขตชลประทานหรือพื้นที่ควบคุมน้ำได้ทุกภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ลักษณะประจำพันธุ์ดีเด่น**

1.สามารถปลูกได้ทั้งฤดูนาปรังและนาปี

2.อายุเบาและสามารถกำหนดเดือนที่เก็บเกี่ยวได้

3.ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยในระดับสูง

4.แตกกอดีและทนดินเค็ม

5.คุณภาพการขัดสีดีและหุงต้มพอใช้

6.ผลผลิตสูง

7.ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลค่อนข้างต้านทานโรคใบสีส้ม

8. ต้านทานเพลี้ยจักจั่นสีเขียวปานกลาง

## 2.4 Cholorophyll

### 2.4.1 คลอโรฟิลล์ คืออะไร

คลอโรฟิลล์ เป็น pigment ที่พบในพืชที่มีสีเขียวและใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช โครงสร้างนั้นคล้ายคลึงกับ Heme ในเม็ดเลือดแดงซึ่งเป็นส่วนสำคัญของเลือด มีงานวิจัยสรุปออกมาว่า เมื่อร่างกายได้รับคลอโรฟิลล์ บางส่วนของคลอโรฟิลล์จะถูกเปลี่ยนเป็น Heme ทำให้ร่างกายมีปริมาณเลือดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่เพิ่มมากขึ้น และในคลอโรฟิลล์มีแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย

### 2.4.2 ประวัติการค้นคว้า

ในปี 1915 Dr.Richard Wilstatter ได้รับรางวัลโนเบล จากการค้นพบโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ ในปี 1961 นักวิทยาศาสตร์ ชื่อ Melvin Calvin ได้รับรางวัลโนเบล ในการค้นคว้าความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในใบพืช มีส่วนสำคัญในขบวนการสังเคราะห์ จากนั้นเพียง 15 ปี Dr.Hans Fisher ได้รับรางวัล โนเบลจากการค้นพบโครงสร้างของอะตอมเม็ดเลือดแดง (Heme) มีโครงสร้างเหมือนคลอโรฟิลล์ จากงานวิจัยสรุปได้ว่า เมื่อร่างกายได้รับคลอโรฟิลล์ บางส่วนของคลอโรฟิลล์จะถูกเปลี่ยนเป็นฮีม ทำให้ร่างกายมีปริมาณเลือดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่เพิ่มมากขึ้น

### 2.4.3 โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบอยู่ในพืช โดยเฉพาะในผักใบเขียวและผลไม้ดิบบางชนิด คลอโรฟิลล์มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

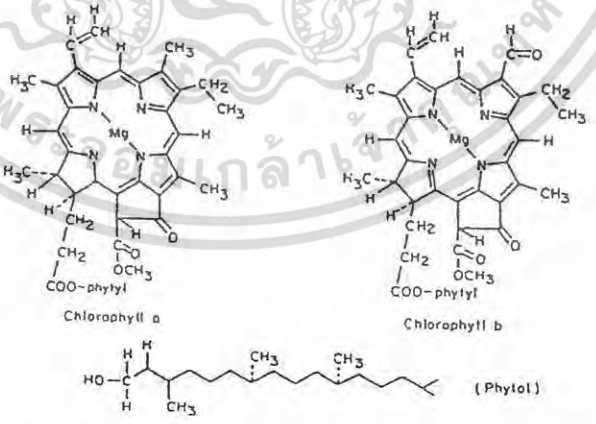
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟิลล์ที่พบในพืชมี 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี และยังมีคลอโรฟิลล์อีก 3 ชนิดที่พบในแบคทีเรียและสาหร่าย เช่น คลอโรฟิลล์ซีและคลอโรฟิลล์ดี สำหรับคลอโรฟิลล์ที่พบในพืชสีเขียวชั้นสูงจะมีอัตราส่วนของคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บี ประมาณ 3 : 1 และพบอยู่ในพลาสติก เรียกว่า คลอโรพลาสต์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยเล็กๆ เรียกว่า กรานา (grana) และโครงสร้างของกรานาจะประกอบด้วยลาเมลลา (lamellae) โดยมีคลอโรฟิลล์โมเลกุลฝังตัวอยู่ที่ลาเมลลา และเกาะตัวอยู่กับลิพิด โปรตีนและไลโพโปรตีน

คลอโรฟิลล์เอมีสูตรโครงสร้างเป็นเตตระไพโล ซึ่งวงแหวนพอร์ไฟรินอยู่ในรูปไดไฮโดรและแมกนีเซียมอะตอมอยู่ตรงกลางโมเลกุล มีหมู่เมทิลที่ตำแหน่ง 1,3,5 และ 8 มีหมู่ไวนิล (vinyl) ที่ตำแหน่ง 2 หมู่เมทิลที่ตำแหน่ง 4 หมู่โพรพิโอเนต (propionate) ที่ตำแหน่ง 7 ถูกเอสเทอร์ริไฟด์ด้วยไฟติลแอลกอฮอล์ (phytyl alcohol) มีหมู่คีโต (keto) ที่ตำแหน่ง 9 และมีหมู่คาร์โบเมทอกซี (carbomethoxy) ที่ตำแหน่ง 10 ทำให้คลอโรฟิลล์เอมีสูตรโมเลกุล $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$

คลอโรฟิลล์บีมีสูตรโครงสร้างโมเลกุลคล้ายคลอโรฟิลล์เอมาก ยกเว้นที่ตำแหน่ง 3 ซึ่งในคลอโรฟิลล์เอเป็นหมู่เมทิล แต่คลอโรฟิลล์บีเป็นหมู่ฟอร์มิล (formyl) และมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$

สำหรับไฟติลแอลกอฮอล์หรือไฟตอล (phytol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีจำนวนคาร์บอน 20 อะตอม มีโครงสร้างเป็นไอโซพรีนอยด์ (isoprenoid)

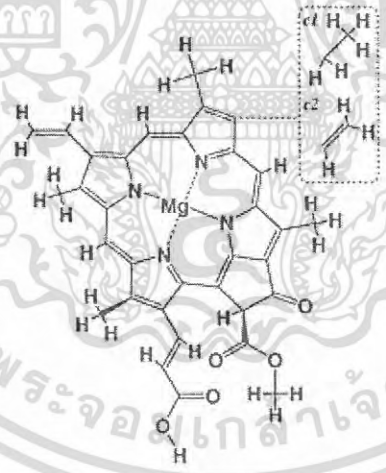



**รูปที่ 2.3** แสดง สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีและไฟตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

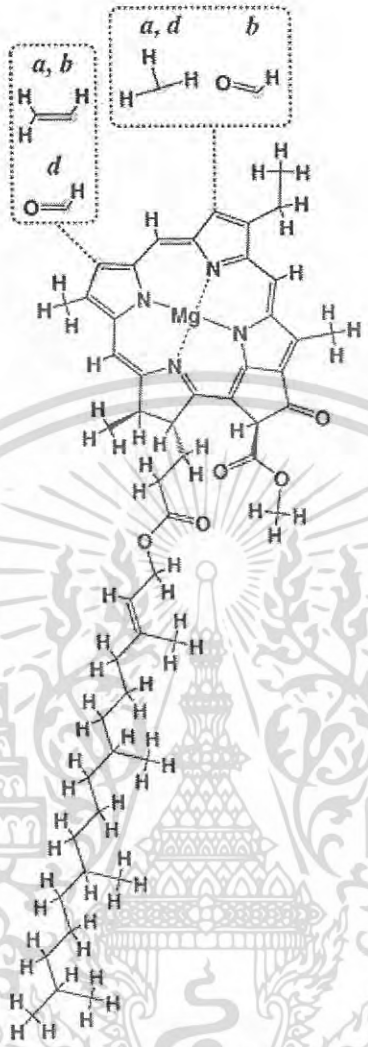
**ตารางที่ 2.1** แสดงสูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ชนิดต่างๆ

| | **Chlorophyll *a*** | **Chlorophyll *b*** | **Chlorophyll *c1*** | **Chlorophyll *c2*** | **Chlorophyll *d*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Molecular formula | $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ | $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ | $C_{35}H_{30}O_5N_4Mg$ | $C_{35}H_{28}O_5N_4Mg$ | $C_{54}H_{70}O_6N_4Mg$ |
| C3 group | $-CH=CH_2$ | $-CH=CH_2$ | $-CH=CH_2$ | $-CH=CH_2$ | -CHO |
| C7 group | $-CH_3$ | -CHO | $-CH_3$ | $-CH_3$ | $-CH_3$ |
| C8 group | $-CH_2CH_3$ | $-CH_2CH_3$ | $-CH_2CH_3$ | $-CH=CH_2$ | $-CH_2CH_3$ |
| C17 group | $-CH_2CH_2COO-$ Phytyl | $-CH_2CH_2COO-$ Phytyl | $-CH=CHCOOH$ | $-CH=CHCOOH$ | $-CH_2CH_2COO-$ Phytyl |
| C17-C18 bond | Single | Single | Double | Double | Single |
| Occurrence | Universal | Mostly plants | Various algae | Various algae | cyanobacteria |




**ภาพที่ 2.4** Common structure of chlorophyll *c1*, and *c2*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

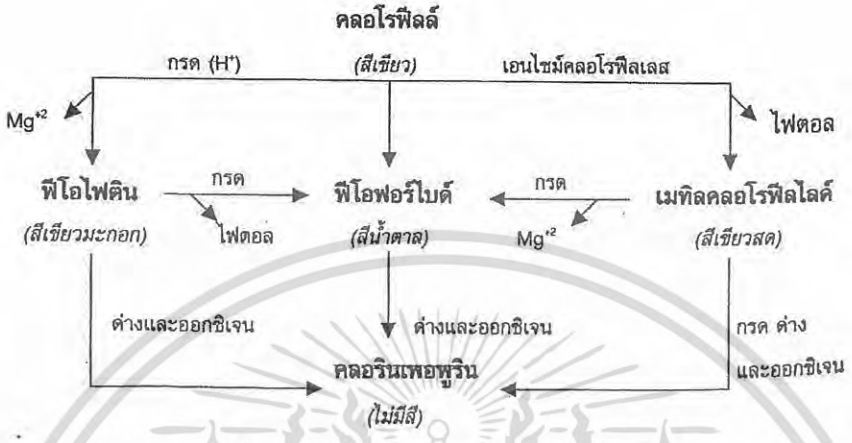



**ภาพที่ 2.5** Common structure of chlorophyll *a*, *b* and *d*

ในระหว่างกระบวนการแปรรูปพืชผักที่มีสีเขียวโดยใช้ความร้อน จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยา pheophytinization คือ แมกนีเซียมไอออนจะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) ซึ่งเป็นการสูญเสียแร่ธาตุแมกนีเซียมออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ สีเขียวของพืชจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (olive-brown) ของฟีโอไฟติน

นอกจากนั้นคลอโรฟิลล์ยังอาจเปลี่ยนเป็นคลอโรฟิลไลด์ (chlorophyllide) ได้โดยอาศัยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เกิดการสูญเสียหมู่ไฟติลออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำให้คลอโรฟิลไลด์ละลายในน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

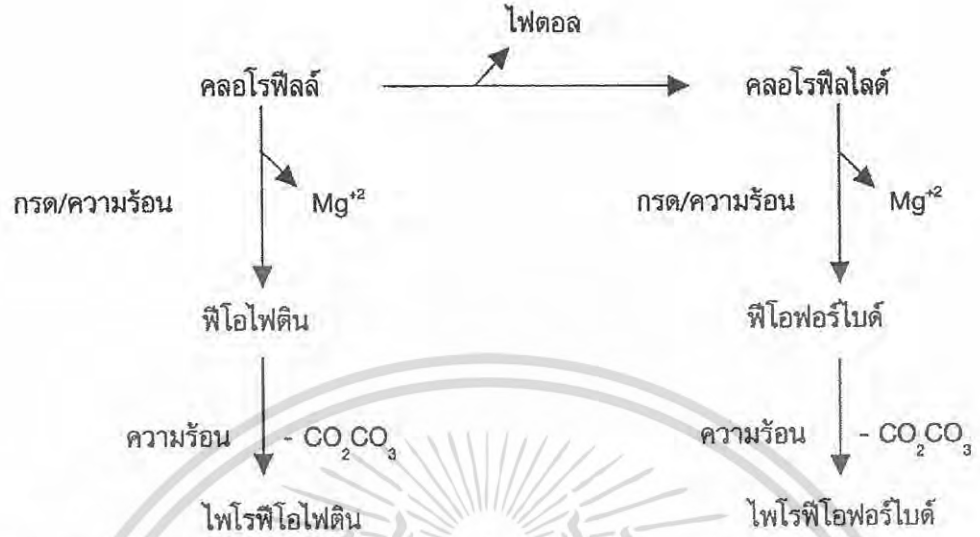



**ภาพที่ 2.6** แผนภูมิการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

| | |
|---|---|
| ฟีโอไฟตินเอ | คือ คลอโรฟิลล์เอที่ไม่มีแมกนีเซียม |
| ฟีโอไฟตินบี | คือ คลอโรฟิลล์บีที่ไม่มีแมกนีเซียม |
| คลอโรฟีลไลด์เอ | คือ คลอโรฟิลล์เอที่ไม่มีหมู่ไฟตอล |
| คลอโรฟีลไลด์บี | คือ คลอโรฟิลล์บีที่ไม่มีหมู่ไฟตอล |
| ฟีโอฟอร์ไบด์เอ | คือ คลอโรฟีลไลด์เอที่ไม่มีแมกนีเซียม |
| ฟีโอฟอร์ไบด์บี | คือ คลอโรฟีลไลด์บีที่ไม่มีแมกนีเซียม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง




**ภาพที่ 2.7** ไพโรฟีโอไฟตินเอหรือบี คือ ฟีโอไฟตินที่ไม่มีหมู่คาร์โบเมทอกซี ($-CO_2CH_3$) ที่คาร์บอนตำแหน่ง 10

คลอโรฟิลล์เอและฟีโอไฟตินเอไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ เบนซีน และอะซีโตน ถ้าสารทั้งสองเป็นสารบริสุทธิ์จะละลายได้เล็กน้อยในปิโตเลียมอีเทอร์

คลอโรฟิลล์บีและฟีโอไฟตินบี ละลายในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซีโตน และเบนซีน ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะไม่ละลายในน้ำ และปิโตรเลียมอีเทอร์ สำหรับคลอโรฟิลไลด์และฟีโอฟอร์ไบด์ซึ่งไม่มีหมู่ไฟตอลจะละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในน้ำมัน

ในธรรมชาติคลอโรฟิลล์จะสลายตัวหายไปเมื่อใบไม้แก่และเริ่มร่วงหล่นทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เช่นเดียวกับผลไม้บางชนิดขณะที่ผลดิบมีสีเขียว และเมื่อผลไม้เริ่มสุกสีเขียวของคลอโรฟิลล์จะค่อยๆสลายตัวจางหายไป และมีการสังเคราะห์สีเหลืองและสีแดงของแคโรทีนอยด์ หรือ
แอนโทไซยานินขึ้นมาแทนที่

ปฏิกิริยาของกรดต่อคลอโรฟิลล์ก็มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง อย่างไรก็ตามคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเนื้อเยื่อพืชจะรวมอยู่กับไลโพโปรตีนทำให้ช่วยป้องกันการถูกทำลายด้วยกรดได้ แต่การใช้ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติและความสามารถในการป้องกันปฏิกิริยาจากกรดจะลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96459

**1 ผลของกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา**

ผักและผลไม้ที่มีสีเขียว เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมน้ำตาลของฟีโอไฟตินอย่างรวดเร็ว และเมื่อนำไปเก็บรักษาสีจะเปลี่ยนแปลงมากขึ้น อัตราเร็วของการเปลี่ยนสีของคลอโรฟิลล์ ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปอาหารด้วย และคลอโรฟิลล์เอจะเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟตินเอได้รวดเร็วกว่าคลอโรฟิลล์บีเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟตินบีประมาณ 5 - 10 เท่า

คลอโรฟิลล์ → ฟีโอไฟติน → ไพโรฟีโอไฟติน

การแช่เยือกแข็งก็มีผลต่อการเปลี่ยนสีของพืชผักที่มีสีเขียว ปัจจัยที่สำคัญคือ ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการลวก ควรใช้ความร้อนสูงระยะเวลาสั้น

**ตารางที่ 2.2** การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ระหว่างการลวกและการแปรรูปผักโขมด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่างๆกัน (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)

| ผักโขม | คลอโรฟิลล์ | | ฟีโอไฟติน | | ไพโรฟีโอไฟติน | | ฟีโอชี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เอ | บี | เอ | บี | เอ | บี | |
| ผักโขมสด | 6.98 | 2.49 | | | | | 7.06 |
| การลวก | 6.78 | 2.47 | | | | | |
| การได้รับความร้อน (นาที) | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | 6.90 |
| 4 | 5.72 | 2.46 | 1.36 | 0.13 | | | 6.77 |
| 7 | 4.59 | 2.21 | 2.20 | 0.29 | 0.12 | | 6.60 |
| 15 | 2.81 | 1.75 | 3.12 | 0.57 | 0.35 | | 6.32 |
| 30 | 0.59 | 0.89 | 3.32 | 0.78 | 1.09 | 0.27 | 6.00 |
| 60 | | 0.24 | 2.45 | 0.66 | 1.74 | 0.57 | 5.65 |
| | | | 1.01 | 0.32 | 3.62 | 1.24 | |

จากตาราง แสดงถึงความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอและบี ฟีโอไฟตินเอและบี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพโรฟีโอไฟตินเอและบีในผักโขมสด ที่ผ่านการลวกและการแปรรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาต่างๆกัน ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่ามีเพียงผักโขมสดและผักโขมลวกเท่านั้นที่มีคลอโรฟิลล์เอและบี และมีค่าพีเอชไม่เปลี่ยนแปลง แต่เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส พบว่าคลอโรฟิลล์จะสลายตัวมากขึ้นและมีค่าพีเอช ลดลง

ในระหว่างกระบวนการทำผักแห้ง คลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟตินได้เช่นเดียวกัน และการเปลี่ยนแปลงนี้ยังขึ้นอยู่กับ degree of blanching ก่อนที่จะนำผักไปทำแห้งด้วย

การเก็บรักษาก็มีผลทำให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ตัวอย่างเช่น ผักแห้งที่บรรจุในภาชนะใสจะเกิดโฟโตออกซิเดชัน (photooxidation) และมีการสูญเสียรงควัตถุทำให้สีเปลี่ยนไปได้ ถ้าผักแห้งมีค่า water activity ต่ำกว่า 0.32 จะทำให้คลอโรฟิลล์ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟตินได้

**2. การรักษาสีเขียวของพืชผัก**

2.1 การใช้ด่าง

เนื่องจากคลอโรฟิลล์มีความคงตัวในด่าง การเติมเกลือของด่างลงในน้ำที่ใช้ลวกผัก เพื่อปรับไม่ให้ค่าพีเอชของน้ำที่ใช้ลวกผักลดลง จะช่วยปรับรักษาสีเขียวของผักไว้ได้ เพราะการเติมด่างหรือการใช้ alkalizing agent จะช่วยปรับค่าพีเอชของน้ำให้สูงขึ้นประมาณพีเอช 7 จะสามารถยับยั้งการเกิดฟีโอไฟตินได้ เกลือของด่างที่นิยมใช้คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต หรืออาจใช้แมกนีเซียมคาร์บอเนต เรียกกระบวนการที่ใช้ด่างนี้ว่า Blair process ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการแปรรูปจะยังคงมีสีเขียวอยู่ แต่จะไม่คงตัวในระหว่างการเก็บรักษา และการเติมด่างเพื่อเพิ่มพีเอชของน้ำจะมีผลเสียต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย คือ ทำให้ผักนิ่มลง

2.2 การใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้น

การใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นในการลวกผักก็ให้ผลดีเช่นเดียวกัน จะช่วยรักษาวิตามิน กลิ่น รสชาติและสีเขียวไว้ได้ ดังนั้นการใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นจึงช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ผักรักษาสีเขียวหรือปริมาณคลอโรฟิลล์ไว้ได้นาน แต่จะสูญเสียได้ในระหว่างการเก็บรักษา ตัวอย่างเช่น ภายหลังการเก็บรักษาไว้นาน 3 เดือน สีของคลอโรฟิลล์จะเหมือนกันไม่ว่าจะใช้กระบวนการแปรรูปที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำก็ตาม เพราะระหว่างการเก็บรักษาจะมีกรดอินทรีย์ เช่น กรดไพโรลิโดนคาร์บอกซิลิก ซึ่งจะเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ กระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อนสูงและระยะเวลาสั้นจะทำให้เกิดกรดอินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษามากกว่าวิธีอื่น จึงไม่มีผลดีต่อคุณภาพของคลอโรฟิลล์เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน

2.3 การใช้เอนไซม์คลอโรฟิลเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ให้เป็นคลอโรฟิลไลด์ โดยอาศัยเอนไซม์คลอโรฟีเลส หรือ เอสเทอเรส ซึ่งมีอยู่ในพืชตามธรรมชาติจะเกิดการไฮโดรไลซิสแยกเอาหมู่ไฟตอลออก ส่วนที่เหลือ คือ เมทิลคลอโรฟิลไลด์ ซึ่งจะละลายได้ในน้ำ และจะมีความคงตัวมากกว่าคลอโรฟิลล์ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสจะทำงานได้ดีในสภาวะที่ตัวกลางเป็นน้ำ ที่อุณหภูมิระหว่าง 65-75 องศาเซลเซียส และ activity จะหายไปอย่างสมบูรณ์เมื่อได้รับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 นาที

การลวกที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศาฟาเรนไฮต์) นานถึง 20 นาที ก็ยังรักษาสีเขียวไว้ได้ การลวกควรใช้อุณหภูมิประมาณ 54-76 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะผักโขม การลวกที่อุณหภูมิต่ำ 65 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที จึงทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นคลอโรฟิลไลด์โดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส

ในเนื้อเยื่อพืชสีเขียวยังมีเอนไซม์ไลพอกจิเนส ซึ่งจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคลอโรฟิลล์ได้ทำให้สีเขียวซีดลง ปฏิกิริยานี้ยับยั้งได้ด้วยการใช้สารต้านออกซิเดชัน หรือโดยการลวกก่อนนำไปแปรรูป

2.4 การทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะ (metal complex)

ทองแดงไอออน ($Cu^{+2}$) หรือสังกะสีไอออน ($Zn^{+2}$) สามารถเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมไอออนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความคงตัวมาก ดังนั้นการทำให้สีเขียวของผักใบคงอยู่หรือกลับคืนมาระหว่างการเก็บรักษา จะต้องทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงหรือสังกะสีกับฟีโอไฟติน แต่วิธีนี้ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

สารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงกับฟีโอไฟตินและฟีโอฟอร์ไบด์ มีจำหน่ายเป็นการค้ามีชื่อว่า copper chlorophyll และ copper chlorophyllin ตามลำดับ สารนี้ไม่อนุญาตให้ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่มีการใช้ในประเทศยุโรป โดยใช้เติมลงในอาหารกระป๋องประเภทซุป ลูกกวาด และผลิตภัณฑ์นม ปริมาณที่ใช้จะต้องไม่เกิน 200 ส่วนต่อล้านส่วนของทองแดงไอออนอิสระ

การแปรรูปกระเจี๊ยบฝักบรรจุกระป๋องในน้ำเกลือ จะใช้สังกะสีคลอไรด์เติมลงไปเพื่อรักษาสีเขียวหรืออาจเติมลงในน้ำที่ใช้ลวก ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้อยู่ในช่วง 100-200 ส่วนต่อล้านส่วน การใช้สังกะสีคลอไรด์เติมลงในน้ำเกลือสำหรับใช้แปรรูปถั่วเมล็ดและถั่วฝักไม่สามารถรักษาสีเขียวไว้ได้

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อผักสีเขียวได้รับความร้อนในภาวะที่มีสังกะสีไอออน มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 2.8** ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อผักสีเขียวได้รับความร้อนในภาวะที่มีสังกะสีไอออน

**3 การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เนื่องจากแสง**

เมื่อคลอโรฟิลล์ถูกแสงและออกซิเจน สีจะจางลงและทำให้คืนกลับไม่ได้ ไม่ว่าจะอยู่ในใบพืชหรืออยู่ในสารละลาย และคลอโรฟิลล์เอจะสลายตัวได้เร็วกว่าคลอโรฟิลล์บี

