

รายงานการวิจัย

เทคนิคการตรวจสอบเปลือกแข็งในมังคุดแบบไม่ทำลายโดยวิธีการวัดการ  
ดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรด

Non-Destructive Technique for Detection of Mangosteen Hardening  
Pericarp by Near Infrared Spectroscopy



1. ดร.สนธิสุข ชีระชัยยุดิ
2. รศ.ดร.อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล
3. นางวารุณี ชนะแพสย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2552

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

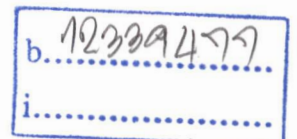
RCH

SB

379

M 25

ส 192ท



เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 120184

วัน, เดือน, ปี 9 ก.พ. 2555

ชื่อ โครงการ      เทคนิคการตรวจสอบเปลือกแข็งในมังคุดแบบไม่ทำลายโดยวิธีการวัดการ  
 ดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรด  
 Non-Destructive Technique for Detection of Mangosteen Hardening  
 Pericarp by Near Infrared Spectroscopy

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 ตามมติคณะรัฐมนตรี

จำนวนเงิน    162,520      บาท

ระยะเวลาการวิจัย   1 ปี   ตั้งแต่ ตุลาคม 2551 ถึง กันยายน 2552

นายสนธิสุข ชีระชัยชุตติ สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระ  
 จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โทรศัพท์ 0866047978

#### บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาอาการเปลือกแข็งของมังคุดเป็นปัญหาด้านคุณภาพที่มีผลกระทบต่อ การส่งออก  
 ดังนั้น การตรวจสอบความแข็งของเปลือกมังคุดแบบไม่ทำลายจึงมีความต้องการในปัจจุบัน เพื่อให้ได้  
 ข้อมูลไปใช้งานในการออกแบบเครื่องมือคัดแยกมังคุดเปลือกแข็งแบบไม่ทำลาย จึงทำการศึกษาคุณสมบัติ  
 ของมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็ง โดยใช้วิธีการตกกระทบเพื่อสร้างอาการเปลือกแข็งของมังคุดที่มีระดับ  
 ความรุนแรงของอาการแตกต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความแข็งของเปลือกจะเพิ่มขึ้นตามระยะ  
 ความสูงที่ตกกระทบและค่าความแข็งจะมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยมีผลตรงข้ามกับ  
 มังคุดเปลือกปกติ ค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกมังคุดจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา  
 ในขณะที่ค่า  $L^*$  และ hue angle ของมังคุดเปลือกแข็งจะมีค่ามากกว่าของเปลือกปกติเมื่อเทียบในช่วงเวลา  
 เดียวกัน สำหรับผลของปริมาณความชื้นในเปลือกพบว่า เปลือกมังคุดปกติจะมีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่  
 ที่เปลือกมังคุดเปลือกแข็งจะมีความชื้นลดลงตามเวลาของการเก็บรักษา เมื่อทำการเพิ่มพื้นที่การเกิดเปลือก  
 แข็ง โดยการเพิ่มจำนวนครั้งของการตกกระทบรอบผล พบว่า ค่าความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดจะ  
 ลดลงตามเวลาของการเก็บรักษา โดยค่าความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดเปลือกแข็งจะมีค่ามากกว่าของ  
 ผลมังคุดเปลือกปกติในช่วงเวลาเดียวกัน และค่าการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของ  
 การเก็บรักษา โดยมังคุดเปลือกแข็งจะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามังคุดเปลือกปกติ

เทคนิคการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านในช่วงความยาวคลื่น 660-960 นาโน  
 เมตร ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการทำนายแบบไม่ทำลายอาการเปลือกแข็งในผลมังคุด พบว่ารูปร่างของสเปก  
 ตราของผลมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็งมีลักษณะแตกต่างกัน ข้อมูลของสเปกตราเฉลี่ยและสเปกตรา  
 เฉพาะจุดจากตัวอย่างจำนวน 280 ผล ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างสมการสำหรับการคัดแยกโดยใช้วิธีวิเคราะห์