**4 ความคงตัวของคลอโรฟิลล์ในอาหารอบแห้ง**

ค่า water activity ในอาหารแห้งมีผลต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ที่สภาวะ water activity สูง จะทำให้จุลินทรีย์เจริญและเกิดปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ได้ง่าย หากอาหารแห้งมีค่า water activity ต่ำ จะทำให้ไม่มีน้ำเพียงพอในปฏิกิริยาการเปลี่ยนคลอโรฟิลล์เป็นสารฟีโอไฟติน ผลการศึกษาการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผักโขม พบว่าเมื่อ water activity อยู่ในช่วง 0-0.32 คลอโรฟิลล์จะมีความคงตัวดีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อค่า water activity เพิ่มขึ้นเป็น 0.52- 0.75 จะมีฟีโอไฟตินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

การเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ พบว่าช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ระหว่างการเก็บรักษาผักและผลไม้บางชนิด เช่น การเก็บรักษาบรอคโคลีไม่ให้ดอกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่ถ้าสัมผัสกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20,30 และ40 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 3-6 วัน หลังจากนั้นต้องเก็บรักษาไว้ในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการเกิดก๊าซเอทิลีน รวมทั้งชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.4.4 ประโยชน์จากคลอโรฟิลล์**

คลอโรฟิลล์ไม่ใช่โปรตีน แต่เป็นโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีแมกนีเซียจับอยู่ในใจกลางโมเลกุล ทำหน้าที่ดูดแสงแดด เพื่อนำไปเปลี่ยนเป็นพลังงาน และส่งต่อไปยังโมเลกุลอื่นในคลอโรพลาสต์ของพืชใบเขียว เพื่อสังเคราะห์แสงต่อไป

โครงสร้างของคลอโรฟิลล์จะคล้ายกับบางส่วนของฮีโมโกลบิน ฮีโมโกลบินจะมีธาตุเหล็กจับอยู่ในใจกลางโมเลกุลในส่วนที่เรียกว่า ฮีม (heam)แทน โดยฮีมนั้นมีคุณสมบัติจับกับก๊าซได้ดีในสภาวะหรือบริเวณที่มีออกซิเจนหนาแน่น เช่น ในหลอดเลือดแดงและปอด และจะปล่อยออกซิเจนได้ง่ายในสภาวะหรือบริเวณที่มีออกซิเจนน้อย เช่น ในเนื้อเยื่อที่ต้องการใช้ออกซิเจน ดังนั้นฮีโมโกลบินจึงเป็นตัวสำคัญในการขนส่งออกซิเจนในเลือด

แต่โครงสร้างที่คล้ายกันของฮีโลฟิลล์กับฮีมนั้น ยังไม่ทราบแน่ชัดว่ามีความสัมพันธ์กันเพียงใด

อย่างไรก็ตามสำหรับวีตกราสนั้น นอกจากมีคลอโรฟิลล์สูงแล้วยังมีธาตุเหล็กปริมาณมากด้วยซึ่งทั้งแมกนีเซียมและเหล็กที่มีอยู่ เป็นส่วนประกอบที่ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดในคนได้เป็นอย่างดีดังนั้น วีต กราส จึงมีประโยชน์ต่อระบบเลือด โดยช่วยบำรุงหรือสร้างเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นผลให้สุขภาพแข็งแรง

http://www.dpharmacy.co.th/food%201.html

ในบางครั้งอาจมีการเรียกคลอโรฟิลล์ ว่า โลหิตของพืช มีแร่ธาตุธรรมชาติมากมาย ประกอบไปด้วยสาร ต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน โปรตีน และสารอาหารต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อร่างกายปรับความเป็นกรดเป็นด่างในร่างกายของเรา มนุษย์ควรบริโภคคลอโรฟิลล์มากๆเพื่อมาเสริมฮีโมโกบิลในเม็ดเลือด ดังคำกล่าวที่ว่า"เลือดพืชมีสีเขียว เลือดมนุษย์ มีสีแดง มนุษย์จะมีสุขภาพที่ดีได้เลือดจะต้องไม่มีพิษ "จงล้างพิษด้วยพืชสีเขียว "

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ออกมาตามท้องตลาดมากมาย โดยตั้งคำถามให้ผู้บริโภคได้คิดว่า "ทำไมต้องดื่มคลอโรฟิลล์ ?" และให้คำตอบไปพร้อมๆกับคำถามว่า เพราะการบริโภคผัก ผลไม้สดโดยตรง อาจไม่สะดวกและที่เลวร้ายกว่านั้นผักผลไม้สดทั่วไป มัก ปนเปื้อนสารเคมีที่เป็นพิษ และมีการโฆษณาอวดอ้างสรรพคุณว่าการดื่มคลอโรฟิลล์ ที่ผ่านกระบวนการผลิตได้มาตรฐานสามารถทดแทน การรับประทานพืชผักบริสุทธิ์ ปริมาณมากๆได้ คุณประโยชน์หลักคือ คุณสมบัติในการชำระล้าง ขจัดสารพิษ และสิ่งสกปรกออกจากร่างกาย รักษาสมดุล บำรุงรักษา คือเพิ่มปริมาณออกซิเจนและเม็ดเลือดแดง ช่วยเสริมบำรุงสุขภาพของเราได้ดีขึ้นดังต่อไปนี้

1. ระบบเลือด บำรุงเลือด ล้างพิษ ทำลายอนุมูลอิสระ ในเม็ดเลือด แก้โรคโลหิตจาง และลดความดันโลหิตสูง แต่ไม่มีอันตรายกับผู้ที่มีความดันเลือด ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ระบบทางเดินอาหาร คลอโรฟิลล์ล้างพิษโดยตรงในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก สมานแผลในกระเพาะอาการกระตุ้นเนื้อเยื่อให้ฟื้นตัว

3.บำรุงปาก ฟัน ระงับกลิ่นปาก โดยเฉพาะผู้ที่มีอาการโรค เหงือก อักเสบ แผลในปากจะทุเลาลงภายใน 24 ชม. หลังจากอมคลอโรฟิลล์ วันละ 2-4 ครั้ง

4. รักษาแผลต่างๆ คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ ฟื้นฟู เนื้อเยื่อ ของแผลทุกชนิดทั้งภายในและภายนอกร่างกาย ทั้งแผลเรื้อรัง แผลเป็นหนอง แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลหายช้าหรือหายยากเช่น โรคเบาหวาน

5. ระงับกลิ่น กลิ่นเหม็นจากแผลเรื้อรัง หรือโรคแผลในช่องปาก จะหมดไปทันทีที่แผลสัมผัสกับคลอโรฟิลล์บริสุทธิ์ กลิ่นอุจจาระที่รุนแรง การผายลม หรือกลิ่นตัวที่มีกลิ่นแรงมาก การดื่มคลอโรฟิลล์จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้

6. การควบคุมสมดุลของแคลเซียม ผู้ที่บริโภคเนื้อมากเกินไป จะขาดความสมดุลของธาตุแคลเซียมแทบทั้งสิ้น การขาดความสมดุลของธาตุแคลเซียมทำให้ป่วยเป็นโรคสารพัดชนิด ตั้งแต่โรคกระดูกผุ โรคหัวใจ โรคกล้ามเนื้อ โรคผิวหนัง โรคเลือดไม่แข็งตัวเมื่อมีบาดแผล ประจำเดือนผิดปกติ คลอโรฟิลล์ ช่วยควบคุมสมดุลของแคลเซียมในร่างกายได้ดีเยี่ยม

7.โรคภูมิแพ้ เกิดจากการที่อากาศและอาหารเป็นพิษ โดยการสะสมติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน คนเราทุกวันนี้จึงเจ็บป่วยกันบ่อยด้วยโรคหวัด น้ำมูกไหล เจ็บคอ ช่องหูอักเสบ ท้องเสีย ท้องผูกบ่อย ฯลฯคลอโรฟิลล์ สามารถบำบัดอาการเหล่านี้ได้

-เพิ่มเซลล์เม็ดเลือดแดงทำให้ภาวะโลหิตจางดีขึ้น

-บรรเทาอาการโรคหัวใจ ลดความดันโลหิตสูง ลดน้ำตาลในเลือด ในผู้ป่วยเบาหวาน

-ละลายไขมันอุดตันในเส้นเลือดและระบบทางเดินอาหาร ล้างสารพิษในร่างกาย ช่วยให้เลิกบุหรี่ กาแฟ ยาเสพติด

-บรรเทาอาการโรคภูมิแพ้ โรคไซนัส ลดปัญหาโรคหืด

-บรรเทาอาการปวดประจำเดือนของสตรี

-ช่วยลด สิว ฝ้า โรคต่างๆทางผิวหนัง

-บรรเทาปัญหาที่เกิดจากข้อต่อ และกระดูกสันหลัง

-ระงับปัญหาต่างๆที่เกิดจากระบบการย่อย

-ลดปัญหาการนอนไม่หลับและการนอนกรน

-ช่วยแก้โรคท้องผูก ริดสีดวงทวารทุเลาและหายได้

-ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับผิวกาย ชะลอขบวนการชราภาพ ขจัดรังแคที่เกิดจากผิวหนังแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็ง เสริมการทำงานของปอด ตับ ต่อมไธรอยด์ให้ดีขึ้น

-ทำให้ระบบคุ้มกันของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้น

-ช่วยขับพิษออกจากร่างกาย สารตกค้างของยาปฏิชีวนะ สารเคมีตกค้างในอาหาร

-เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ลดรอยคล้ำใต้ตา

-ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

คลอโรฟิลล์ ไม่ใช่ยาสามารถดื่มได้ทุก เวลา การรับประทานคลอโรฟิลล์ในปริมาณมากไม่เกิดโทษแต่อย่างใด

(http://www.welovebadminton.com/webboard/index.php?board=13;action=display;threadid=678)

## 2.5 Fiber

### 2.5.1 ใยอาหาร คืออะไร

ใยอาหาร เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต หรือประเภทแป้ง ที่เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายย่อยในทางเดินอาหารไม่ได้ เมื่อย่อยไม่ได้ ก็ย่อมถูกดูดซึมในทางเดินอาหารไม่ได้ แต่นั้นไม่ได้หมายความว่า มันไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายคนเราหรอกนะครับ

ใยอาหารนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

(1) ใยอาหารชนิดละลายในน้ำ

(2) ใยอาหารชนิดไม่ละลายในน้ำ

ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ เป็นใยอาหารที่มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าจะสามารถดูดซึมน้ำได้บ้างแต่จะรวมตัวกับอาหารต่างๆ ในกระเพาะ ทำให้มีลักษณะหนืดคล้ายเจล ใยอาหารกลุ่มนี้จะออกจากกระเพาะไปสู่ลำไส้ช้าๆทำให้การดูดซึมของอาหารในเลือดช้าลง จึงทำให้หิวช้าลงซึ่งช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีนอกจากนี้ ใยอาหารกลุ่มนี้จะดึงเอากรดไขมันและน้ำดีไว้ ดังนั้นคนที่รับประทานอาหารประเภทนี้เป็นประจำ จะช่วยลดคลอเลสเตอรอลในเลือดได้ใยอาหารกลุ่มนี้พบได้ในผลไม้แทบทุกชนิดและธัญพืชที่ไม่ได้ขัดสี เช่น ข้าวกล้องข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต เป็นต้น

ใยอาหารชนิดไม่ละลายในน้ำบ้าง พวกนี้เราเรียกว่า กากใย เป็นพวกที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จะพบในผักและผลไม้ที่มีใยเหนียว เช่น แกนสับปะรด กากในคะน้า ในผักหลายชนิด เจ้านี้จะช่วยทำให้เราถ่ายคล่อง ไม่เป็นท้องผูก พบมากในรำข้าว ข้าวโพด ข้าวซ้อมมือ ข้าวฟ่าง ผักผลไม้บางชนิด ใยอาหารชนิดนี้มีคุณสมบัติ พองตัว ดูดซึมนั้นทำให้มีน้ำหนักถ่วงมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้อิ่มเร็ว นอกจากนี้ใยอาหารประเภทนี้จะช่วยเอื้อต่อการป้องกันมะเร็ง ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม ใยอาหารจะกระตุ้นให้ลำไส้บีบตัวทำให้กากอาหารผ่านจากลำไส้เล็กไปสู่ลำไส้ใหญ่ได้รวดเร็วไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคั่งค้างของเสียในลำไส้ ทำให้การขับถ่ายง่ายขึ้นและโอกาสที่กากอาหารจะถูกแบคทีเรียในลำไส้ย่อยกลาย เป็นสารก่อมะเร็งจึงน้อยลง ลดการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดี ได้แก่ ลิกนิน (lignin), เซลลูโลส (cellulose), เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)เป็นต้น

นักวิจัยยังพบว่า ใยอาหารช่วยป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคนิ่วในถุงน้ำดี นอกจากนี้ยังป้องกันมะเร็งบางชนิดได้ด้วย โดยเฉพาะมะเร็งในลำไส้

ในภาวะปกติ ร่างกายจะต้องการใยอาหารธรรมชาติประมาณ วันละ 20-30 กรัม หรือประมาณ 1 ออนซ์ ที่จริงกินผักและผลไม้ก็เพียงพอ แต่ถ้ามีปัญหา ก็จะ มีพวก รำข้าว ที่มีใยอาหารสูงมาขาย เราก็สามารถกินเสริมเข้าไป ใยอาหารกลุ่มนี้เป็นที่รู้จักดี ได้แก่เพคติน(pectin), ซิลเลี่ยม(psyllium) เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วร่างการของเราควรได้รับใยอาหารทั้ง 2 กลุ่มผสมกันไป จากคุณสมบัติที่ดีของใยอาหารดังที่ได้กล่าวมาเราจึงควรหันมาบริโภคใยอาหารกันให้มากขึ้น โดยแต่ละวัน เราควรได้รับใยอาหารประมาณ 30 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ การที่จะได้รับประโยชน์สูงสุดจากการรับประทานใยอาหาร ไม่เพียงแต่ปริมาณที่ได้รับเท่านั้น สิ่งที่สำคัญยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนที่สมดุลระหว่างใยอาหารทั้งสองประเภทด้วย

**2.5.2 ร่างกายต้องการใยอาหารมากเพียงใด**

จำนวนใยอาหารที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับนี้ ให้สังเกตง่ายๆจากการขับถ่ายอุจจาระซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีว่า ร่างกายของคุณได้รับใยอาหารที่เพียงพอหรือไม่นั่นคือ เมื่อร่างกายได้รับใยอาหารที่เพียงพอ อุจจาระจะมีลักษณะอ่อน เป็นก้อน ไม่เหลว ลอยน้ำได้ ถ้ารับประทานอาหารที่มีใยอาหารมาก จำนวนอุจจาระจะมากตาม เนื้อวัว และเนื้อสัตว์ทั้งหลาย เป็นอาหารที่ไม่มีเส้นใย ดังนั้นถ้าคุณกินเนื้อสัตว์แต่น้อย และรับประทานอาหารที่มีผักมาก เช่นอาหารมังสวิรัติ, อาหารเจ, อาหารชีวจิต หรือ อาหารแม็คโครไบโอติค มากเท่าใด คุณก็จะได้รับใยอาหารมากขึ้นเท่านั้น ทั้งยังช่วยลดไขมันในอาหาร โดยคุณควรจะงดอาหารทอดด้วย จึงจะช่วยลดน้ำหนัก และทำให้คุณมีสุขภาพที่ดีขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบ

1. ต้นอ่อนข้าวเจ้า
2. ต้นอ่อนข้าวสาลี

## 3.2 วิธีการวิเคราะห์

### 3.2.1 การวิเคราะห์ คลอโรฟิลด์

**สารเคมี**

1. Acetone 85%
2. Quartz sand
3. Ether
4. $CaCO_3$ หรือ $NaCO_3$
5. $Na_2SO_4$

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. เครื่อง Spectrometer22
2. Volume Flask 100 มิลลิลิตร
3. Buchner funnel
4. โกร่ง
5. กรวยแยก
6. กระบอกตวง 10 มิลลิลิตร
7. ปิเปต 1 และ 10 มิลลิลิตร
8. บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเตรียมตัวอย่าง**

1. เลือกตัวอย่าง 1-5 กรัม ใส่ลงในโกร่ง เติม $CaCO_3$ หรือ $NaCO_3$ 0.1 กรัม บดให้ละเอียด
2. เติม quartz sand เพื่อทำให้ละเอียด
3. เติม Acetone 85% เล็กน้อย
4. บดต่อจนกระทั่งละเอียดมาก
5. เทใส่ที่กรองโดยใช้แรงดันในการกรอง
6. ล้างกากด้วย Acetone 85%
7. นำกากไปบดต่อ แล้วเติม Acetone 85% นำไปกรองต่อ
8. บดแล้วกรองจนกระทั่งกากไม่มีสีเขียว
9. นำน้ำที่กรองได้ไปใส่ใน Volume Flask ขนาดที่เหมาะสม เจือจางด้วย Acetone 85%

**การเตรียมสารละลาย**

1. ปิเปตสาร 25-50 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยกที่มีตัวสกัดที่ประกอบด้วย ether 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ pigment เข้าไปรวมอยู่ในชั้นของ ether แล้วทิ้งชั้นน้ำออกไป
3. ทำซ้ำ ในข้อ 2 ประมาณ 5-10 ครั้ง เพื่อล้าง Acetone ออก
4. นำส่วนที่ได้ไปใส่ใน Volume Flask ขนาด100 มิลลิลิตร เจือจางด้วย ether
5. ใส่ $Na_2SO_4$ 5 มิลลิลิตร ใน ขวดขนาด 60 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายที่สกัดได้ จนครบ 60 มิลลิลิตร
7. ปิเปตสารที่ได้จากข้อ 6 มาใส่ใน flask แล้วเจือจางด้วย ether ที่เพียงพอที่จะให้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 โดยใช้ ether เป็นค่า blank ที่ความยาวคลื่น 660 และ 642.5 นาโนเมตร

### 3.2.2 Crude Fiber

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. บีกเกอร์สำหรับย่อยขนาด 600 มิลลิลิตร
3. เครื่องย่อยที่มีคอนเดนเซอร์สำหรับควบคุมปริมาตรให้คงที่ตลอดระยะเวลาการย่อย
4. ผ้ากรองลินิน
5. ถ้วยกระเบื้อง (crucible)
6. เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (furnace muffle)
7. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Hot air oven)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โถดูดความชื้น (desicator)
9. ที่คีบ (Tong)

**สารเคมี**

1. $H_2SO_4$ เข้มข้น 0.255 N
2. NaOH 0.313 N
3. Alcohol 95%

**วิธีการทดลอง**

1. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติม $H_2SO_4$ 200 มิลลิลิตร เข้าเครื่องย่อย ต้มให้เดือด 30 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนหลายๆครั้ง
2. นำกากมาใส่ในบีกเกอร์ เติม NaOH 200 มิลลิลิตร ต้มนาน 30 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนหลายๆครั้ง ล้างด้วย แอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร
3. นำกากใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง อบที่ 105-110 °C นาน 2 ชั่งโมง ทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator ชั่งน้ำหนัก
4. นำไปเผาที่ 600 °C นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก

## 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานปัญหาพิเศษ

**ต้นข้าวเจ้า** :

เป็นข้าวเจ้าพันธุ์ กข

**ต้นข้าวสาลี** :

เป็นข้าวสาลีที่เพาะเองโดยใช้เมล็ดพันธุ์จากร้านขายอาหารชีวจิต

**ดินที่ใช้ในการปลูก** :

ดินปลูกต้นไม้ยี่ห้อ "ดินน้องแพร"

**รูปแบบการทดลอง** :

เป็นการทดลองแบบ Factorial โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 Crop โดย

**Crop 1** คือต้นอ่อนที่ได้จากการตัดในครั้งแรก แบ่งเป็นตัดเมื่อต้นข้าวมีความ สูง 12 cm. และความสูง 17 cm. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ชนิดของข้าว(ข้าวเจ้า,ข้าวสาลี) และ ความสูงของต้นอ่อนข้าว

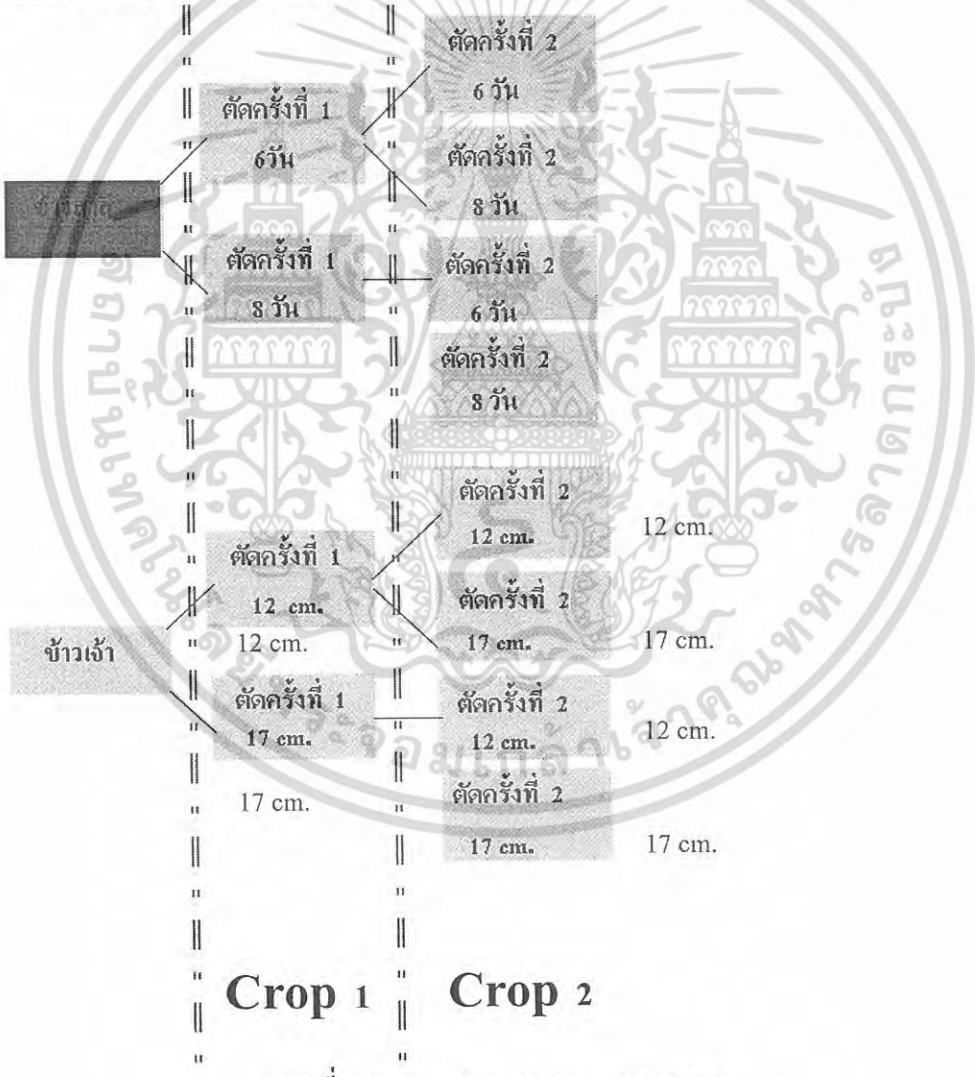
**Crop 2** คือต้นอ่อนที่ได้จากการตัดในครั้งที่ 2 แบ่งเป็นตัดเมื่อสูง 12 cm. และ เมื่อสูง 17 cm. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ชนิดของข้าว(ข้าวเจ้า,ข้าวสาลี) ความสูงในการปลูกครั้งแรก(12 cm.,17 cm.) และความสูงที่ตัดในครั้งที่ 2 (สูง 12 และ สูง 17 cm.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเพาะปลูก**

ข้าวสาลี : แช่เมล็ดข้าวทิ้งไว้ในน้ำ 1 คืน นำไปปลูกในกระบะที่มีดินสูงไม่ต่ำกว่า 3 นิ้ว โรยเมล็ดบนดิน กลบเมล็ดด้วยดินบางๆ รดน้ำให้ชุ่ม (ไม่มากจนเกินไปเพราะเมล็ดจะเกิดเชื้อรา) พยายามอย่าให้โดนแสงมาก รดน้ำทุกวัน รอจนกระทั่งต้นอ่อนมีความสูงตามที่ต้องการ ตัดต้นอ่อนมาวิเคราะห์ โดยตัดบริเวณเหนือพื้นดินขึ้นมาประมาณ 2 cm. เพราะจากพื้นดินถึงบริเวณนั้นต้นอ่อนจะมีสีขาว ไม่มีคลอโรฟิลล์

ข้าวเจ้า : แช่เมล็ดข้าวทิ้งไว้ในน้ำ จนกระทั่งเมล็ดข้าวเริ่มมีรากงอก สังเกตจากเมล็ดข้าวจะมีปุ่มสีขาวงอกออกมาบริเวณปลายเมล็ด ซึ่งจะมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย แยกเมล็ดที่ลอยน้ำออก (เมล็ดเสีย) แล้วนำไปปลูกวิธีเดียวกับข้าวสาลี




**ภาพที่ 3.1** แผนภาพแสดงแผนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพแสดงแผนการทดลองจะเพาะปลูกข้าวจนได้ความสูงตามที่ต้องการ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่ได้จากการตัดครั้งแรก 2) กลุ่มที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 และในกลุ่มที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อยโดยแบ่งตามความสูงทั้งครั้งแรกและครั้งที่ 2 เป็นเกณฑ์ คือ

กลุ่ม 1) ครั้งแรกตัด 12 cm. ครั้งหลัง ตัด 12 cm.