แบบ partial least squares พบว่าสมการที่สร้างจากสเปกตรารเฉพาะจุดได้ผลในการคัดแยกที่ดีกว่า โดยที่ได้ความถูกต้องในการทำนายรวม 91 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากตัวอย่างมังคุดปกติ 179 ผล สามารถทำนายได้ถูกต้อง 167 ผล ขณะที่ตัวอย่างมังคุดเปลือกแข็ง 179 ผล สามารถทำนายได้ถูกต้อง 159 ผล จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านสามารถนำมาใช้เพื่อทำนายอาการเปลือกแข็งในมังคุดได้อย่างแม่นยำ

**คำสำคัญ:** มังคุด, อาการเปลือกแข็ง, ไม่ทำลาย และ แสงช่วงใกล้อินฟราเรด

### Abstract

Due to the physiological disorder called 'hardening pericarp' affects the quality of mangosteen for export. Therefore the non-destructive inspection for hardening pericarp is required. In order to obtain the information for designing the non-destructive sorting equipment, the physical properties of mangosteen with hardening pericarp which was created the hardening severity by dropping from different levels were studied in this research. The result showed that the hardness of pericarp was proportional to the height of dropped test. The hardness was less in the normal pericarp, but it was increased in the hardening pericarp with increasing storage time.  $L^*$  and hue angle of normal pericarp were reduced with storage time. While the  $L^*$  and hue angle of hardening pericarp were higher than those of normal pericarp in the same period. The moisture content of normal pericarp was increased but that of the hardening pericarp was reduced with storage time. The area of hardening pericarp was added by increasing the number of impact points around fruit. We found that the apparent density of mangosteen was reduced with storage time. The apparent density of mangosteen with hardening pericarp was higher than the density of normal mangosteen in the same period. The weight loss of mangosteen was increased with storage time. The weight loss of mangosteen with hardening pericarp was less than the weight loss of normal mangosteen.

A non-destructive technique to predict a hardening pericarp disorder in intact mangosteen is proposed by using near infrared (NIR) transmittance spectroscopy in the wavelength range of 660-960 nm. We found that the spectral features of normal pericarp mangosteen and hardening pericarp mangosteen were different. The averaged spectra and individual spectra of hardening pericarp mangosteen from 280 samples were used to develop classification models, using a partial least squares discriminant analysis (PLS-DA). A model based on individual spectra obtained better classification. The overall accuracy of classification for a prediction set was 91%. Out of 179 samples of normal pericarp fruits 167 were identified correctly, while 159 samples out of 179 samples with hard pericarp were predicted correctly. The results showed that NIR transmittance spectroscopy can be used to predict the hard pericarp disorder in intact mangosteen fruit accurately.

**Keywords:** Mangosteen; Hardening pericarp; Non-destructive; Near infrared

## กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสิ้นได้ด้วยดีและต้องขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนพลังงานแสงด้วยเครื่อง NIR Spectrometer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาอาการเปลือกแข็งของมังคุดเป็นปัญหาด้านคุณภาพที่มีผลกระทบต่อ การส่งออก ดังนั้น การตรวจสอบความแข็งของเปลือกมังคุดแบบไม่ทำลายจึงมีความต้องการในปัจจุบัน เพื่อให้ได้ ข้อมูลไปใช้งานในการออกแบบเครื่องมือคัดแยกมังคุดเปลือกแข็งแบบไม่ทำลาย จึงทำการศึกษาคุณสมบัติ ของมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็ง โดยใช้วิธีการตกกระทบเพื่อสร้างอาการเปลือกแข็งของมังคุดที่มีระดับ ความรุนแรงของอาการแตกต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความแข็งของเปลือกจะเพิ่มขึ้นตามระยะ ความสูงที่ตกกระทบและค่าความแข็งจะมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยมีผลตรงข้ามกับ มังคุดเปลือกปกติ ค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกมังคุดจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ในขณะที่ค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกแข็งจะมีค่ามากกว่าของเปลือกปกติเมื่อเทียบในช่วงเวลา เดียวกัน สำหรับผลของปริมาณความชื้นในเปลือกพบว่า เปลือกมังคุดปกติจะมีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่เปลือกมังคุดเปลือกแข็งจะมีความชื้นลดลงตามเวลาของการเก็บรักษา เมื่อทำการเพิ่มพื้นที่การเกิดเปลือก แข็ง โดยการเพิ่มจำนวนครั้งของการตกกระทบรอบผล พบว่า ค่าความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดจะ ลดลงตามเวลาของการเก็บรักษา โดยค่าความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดเปลือกแข็งจะมีค่ามากกว่าของ ผลมังคุดเปลือกปกติในช่วงเวลาเดียวกัน และค่าการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของ การเก็บรักษา โดยมังคุดเปลือกแข็งจะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามังคุดเปลือกปกติ

เทคนิคการดูกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านในช่วงความยาวคลื่น 660-960 นาโน เมตร ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการทำนายแบบไม่ทำลายอาการเปลือกแข็งในผลมังคุด พบว่ารูปร่างของสเปก トラของผลมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็งมีลักษณะแตกต่างกัน ข้อมูลของสเปกตราเฉลี่ยและสเปกตรา เฉพาะจุดจากตัวอย่างจำนวน 280 ผล ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างสมการสำหรับการคัดแยกโดยใช้วิธีวิเคราะห์ แบบ partial least squares พบว่าสมการที่สร้างจากสเปกตราเฉพาะจุดได้ผลในการคัดแยกที่ดีกว่า โดยที่ได้ ความถูกต้องในการทำนายรวม 91 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากตัวอย่างมังคุดปกติ 179 ผล สามารถทำนายได้ ถูกต้อง 167 ผล ขณะที่ตัวอย่างมังคุดเปลือกแข็ง 179 ผล สามารถทำนายได้ถูกต้อง 159 ผล จากผลที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการดูกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่านสามารถนำมาใช้เพื่อทำนายอาการ เปลือกแข็งในมังคุดได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: มังคุด, อาการเปลือกแข็ง, ไม่ทำลาย และ แสงช่วงใกล้อินฟราเรด

## Abstract

Due to the physiological disorder called 'hardening pericarp' affects the quality of mangosteen for export. Therefore the non-destructive inspection for hardening pericarp is required. In order to obtain the information for designing the non-destructive sorting equipment, the physical properties of mangosteen with hardening pericarp which was created the hardening severity by dropping from different levels were studied in this research. The result showed that the hardness of pericarp was proportional to the height of dropped test. The hardness was less in the normal pericarp, but it was increased in the hardening pericarp with increasing storage time.  $L^*$  and hue angle of normal pericarp were reduced with storage time. While the  $L^*$  and hue angle of hardening pericarp were higher than those of normal pericarp in the same period. The moisture content of normal pericarp was increased but that of the hardening pericarp was reduced with storage time. The area of hardening pericarp was added by increasing the number of impact points around fruit. We found that the apparent density of mangosteen was reduced with storage time. The apparent density of mangosteen with hardening pericarp was higher than the density of normal mangosteen in the same period. The weight loss of mangosteen was increased with storage time. The weight loss of mangosteen with hardening pericarp was less than the weight loss of normal mangosteen.

A non-destructive technique to predict a hardening pericarp disorder in intact mangosteen is proposed by using near infrared (NIR) transmittance spectroscopy in the wavelength range of 660-960 nm. We found that the spectral features of normal pericarp mangosteen and hardening pericarp mangosteen were different. The averaged spectra and individual spectra of hardening pericarp mangosteen from 280 samples were used to develop classification models, using a partial least squares discriminant analysis (PLS-DA). A model based on individual spectra obtained better classification. The overall accuracy of classification for a prediction set was 91%. Out of 179 samples of normal pericarp fruits 167 were identified correctly, while 159 samples out of 179 samples with hard pericarp were predicted correctly. The results showed that NIR transmittance spectroscopy can be used to predict the hard pericarp disorder in intact mangosteen fruit accurately.

**Keywords:** Mangosteen; Hardening pericarp; Non-destructive; Near infrared

## สารบัญ

	หน้า
ปก.....	1
กิตติกรรมประกาศ.....	4
บทคัดย่อ.....	5
สารบัญ.....	7
สารบัญตาราง.....	9
สารบัญภาพ.....	10
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>11</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	11
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	12
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	12
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
<b>บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>14</b>
2.1 ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของมังคุด.....	14
2.2 ส่วนประกอบสำคัญในเปลือกมังคุด.....	18
2.3 พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	18
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>25</b>
3.1 แหล่งวัตถุดิบ.....	25
3.2 ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆกับอาการเปลือกแข็งของผลมังคุด.....	25
3.3 ตอนที่ 2 ศึกษาการคัดแยกมังคุดเปลือกแข็ง โดยใช้เทคนิคการดูดคลื่นแสงช่วงใกล้อินฟราเรด แบบทะลุผ่าน.....	32
3.4 สถานที่ทำการทดลอง.....	35
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>	<b>36</b>
4.1 ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆกับอาการเปลือกแข็งของผลมังคุด.....	36
4.2 ตอนที่ 2 ศึกษาการคัดแยกมังคุดเปลือกแข็ง โดยใช้เทคนิคการดูดคลื่นแสงช่วงใกล้อินฟราเรด แบบทะลุผ่าน.....	42
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....</b>	<b>51</b>