กลุ่ม 2) ครั้งแรกตัด 12 cm. ครั้งหลัง ตัด 17 cm.

กลุ่ม 3) ครั้งแรกตัด 17 cm. ครั้งหลัง ตัด 12 cm.

กลุ่ม 4) ครั้งแรกตัด 17 cm. ครั้งหลัง ตัด 17 cm.

การทดลองจะทำตามที่กล่าวมาข้างต้น 4 ครั้ง(4 ซ้ำ) แล้วนำต้นอ่อนข้าวที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารที่ต้องการ 2 ชนิดคือ

1. ปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้วิธี สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ในต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิด และใช้สูตรในการคำนวณ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

2. หาปริมาณใยอาหารประเภท Crude fiberในต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิด แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

## 4.1 การเพาะต้นอ่อนต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า

จากผลการเพาะ พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าและข้าวสาลีนั้นมีความแตกต่างกันโดย ข้าวสาลีมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าข้าวเจ้าดังตารางที่ 4.1 ดังนั้นในการปลูกข้าวเจ้าให้มีความสูงเท่ากับข้าวสาลี จะต้องใช้เวลามากกว่าอย่างน้อย 2-3 วันอีกทั้งระยะเวลาในการเตรียมเมล็ด ข้าวเจ้าก็ใช้เวลานานกว่าโดยที่เมล็ดข้าวสาลีใช้เวลาในการเตรียม คือ แช่น้ำนาน 1 คืนโดยไม่ต้องรอให้มีการงอก แต่ข้าวเจ้าเนื่องจากมีเปลือกเมล็ดที่แข็งแรงกว่า จึงต้องใช้เวลาอยู่ในน้ำนานกว่าเพื่อให้เปลือกอ่อนตัวลงถึงระดับที่ต้นอ่อนสามารถทะลุผ่านออกมาได้ คือต้องรอจนกระทั่งมีรากงอกออกมานอกเปลือกก่อน จึงจะสามารถนำไปลงดินปลูกได้ หากนำไปลงดินโดยที่ยังไม่มีรากงอกออกมา ต้นอ่อนก็จะไม่สามารถงอกออกมาได้ ซึ่งสำหรับข้าวเจ้าจะใช้เวลาในการเตรียมเมล็ดประมาณ 3-5 คืน

แม้ว่าข้าวเจ้าจะใช้เวลาในการเตรียมและการเจริญเติบโตมากกว่าข้าวสาลีแต่ก็ไม่ต่างกันมากนักหากมีการวางแผนเริ่มต้นการปลูกที่ดีแล้ว ก็จะสามารถปลูกข้าวสาลีได้อย่างต่อเนื่อง และให้ผลผลิตตามที่ต้องการได้เช่นเดียวกับข้าวเจ้า

**ตารางที่4.1** แสดงเวลาในการเจริญเติบโตของข้าวสาลีและข้าวเจ้า

| ชนิดของข้าว / ความสูง(cm.) | ข้าวสาลี(วัน) | ข้าวเจ้า (วัน) |
|---|---|---|
| 12 | 6-8 | 10-12 |
| 17 | 8-10 | 12-14 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างในการตัดครั้งแรก

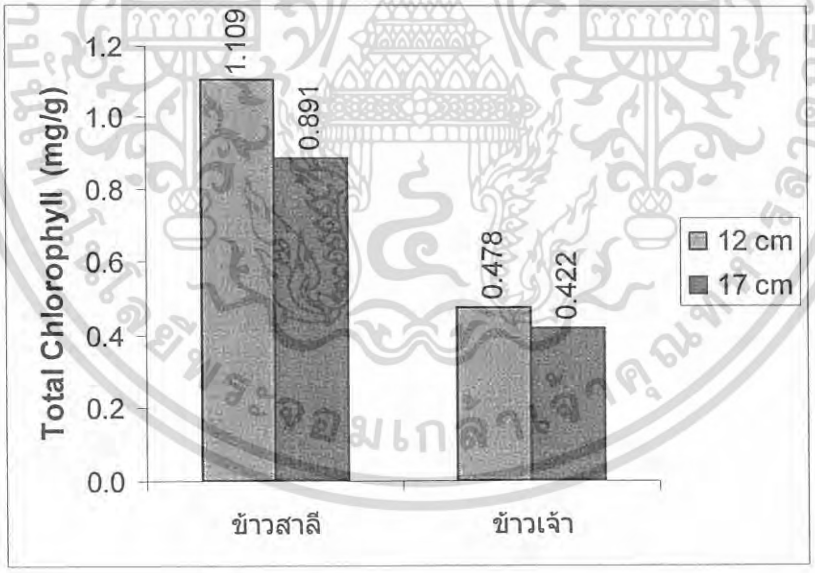
### 4.2.1 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างในการตัดครั้งแรก

จากภาพที่ 4.1 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดทั้งของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะมีปริมาณแตกต่างกันโดยลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น กล่าวคือ

ต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.109 และ 0.891 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าข้าวเจ้า โดยต้นอ่อนข้าวเจ้าที่มีความสูง 12 และ 17 cm.มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.478 และ 0.422 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าที่ 17 cm. โดยปริมาณคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งแรกนั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าข้าวเจ้าประมาณ 2 เท่า ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่า น้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกัน




**ภาพที่ 4.1** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

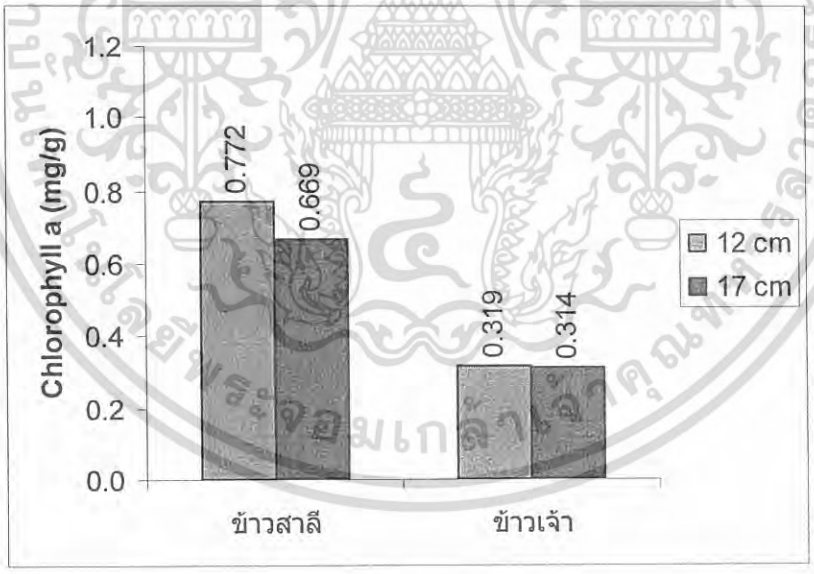
**4.2.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอระหว่างในการตัดครั้งแรก**

จากแผนภูมิพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะมีปริมาณแตกต่างกันโดยลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น กล่าวคือ

ต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ0.7715 และ 0.6691มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าข้าวเจ้า โดยต้นอ่อนข้าวเจ้าที่มีความสูง 12 และ 17 cm.มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 0.3186 และ 0.3137 มก. / ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าที่ 17 cm. โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งแรกนั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มากกว่าข้าวเจ้าประมาณ 2 เท่า ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่า น้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มากกว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกัน




**ภาพที่ 4.2** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2.3. การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์บีระหว่างในการตัดครั้งแรก**

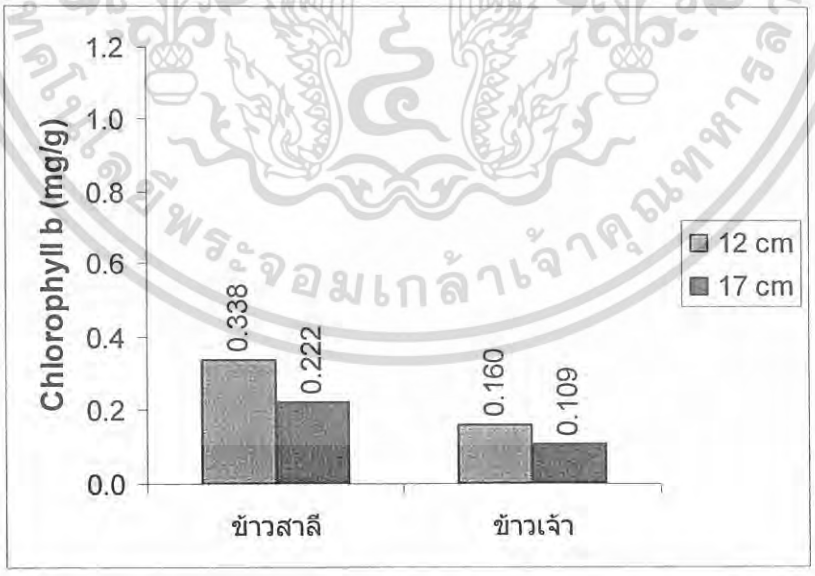
จากแผนภูมิพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์บี ทั้งของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะมีปริมาณแตกต่างกันโดยลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น กล่าวคือ

ต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ0.3383 และ 0.2224มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าข้าวเจ้า โดยต้นอ่อนข้าวเจ้าที่มีความสูง 12 และ 17 cm.มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 0.1597 และ 0.1087 มก. /ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 cm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากกว่าที่ 17 cm. โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งแรกนั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากกว่าข้าวเจ้าประมาณ 2 เท่า ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่า น้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากกว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกัน

จะเห็นได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับคลอโรฟิลล์ทั้งหมดโดยคลอโรฟิลล์เอจะมีสัดส่วนมากกว่าคลอโรฟิลล์บีและเมื่อนำปริมาณคลอโรฟิลล์เอมาบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์บีจะมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด แต่ในการนำไป ใช้เราจะสนใจเฉพาะปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเท่านั้น




**ภาพที่ 4.3** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์บีระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

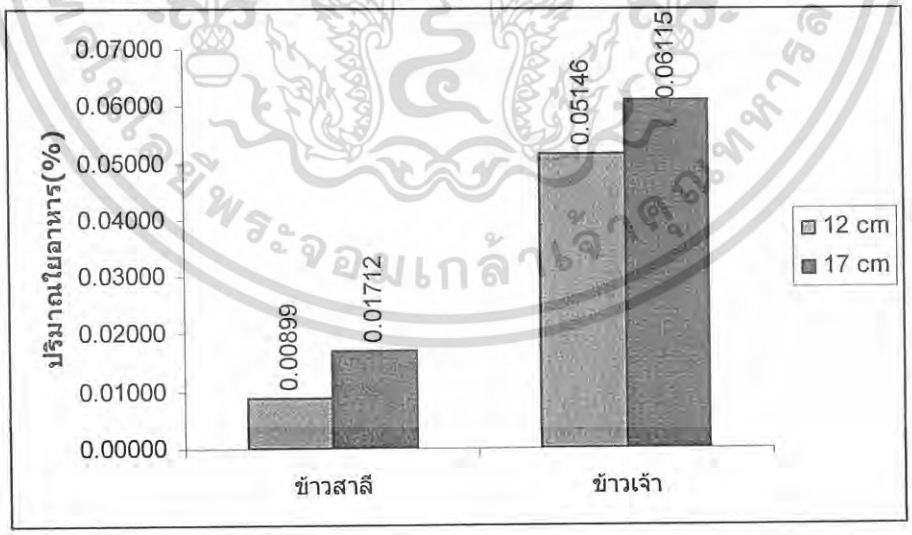
## 4.3 การศึกษาปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

จากแผนภูมิพบว่าทั้งของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะมีปริมาณ ใยอาหารแตกต่างกันโดยเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นและต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า กล่าวคือ

ต้นอ่อนข้าวสาลีที่มีความสูง 12 และ 17 cm.มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0090 และ 0.0171 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดยต้นอ่อนข้าวเจ้าที่มีความสูง 12 และ 17 cm. ที่มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0515 และ 0.0612 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

และต้นอ่อนข้าวทั้งสองชนิดที่ความสูง 12 cm. มีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าที่ 17 cm. โดยปริมาณใยอาหารมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งแรกนั้นข้าวสาลีมีปริมาณใยอาหารน้อยว่าข้าวเจ้า ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่า น้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเช่นเดียวกัน และในการทำ น้ำคลอโรฟิลล์ให้ได้คุณค่าทางอาหารเป็นใยอาหารด้วยนั้นจะต้องทำ การปั่นต้นอ่อนข้าวให้กากละเอียดจนสามารถรับประทานได้โดยไม่มีการแยกกากออก เพราะหากแยกออกก็จะเป็นการแยกใยอาหารออกไปด้วย ดังนั้นในการทำน้ำคลอโรฟิลล์ให้ได้ใยอาหารนั้นจะต้องใช้เวลานานพอสมควรและต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้มีความร้อนระหว่าการปั่นมากเกินไปเพราะอาจทำให้คุณค่าทางอาหารอย่างอื่นเช่น วิตามินต่างๆ สลายไประหว่างกระบวนการปั่น




**ภาพที่ 4.4** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.4 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

จากการทดลองหาปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรกจะได้ค่าคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b โดยแบ่งปัจจัยความสูงเมื่อตัดสองครั้งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่

กลุ่ม 1) ครั้งแรกตัด 12 cm. ครั้งหลัง ตัด 12 cm.

กลุ่ม 2) ครั้งแรกตัด 12 cm. ครั้งหลัง ตัด 17 cm.

กลุ่ม 3) ครั้งแรกตัด 17 cm. ครั้งหลัง ตัด 12 cm.

กลุ่ม 4) ครั้งแรกตัด 17 cm. ครั้งหลัง ตัด 17 cm.

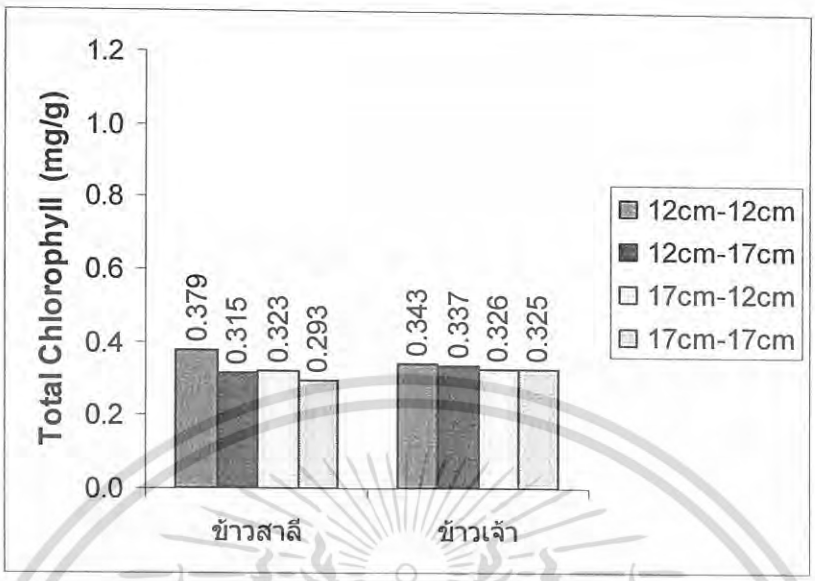
**4.4.1 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2**

พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดยข้าวสาลี กลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.3791มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 0.3146 , 0.3233 , 0.2933 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ0.3432มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.3369 ,0.3263 , 0.3250 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งที่ 2 นั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ มากกว่าข้าวเจ้า โดยที่กลุ่มที่ของข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่ากลุ่มอื่น แต่หากมองในแง่ของตัวเลขแล้วจะเห็นได้ว่า แม้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน แต่ก็ต่างกันที่จุดทศนิยมตัวที่ 2 หรือ 3 ในหน่วย มิลลิกรัมต่อกรัม ดังนั้นจึงอาจเปรียบได้ว่าใน การตัดครั้งที่ 2 นั้น ข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ใกล้เคียงกัน

ในการนำต้นอ่อนข้าวที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 มาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ ใกล้เคียงกับน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.5** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

**4.4.2 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2**

พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มากกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดย

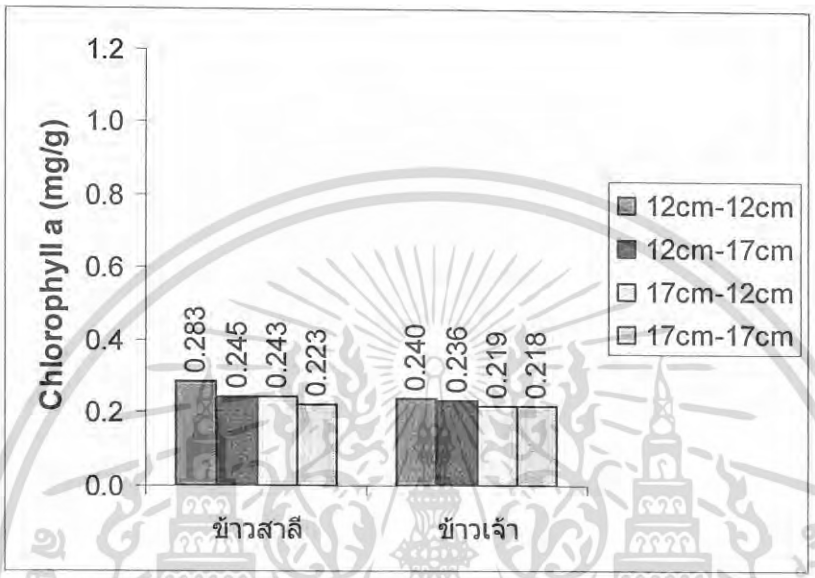
ข้าวสาลี กลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ 0.2834 มก. /ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ 0.2449 , 0.243 , 0.2225 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เท่ากับ0.2404มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 0.2355 ,0.2191 , 0.2178 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

เช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งที่ 2 นั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มากกว่าข้าวเจ้า โดยที่กลุ่มที่ของข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากกว่ากลุ่มอื่น แต่หากมองในแง่ของตัวเลขแล้วจะเห็นได้ว่า แม้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน แต่ก็ต่างกันที่จุดทศนิยมตัวที่ 2 หรือ 3 ในหน่วย มิลลิกรัมต่อกรัม ดังนั้นจึงอาจเปรียบได้ว่าใน การตัดครั้งที่ 2 นั้น ข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำต้นอ่อนข้าวที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 มาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์แอ ใกล้เคียงกับน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเช่นเดียวกัน




**ภาพที่ 4.6** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

**4.4.3 การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์บีระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2**

พบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดยข้าวสาลี กลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 0.0959 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 0.0699 , 0.0804 , 0.071 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 0.103 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บีเท่ากับ 0.1016 ,0.1074 , 0.1074 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ

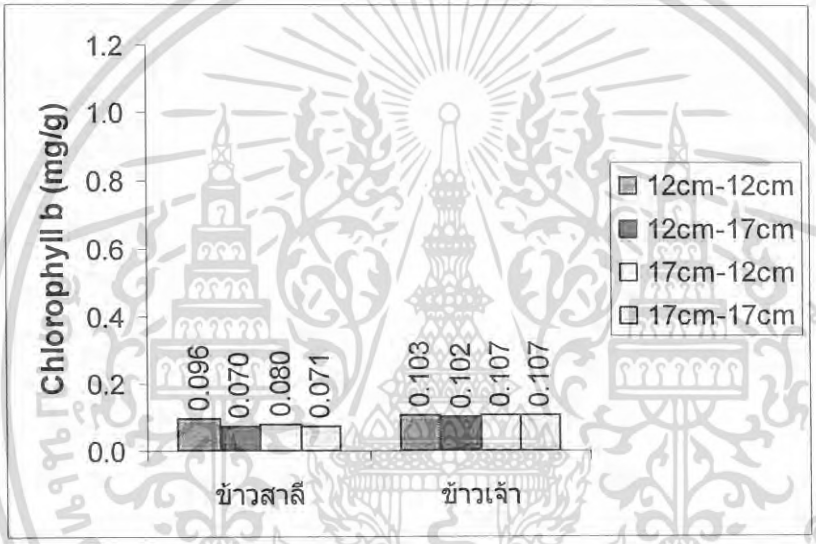
เช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งที่ 2 นั้นข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์บี มากกว่าข้าวเจ้า โดยที่กลุ่มที่ของข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากกว่ากลุ่มอื่น แต่หากมองในแง่ของตัวเลขแล้วจะเห็นได้ว่า แม้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองชนิดจะแตกต่างกัน แต่ก็ต่างกันที่จุดทศนิยมตัวที่ 2 หรือ 3 ในหน่วย มิลลิกรัมต่อกรัม ดังนั้นจึงอาจเปรียบได้ว่าใน การตัดครั้งที่ 2 นั้น ข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีใกล้เคียงกัน

ในการนำต้นอ่อนข้าวที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 มาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ใกล้เคียงกับน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้าเช่นเดียวกัน

จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งที่ 2 แม้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะแตกต่างกัน แต่หากมองในภาพรวมแล้วก็ต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจึงถือได้ว่าต้นอ่อนข้าวที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 ของข้าวทั้งสองชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ใกล้เคียงกัน




**ภาพที่ 4.7** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ b ระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการ ตัดครั้งที่ 2

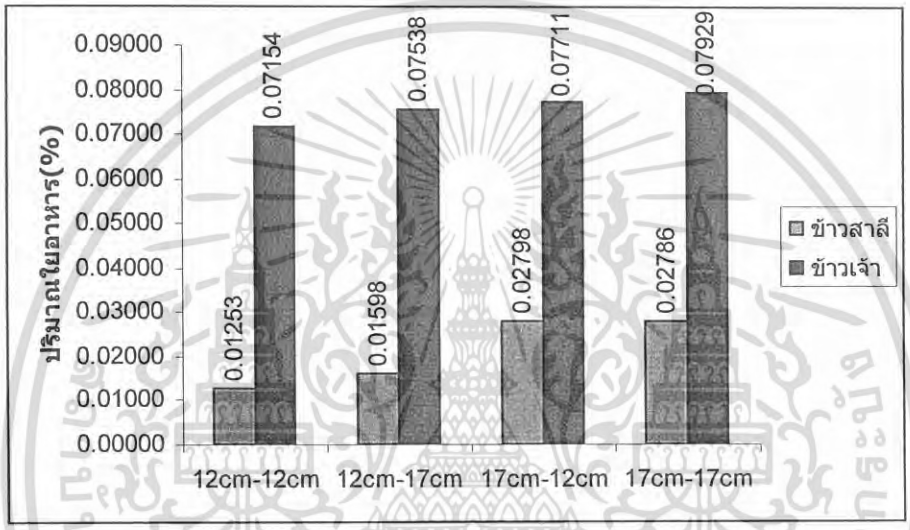
## 4.5 การศึกษาปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

จากแผนภูมิพบว่าทั้งของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าจะมีปริมาณ ใยอาหารแตกต่างกันโดยเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น และต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้า โดย

ข้าวสาลี กลุ่ม 1) และ กลุ่ม 2) ได้เท่ากับ 0.0125 และ 0.0160 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับปริมาณใยอาหารของกลุ่ม 3) และ กลุ่ม 4) ซึ่งเท่ากับ 0.0280 และ 0.0279 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนข้าวเจ้ากลุ่ม 1) มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.0715 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กลุ่ม 2) กลุ่ม 3) และกลุ่ม 4) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.0754 , 0.0771 , 0.0793 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในการตัดครั้งที่ 2 นั้นข้าวสาลีมีปริมาณใยอาหารน้อยว่าข้าวเจ้า ดังนั้นในการนำมาพัฒนาเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ จึงเป็นไปได้ว่า น้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวสาลีจะมีปริมาณใยอาหารน้อยกว่าน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากต้นอ่อนข้าวเจ้า




**ภาพที่ 4.8** แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารระหว่างต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการ ตัดครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). การทำนาน้ำฝน กรุงเทพฯ : ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2531. พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เล่ม 1. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2529. การปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร.

ไสว พงษ์เก่า, อารีย์ วรัญญวัฒก์, ดุสิต ศิริพงษ์, พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, วัชรินทร์ บุญวัฒน์ และสุรพล อุปดิสสกุล. 2525. พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. กรุงเทพฯ ; ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2537. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2536/37. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

A.O.A.C. 1990. Official Methots of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists,15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington,Virginia.