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก ก.....	56
ภาคผนวก ข.....	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สภาวะของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสเปกตรา.....	34
4.1 ระดับสีเหลืองของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน.....	39
4.2 การวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมังคุด โดยใช้สเปกตราเฉลี่ย.....	46
4.3 การวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมังคุด โดยใช้สเปกตราเฉพาะจุด.....	49



## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการแบ่งระดับสีของมังคุด.....	16
2.2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิก.....	18
2.3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของลิกนิน.....	19
3.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง.....	25
3.2 แสดงภาพมังคุดที่ผ่านการทำ drop test แล้ว.....	28
3.3 แสดงวิธีการวัดสีของมังคุด.....	28
3.4 แสดงวิธีการวัดความแข็ง.....	29
3.5 แสดงวิธีการสไลด์เปลือกมังคุดโดยใช้มีดผ่าตัด.....	30
3.6 แสดงเปลือกมังคุดที่ผ่านการสไลด์แล้ว.....	31
3.7 แสดงการวิธีการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์.....	31
3.8 ส่วนประกอบของ SW-NIR transmittance instrument.....	33
4.1 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเปลือกมังคุดที่ไม่ได้ผ่านการตกกระทบและผ่านการตกกระทบในแต่ละระดับความสูง.....	36
4.2 ความแข็งของเปลือกเฉลี่ยเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน.....	38
4.3 ความชื้นของเปลือกเฉลี่ยเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน.....	40
4.4 ความหนาแน่นของเปลือกเฉลี่ยเมื่อมีปริมาณการตกกระทบต่างกัน.....	41
4.5 การสูญเสียน้ำหนักของเปลือกเฉลี่ยเมื่อมีปริมาณการตกกระทบต่างกัน.....	42
4.6 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติและของมังคุดเปลือกแข็ง(N=560).....	43
4.7 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติ (N=280).....	43
4.8 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเปลือกแข็ง(N= 280).....	44
4.9 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดเฉลี่ยของมังคุดปกติ และของมังคุดเปลือกแข็ง.....	45
4.10 ผลของการตัดแยกเมื่อใช้สเปกตราเฉลี่ย.....	46
4.11 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดเฉลี่ยของมังคุดเปลือกแข็งเมื่อเวลาเปลี่ยนไป.....	47
4.12 สเปกตรารการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเบอร์ 11 ในจุดที่ 1, 2, 3 และ 4.....	48
4.13 ผลของการตัดแยกเมื่อใช้สเปกตราเฉพาะจุด.....	49