FAO. 1994. Medium-term prospects for agricultural commodities project to the year 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Speer, Brian R. (1997). "Photosynthetic Pigments" in *UCMP Glossary (online)*. University of California, Berkeley Museum of Paleontology. Verified availability March 20, 2006.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสาลี. [Online]. http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK17/chapter10/t17-10-l1.htm#sect1

Wheatgrass ต้นกล้าข้าวสาลี. [Online]. www.goodhealth.com

http://www.tttonline.net/healthy/viewDetails.php?type

http://forum.sanook.com/show.php?topic_id=2000060&cat_id=140&post_id=10389033

http://www.marketathome.com/market/viewdetail.ph

http://www.thailandsme.com/shop/view.php?pid=928&sid=337

http://taladchon.khonsuratthani.com/market/mbdetail.php?id=F0402776

http://en.wikipedia.org/wiki/

http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter06/chapter06_10.htm

http://www.welovebadminton.com/webboard/index.php?board=13;action=display;threadid=6798

http://www.siamfitness.com/food12.html

http://www.bio-thai.com/rice/

http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7

www.thainakarin.co.th

http://www.dpharmacy.co.th/food%201.ht

http://theyoung.net/knowledge/saranaru/saranaru_health3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสาลี. [Online]. http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK17/chapter10/t17-10-l1.htm#sect1

Wheatgrass ต้นกล้าข้าวสาลี. [Online]. www.goodhealth.com

คลอโรฟิลด์. [Online]. http://www.tttonline.net/healthy/viewDetails.php?type

คลอโรฟิลด์ [Online].http://forum.sanook.com/show.php?topic_id=2000060&cat_id

คลอโรฟิลด์ [Online].http://www.marketathome.com/market/viewdetail.ph

คลอโรฟิลด์ [Online].http://www.thailandsme.com/shop/view.php?pid=928&sid=337

คลอโรฟิลด์ [Online].http://taladchon.khonsuratthani.com/market/mbdetail.php?id=F0402776

Chlorophyll [Online].http://en.wikipedia.org/wiki/

Chlorophyll[Online].http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter06/chapter06_1

Chlorophyll[Online].http://www.welovebadminton.com/webboard/index.php?board=13;action=di

ใยอาหาร[Online].http://www.siamfitness.com/food12.html

ข้าวเจ้า พันธุ์ กข.[Online].http://www.bio-thai.com/rice/

ใยอาหาร.[Online].http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%82%E0%B9%89%

ใยอาหาร.[Online].www.thainakarin.co.th

Cereal Grass. [Online].http://www.dpharmacy.co.th/food%201.ht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การคำนวณปริมาณใยอาหาร**

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} = \frac{(W1-W2)}{W} \times 100$$

โดยที่

- W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
- W1 = น้ำหนักถ้วย+กากหลังอบ (กรัม)
- W2 = น้ำหนักถ้วย+เถ้าหลังเผา (กรัม)

**การคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์**

Total Chlorophyll = 7.12A660 + 16.8A642.5

Chlorophyll a = 9.93 A660 - 0.777 A642.5

Chlorophyll b = 17.6 A642.5 – 2.81 A660

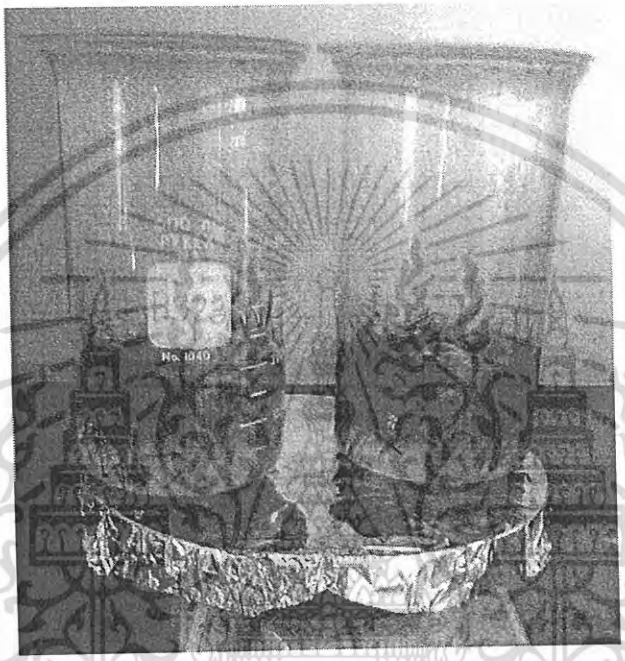
โดยที่

- A642.5 = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 642.5 นาโนเมตร
- A660 = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร
- ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ต้องอยู่ในช่วง 0.2- 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

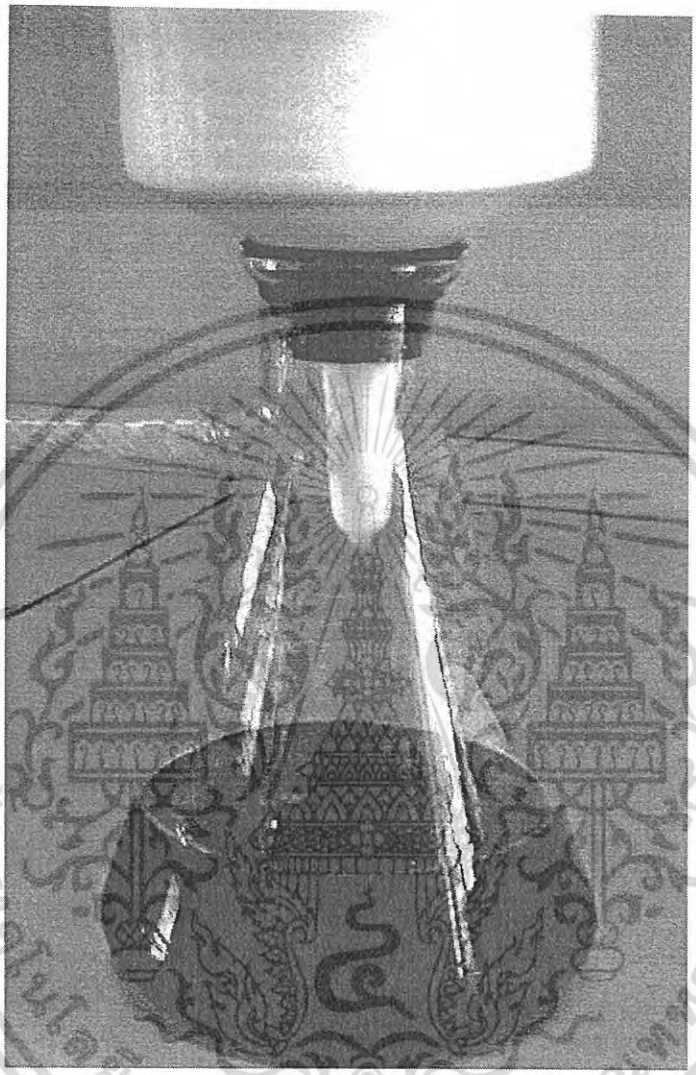
# ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



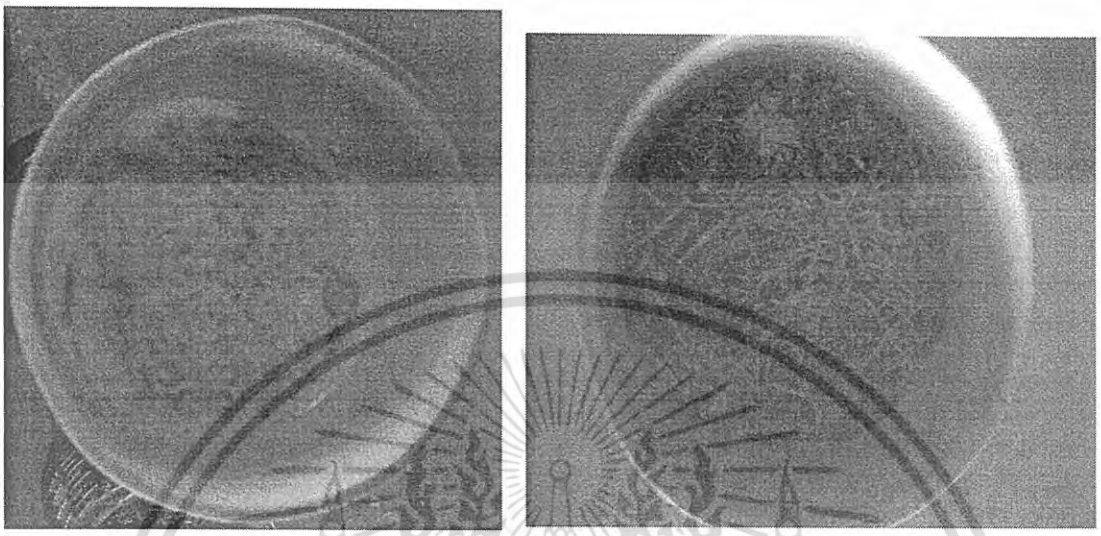
**ภาพที่ 5.1** แสดงการย่อยตัวอย่างด้วยกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 5.2** แสดงการกรองแยกกากออกมาหลังจากทำการย่อยด้วยกรดและด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

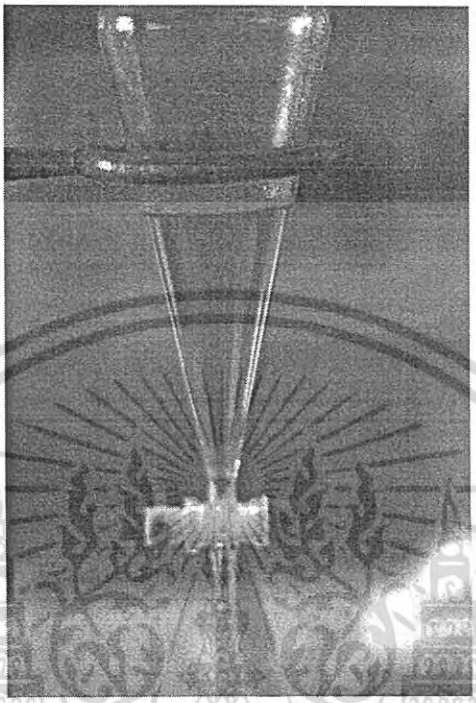


ก. ข.

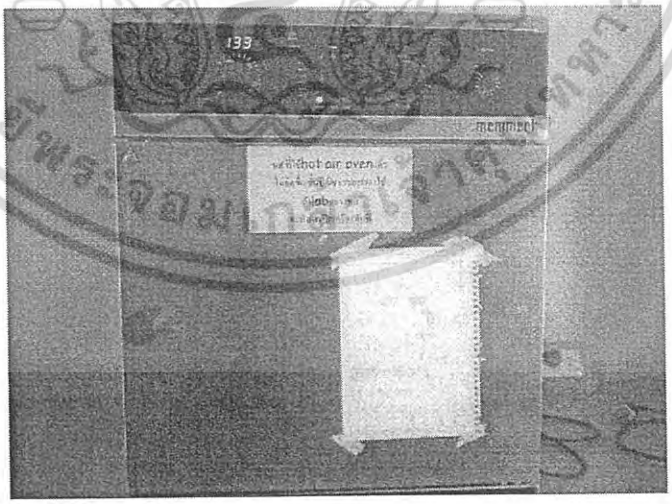
**ภาพที่ 5.3 ก.** แสดงกากใยอาหารหลังจากผ่านการย่อยด้วยกรดและด่างของข้าวสาลี

**ภาพที่ 5.3 ข.** แสดงกากใยอาหารหลังจากผ่านการย่อยด้วยกรดและด่างของข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

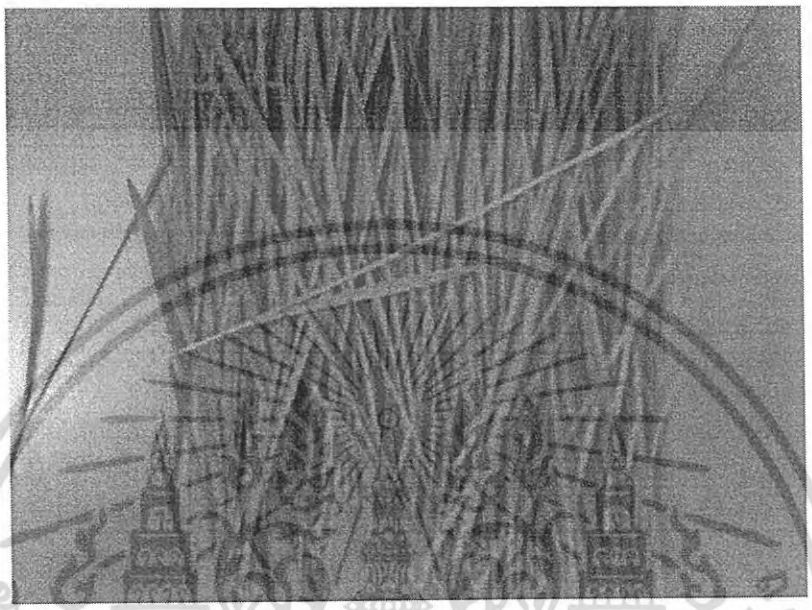


**ภาพที่ 5.4** แสดงการแยกชั้นของคลอโรฟิลล์ออกจากสารที่ละลายน้ำ




**ภาพที่ 5.5** ตู้อบลมร้อนที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 5.6** ต้นอ่อนข้าวเจ้าที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.1** ผลของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b ในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

| ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ปริมาณคลอโรฟิลล์ a (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ปริมาณคลอโรฟิลล์ b (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) |
|---|---|---|---|
| ข้าวสาลี . ครั้งที่ 1-12cm. | 1.1786 | 0.8195 | 1.4381 |
| | 1.1629 | 0.8075 | 1.4402 |
| | 1.1258 | 0.7817 | 1.4401 |
| | 0.9689 | 0.6774 | 1.4304 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่ 1-17cm. | 0.9507 | 0.7177 | 1.3246 |
| | 0.9294 | 0.6940 | 1.3392 |
| | 0.8257 | 0.6217 | 1.3282 |
| | 0.8578 | 0.6429 | 1.3342 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-12cm. | 0.4473 | 0.2718 | 1.6454 |
| | 0.4447 | 0.2695 | 1.6502 |
| | 0.5091 | 0.3710 | 1.3725 |
| | 0.5107 | 0.3619 | 1.4111 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-17cm. | 0.4124 | 0.3097 | 1.3315 |
| | 0.4193 | 0.3126 | 1.3416 |
| | 0.4371 | 0.3235 | 1.3510 |
| | 0.4196 | 0.3089 | 1.3584 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.2** ผลของปริมาณใยอาหารในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งแรก

| ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณใยอาหาร(%) |
|---|---|
| ข้าวสาลี . ครั้งที่1-12cm. | 0.00775<br>0.00939<br>0.00979<br>0.00904 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.01497<br>0.01284<br>0.02428<br>0.01639 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.05157<br>0.05204<br>0.05016<br>0.05208 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.05850<br>0.06196<br>0.06411<br>0.06003 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.3** ผลของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b ในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

| ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ปริมาณคลอโรฟิลล์ a (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ปริมาณคลอโรฟิลล์ b (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) |
|---|---|---|---|
| ข้าวสาลี . ครั้งที่ 1-12cm | 0.3622 | 0.2612 | 1.3869 |
| | 0.3458 | 0.2696 | 1.2827 |
| ครั้งที่ 2-12cm. | 0.3929 | 0.2834 | 1.3865 |
| | 0.4155 | 0.3196 | 1.2999 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่ 1-12cm. | 0.3174 | 0.2417 | 1.3134 |
| | 0.3270 | 0.2533 | 1.2906 |
| ครั้งที่ 2-17cm. | 0.3181 | 0.2507 | 1.2692 |
| | 0.2961 | 0.2338 | 1.2661 |
| ข้าวสาลี . ครั้งที่ 1-17cm | 0.3110 | 0.2353 | 1.3219 |
| | 0.3226 | 0.2404 | 1.3419 |
| ครั้งที่ 2-12cm. | 0.3351 | 0.2517 | 1.3314 |
| | 0.3245 | 0.2448 | 1.3256 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่ 1-17cm. | 0.2926 | 0.2229 | 1.3125 |
| | 0.2946 | 0.2234 | 1.3189 |
| ครั้งที่ 2-17cm. | 0.2894 | 0.2186 | 1.3237 |
| | 0.2967 | 0.2252 | 1.3171 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-12cm. | 0.3282 | 0.2295 | 1.4304 |
| | 0.3529 | 0.2501 | 1.4109 |
| ครั้งที่ 2-12cm. | 0.3457 | 0.2405 | 1.4374 |
| | 0.3459 | 0.2414 | 1.4326 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-12cm. | 0.3432 | 0.2398 | 1.4312 |
| | 0.3425 | 0.2377 | 1.4409 |
| ครั้งที่ 2-17cm. | 0.3268 | 0.2287 | 1.4292 |
| | 0.3352 | 0.2360 | 1.4202 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-17cm. | 0.3059 | 0.2068 | 1.4791 |
| | 0.3395 | 0.2282 | 1.4878 |
| ครั้งที่ 2-12cm. | 0.3315 | 0.2194 | 1.5106 |
| | 0.3284 | 0.2221 | 1.4785 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่ 1-12cm. | 0.3290 | 0.2235 | 1.4718 |
| | 0.3181 | 0.2120 | 1.5009 |
| ครั้งที่ 2-17cm. | 0.3293 | 0.2213 | 1.4878 |
| | 0.3234 | 0.2145 | 1.5081 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.4** ผลของปริมาณ คลอโรฟิลล์ a เฉลี่ยในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า

| | ปริมาณคลอโรฟิลล์ a เฉลี่ย (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ปริมาณคลอโรฟิลล์ a |
|---|---|---|
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 0.7715 | 0.0647 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.6691 | 0.0444 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.2834 | 0.0258 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.2449 | 0.0089 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.2430 | 0.0069 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.2225 | 0.0028 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.3186 | 0.0554 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.3137 | 0.0067 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.2404 | 0.0084 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.2355 | 0.0048 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.2191 | 0.0090 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.2178 | 0.0055 |

**ตารางที่ 5.5** ผลของปริมาณ คลอโรฟิลล์ b เฉลี่ยในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า

| | ปริมาณคลอโรฟิลล์ b เฉลี่ย (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณคลอโรฟิลล์ b |
|---|---|---|
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 0.3383 | 0.0314 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.2224 | 0.0150 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.0959 | 0.0142 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.0699 | 0.0061 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.0804 | 0.0034 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.0710 | 0.0008 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.1597 | 0.0189 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.1087 | 0.0047 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.1030 | 0.0029 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.1016 | 0.0032 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.1074 | 0.0060 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.1074 | 0.0016 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.6** ผลของปริมาณ คลอโรฟิลล์ทั้งหมด เฉลี่ยในต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า

| | ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด เฉลี่ย (มก./ตัวอย่าง 1 ก.) | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด |
|---|---|---|
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 1.1090 | 0.0960 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.8909 | 0.0589 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.3791 | 0.0311 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.3146 | 0.0131 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.3233 | 0.0099 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.2933 | 0.0031 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.4780 | 0.0369 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.4221 | 0.0105 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.3432 | 0.0105 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.3369 | 0.0076 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.3263 | 0.0144 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.3250 | 0.0053 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.7** ผลของปริมาณใยอาหาร ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้าในการตัดครั้งที่ 2

| ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณใยอาหาร% | ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณใยอาหาร% |
|---|---|---|---|
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 0.00775 | ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.02551 |
| ครั้งที่2-12 cm. | 0.00939 | ครั้งที่2-12 cm. | 0.02998 |
| | 0.00979 | | 0.02862 |
| | 0.00904 | | 0.02782 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 0.01497 | ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.00801 |
| ครั้งที่2-17 cm. | 0.01284 | ครั้งที่2-17 cm. | 0.03317 |
| | 0.02428 | | 0.03967 |
| | 0.01639 | | 0.03060 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.01178 | ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.05157 |
| ครั้งที่2-12 cm. | 0.01245 | ครั้งที่2-12 cm. | 0.05204 |
| | 0.01232 | | 0.05016 |
| | 0.01355 | | 0.05208 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.. | 0.01906 | ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.05850 |
| ครั้งที่2-17 cm | 0.01327 | ครั้งที่2-17 cm. | 0.06196 |
| | 0.01474 | | 0.06411 |
| | 0.01687 | | 0.06003 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.8** ผลของปริมาณใยอาหารเฉลี่ย ในต้นอ่อนข้าวสาลี และข้าวเจ้า

| ชนิดและความสูงของข้าว | ปริมาณใยอาหารเฉลี่ย(%) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm. | 0.00899 | 0.00088 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm. | 0.01712 | 0.00499 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.01253 | 0.00074 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.01598 | 0.00253 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.02798 | 0.00187 |
| ข้าวสาลี ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.02786 | 0.01377 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm. | 0.05146 | 0.00090 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm. | 0.06115 | 0.00243 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.07154 | 0.00108 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-12cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.07538 | 0.00088 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-12 cm. | 0.07711 | 0.00098 |
| ข้าวเจ้า ครั้งที่1-17cm.ครั้งที่2-17 cm. | 0.07929 | 0.00042 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

การบริโภคต้นอ่อนข้าวในรูปน้ำคั้นโดยทั่วไปจะตัดได้ 2 ครั้ง การทดลองเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์และใยอาหารของต้นอ่อนข้าวสาลีและข้าวเจ้า ของการตัดวิเคราะห์ครั้งแรกและการตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2 โดยมีปัจจัยในการทดลอง คือ ความสูงของต้นอ่อนข้าวเมื่อตัด (12 ซม. และ17 ซม.) และชนิดของข้าว (ข้าวสาลีและข้าวเจ้า) ได้ผลสรุปดังนี้

5.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของการตัดวิเคราะห์ครั้งแรก ชนิดข้าวและความสูงของต้นอ่อนข้าวมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ กล่าวคือต้นอ่อนข้าวที่ความสูง 12 และ 17 ซม. ข้าวสาลี มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.109 และ 0.891 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ข้าวเจ้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.478 และ 0.422 มก./ตัวอย่าง 1 ก. ตามลำดับ เห็นได้ว่าข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าข้าวเจ้าประมาณ 2 เท่าและการตัดต้นอ่อนข้าวที่ความสูง 12 ซม. ได้ปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าเล็กน้อย

5.2 ปริมาณใยอาหารของการตัดวิเคราะห์ครั้งแรก ชนิดของต้นอ่อนข้าวและความสูงของต้นอ่อนข้าว มีผลต่อปริมาณใยอาหาร กล่าวคือต้นอ่อนข้าวที่มีความสูง 12 และ 17 ซม.ข้าวสาลีมีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.009 และ 0.017 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเจ้ามีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 0.052 และ 0.061 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เห็นได้ว่าข้าวเจ้ามีใยอาหารมากกว่าข้าวสาลีประมาณ 4 เท่า และการตัดต้นอ่อนข้าวที่ความสูง 17 ซม. ได้ปริมาณใยอาหารมากกว่า

5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของการตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามความสูงการตัดครั้งแรก-ครั้งหลัง ได้แก่ 12-12 ซม. 12 -17 ซม. 17 -12 ซม. และ 17 -17 ซม. สรุปได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวสาลี กลุ่ม 12-12 ซม. มีค่าเท่ากับ 0.379 มก./ตัวอย่าง 1 ก. มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.293- 0.323มก./ตัวอย่าง 1 ก. และต้นอ่อนข้าวเจ้ากลุ่มการตัด 12-12 ซม. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.343 มก. /ตัวอย่าง 1 ก. มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.325-0.337 มก./ตัวอย่าง 1 ก. และพบว่าต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าต้นอ่อนข้าวเจ้าทุกกลุ่มการตัด แต่เมื่อพิจารณาตัวเลขแล้วจะเห็นได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวทั้งสองชนิดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าใน การตัดครั้งหลัง นั้น ข้าวเจ้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ใกล้เคียงกับข้าวสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ปริมาณใยอาหารของกลุ่มที่ตัดวิเคราะห์ครั้งที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์ สรุปได้ว่า ปริมาณใยอาหารของข้าวเจ้า กลุ่ม 12-12 ซม.มีค่าเท่ากับ 0.072 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่ากลุ่มอื่นซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.075-0.079 เปอร์เซ็นต์ สำหรับต้นอ่อนข้าวสาลี กลุ่มการตัด 12-12 ซม. และ 12-17 ซม. มีใยอาหารเท่ากับ 0.013 และ 0.016 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่ากลุ่ม 17-12 ซม. และ 17-17 ซม.ซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 0.028 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าต้นอ่อนข้าวเจ้ามีปริมาณใยอาหารมากกว่าต้นอ่อนข้าวสาลีทุกกลุ่มการตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้