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) จัดเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่เจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ดีในประเทศไทย และจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มังคุดเป็นผลไม้ที่ต้องการมากของตลาดส่งออก โดยปี พ.ศ. 2548 สามารถส่งออกมังคุดสดได้ในปริมาณ 40,923 ตัน นำรายได้เข้าสู่ประเทศคิดเป็นมูลค่า 733.8 ล้านบาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 สามารถส่งออกมังคุดสดได้ในปริมาณ 15,175 ตัน นำรายได้เข้าสู่ประเทศคิดเป็นมูลค่า 277.4 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกยังมีการแกว่งตัว ทั้งๆที่ยังมีความต้องการมังคุดจากตลาดต่างประเทศอีกมาก หนึ่งในสาเหตุสำคัญเกิดจากมังคุดมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ และไม่สามารถคัดแยกมังคุดที่มีคุณภาพเพื่อการส่งออกได้ ปัญหาคุณภาพภายในที่ไม่สามารถคัดแยกได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ เนื้อแก้ว ยางไหลและเปลือกแข็ง เป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งออกที่กำลังรอการแก้ไข ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปัญหาเรื่องคุณภาพของมังคุดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะสามารถผลักดันการส่งออกให้ได้สูงเพิ่มขึ้นและกำลังรอการแก้ไขอยู่ในปัจจุบัน มีตลาดสำคัญคือประเทศในแถบยุโรป อเมริกา ตะวันออกกลางและเอเชีย โดยเฉพาะในตลาดประเทศญี่ปุ่นจะให้ราคามังคุดที่มีคุณภาพดีในราคาที่สูง ปัญหาอาการเปลือกแข็งในมังคุดเป็นปัญหาด้านคุณภาพและไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้า การแข็งตัวของเปลือกมังคุดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลมังคุดเสื่อมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว (ดวงพร และ เกรียงศักดิ์, 2519) อาการเปลือกแข็งเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นได้จากการกระทบกระเทือนทางกล ถึงแม้ว่าผลมังคุดจะมีเปลือกหนา ซึ่งน่าจะทนทานแต่ความเป็นจริงแล้วมังคุดเป็นผลไม้ที่บอบบางมาก ถ้าถูกกระทบกระเทือนจะทำให้เปลือกเกิดรอยชำ และเกิดเป็นอาการเปลือกแข็ง (เกียรติเกษร และดารา, 2532) โดยเปลือกของผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบจะมีการแข็งตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไปพร้อมกับมีปริมาณสารลิกนินที่เพิ่มขึ้นและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดลดลง (Ketsa and Koolpluksee, 1993) โดยทั้งนี้ตามธรรมชาติแล้วพืชจะมีกลไกในการสร้างสารลิกนินบริเวณที่เกิดบาดแผลหรือบริเวณที่เกิดรอยชำ (Vance, et al., 1980) แต่เนื่องจากสารลิกนินเป็นโพลีเมอร์ของสารประกอบฟีนอลิกที่แทรกอยู่ตามผนังเซลล์ จากกลไกการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว กระบวนการสังเคราะห์สารลิกนินในเปลือกผลมังคุดบริเวณตกกระทบนั้นจึงมีการนำสารฟีนอลิกไปใช้ในการสังเคราะห์ จึงส่งผลทำให้ปริมาณสารลิกนินเพิ่มมากขึ้น และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดลดลง

Tongdee and Suwanagul (1989) รายงานว่าเปลือกชั้นนอกของผลมังคุดจะเกิดความเสียหายเล็กน้อยเมื่อตกจากความสูงต่ำกว่า 10 เซนติเมตร แต่ความเสียหายจะเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงเนื้อในได้ ถ้าตกกระทบจากความสูง 20 เซนติเมตรหรือมากกว่า

เนื่องจากปัญหาอาการเปลือกแข็งมีผลทำให้คุณภาพของมังคุดลดลง โดยที่ไม่สามารถคัดแยกมังคุดที่เป็นเปลือกแข็งได้ด้วยตาเปล่า และในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีที่จะคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งที่มีประสิทธิภาพ จึงเป็นเหตุให้ในการส่งออกมีมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งปนไปกับมังคุดปกติ สร้างปัญหาด้านคุณภาพให้กับตลาดสินค้ามังคุดส่งออก และมังคุดที่จำหน่ายในเชิงการค้าของประเทศไทย การที่ผู้บริโภคไม่มั่นใจในคุณภาพของมังคุดที่จำหน่าย อันมีผลต่อการขยายตลาดการค้าของมังคุด อันจะเป็นผลกระทบที่สร้างความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาคุณสมบัติของเปลือกแข็งในมังคุดจึงมีความสำคัญ เพื่อนำผลของการศึกษาไปใช้ในการออกแบบเครื่องคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งออกจากมังคุดปกติแบบไม่ทำลายต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพกับอาการเปลือกแข็งของมังคุด
- 1.2.2 เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอาการเปลือกแข็งในมังคุดกับการดูดกลืนพลังงานแสงในย่านใกล้อินฟราเรด
- 1.2.3 เพื่อให้ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาเทคนิคสำหรับคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็ง

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

นำตัวอย่างมังคุดของประเทศไทยมาทำการศึกษาค้นคว้าพร้อมทั้งตรวจสอบอาการเปลือกแข็งของมังคุด โดยศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆกับอาการเปลือกแข็งและศึกษาเทคนิคการคัดแยกด้วยวิธี NIR Spectroscopy

ศึกษาสเปกตรัมของมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งและมังคุดปกติ โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนพลังงานแสงในย่านใกล้อินฟราเรด หาความสัมพันธ์ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ นำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นแนวทางเพื่อใช้คัดแยกมังคุดที่มีอาการเนื้อแก้วออกจากมังคุดปกติ

1. ได้ความสัมพันธ์ของมังคุดที่จะสามารถนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบเครื่องมือคัดแยกผลมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งออกจากมังคุดปกติ

## 2. ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็ง

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ จะสามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ประโยชน์โดยจะทำให้เราได้รับความสัมพันธ์ของการดูดกลืนพลังงานแสงของมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งกับความยาวคลื่นที่จะสามารถนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบเครื่องมือคัดแยกผลมังคุดเปลือกแข็งออกจากมังคุดปกติได้ โดยจะเป็นวิธีที่จะไม่ทำให้ผลมังคุดเสียหาย (Nondestructive method) อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อกระบวนการควบคุมคุณภาพสำหรับธุรกิจการส่งออกมังคุดของประเทศไทย ตลอดจนการจำหน่ายผลผลิตมังคุดแก่ผู้บริโภคในประเทศไทยด้วยเช่นกัน ผลจากงานวิจัย จะได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับคัดแยกมังคุดเปลือกแข็ง โดยที่หากผลงานเป็นไปตามที่คาดหมาย ประเทศไทยอันได้แก่ เกษตรกร ผู้ประกอบการส่งออกผลไม้ และ อุตสาหกรรมส่งออกมังคุดโดยรวม จะได้รับประโยชน์จากโครงการ เนื่องจากจะทำให้การส่งออกมังคุดไปยังตลาดต่างประเทศ มีความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ราคาส่งออกปรับตัวไปในทางที่ดีขึ้น ก่อให้เกิดการยกระดับอุตสาหกรรมเกษตร เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจสอบคุณภาพผลไม้ในประเทศไทย กล่าวได้ว่าผลการวิจัย จะสามารถแก้ปัญหาให้แก่ธุรกิจการส่งออกมังคุดสดของประเทศไทย จะสามารถถ่ายทอดความรู้ในการผลิตเครื่องแยกมังคุดเปลือกแข็งสู่ภาคธุรกิจเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้จะเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยพัฒนาได้ต่อไปในอนาคต

## บทที่ 2

# วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของมังคุด

มังคุด (mangosteen) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Gardinia mangosteen* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae จัดเป็นไม้ผลเมืองร้อน แต่ชอบฝนชุ่มฉ่ำ จึงปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นไม้ยืนต้น ต้นตั้งตรงสูง 10–25 เมตร ใบสีเขียวเข้ม ทรงพุ่มแน่นกลม ดูงามสง่า และทุกส่วนจะมียางสีเหลืองมีใบเดี่ยวรูปไข่เนื้อ ใบหนา ก่อนข้างเหนียวคล้ายหนังสีเขียวเข้มเป็นมัน ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงฉ่ำน้ำ เนื้อในของผลมังคุดสีขาวห่อหุ้มด้วยเปลือกหนาสีม่วงอมแดง หรือม่วงอมน้ำตาล อันมีกระดูกของกลีบเลี้ยงของดอกติดอยู่ที่ขั้วของผลอันเป็นเอกลักษณ์ของมังคุด มังคุดจัดเป็นไม้ผลชนิดเดียวที่ไม่มีการกลายพันธุ์ จึงมีลักษณะดั้งเดิมเหมือนสมัย 100 ปีที่ผ่านมา

ในบรรดาผลไม้ไทยทั้งหลาย "มังคุด" ได้รับการยกย่องให้เป็น "ราชินีแห่งผลไม้" ด้วยลักษณะภายนอกของผลที่มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ที่หัวขั้วของผลคล้ายมงกุฎของพระราชินี ส่วนเนื้อในก็มีสีขาวสะอาดรสชาติอร่อยอย่างยากที่จะหาผลไม้อื่นมาเทียบได้ ในขณะที่ "ทุเรียน" จัดเป็น "ราชาแห่งผลไม้" ด้วยทั้งลักษณะภายนอกของผลที่เป็นหนามคล้ายมงกุฎของพระราชา และเนื้อในที่มีสีเหลืองทองรสชาติที่แสนอร่อยที่ยากจะหาผลไม้อื่นมาเทียบได้เช่นเดียวกัน

เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนก็จะมีทั้งราชาและราชินีของผลไม้ไทย ออกมาให้ได้รับประทานกันอย่างเต็มอ้อม แลยังมีราคาถูกลงอย่างไม่น่าเชื่อ จนเป็นที่อิจฉาของชาวต่างประเทศในหลายประเทศ ถึงขนาดที่พวกเขาขอมลงทุนขึ้นเครื่องบินมากินทุเรียนและมังคุดในเมืองไทยกันปีละครั้งกันเลยทีเดียว เพราะมีไม่กี่ประเทศในโลกที่ปลูกทุเรียนและมังคุดได้ และทุเรียนและมังคุดของไทยก็จัดว่าอร่อยที่สุด

มังคุดเป็นผลไม้ยอดนิยมที่สุดชนิดหนึ่งของคนไทย จะมีออกมาให้เรabri โลกเพียงปีละครั้ง คือช่วงย่างเข้าสู่ฤดูฝน การบริโภคมังคุด จะให้พลังงานต่ำ เหมาะเป็นผลไม้สำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก กากใยจากเนื้อของมังคุดช่วยในการขับถ่าย และยังได้สารอาหาร วิตามินและเกลือแร่อื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก

เคล็ดลับในการรักษามังคุดให้สดนานที่สุด คือ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรู ปิดปากถุงให้แน่น และเลือกมังคุดที่ยังเป็นสีชมพู วิธีนี้จะรักษามังคุดไว้ได้นานราว ๆ 49 วัน

### 2.1.1 สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมกับมังคุด

มังคุดเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินเหนียวปนทราย ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง สามารถอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี มีความเป็นกรดอ่อน ๆ คือ มีค่าความเป็นกรดต่างของดิน (ค่า pH) ประมาณ 5-6 ส่วนดินที่มีสภาพเป็นด่าง มังคุดจะเจริญเติบโตได้ช้า พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูkmังคุด ควรมีสภาพภูมิอากาศร้อนและชุ่มชื้น คือ มีอุณหภูมิสม่ำเสมอในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส เกือบตลอดปี มีฝนตกชุกสม่ำเสมอ ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตรต่อปี และที่สำคัญต้องเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำเพียงพอที่จะให้กับต้นมังคุดได้ในฤดูแล้ง การนำมังคุดไปปลูกในสภาพอากาศแห้งแล้ง และมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป จะพบปัญหาเรื่องใบไหม้และการเจริญ

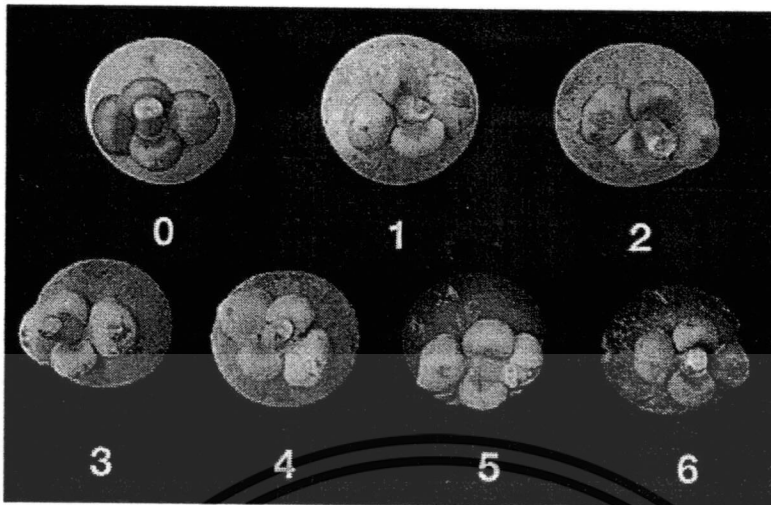
### 2.1.2 การเก็บเกี่ยว

โดยทั่วไปมังคุดเริ่มออกดอกเมื่อปลูกไปได้ประมาณ 7- 8 ปี และได้ผลผลิตเต็มที่เมื่อมีอายุประมาณ 12 ปีขึ้นไป การออกดอกของมังคุดจะไม่ออกพร้อมกันทีเดียว จะทยอยออกอยู่นานราว 40 วัน เป็นผลให้การเก็บเกี่ยวมังคุดต้องทยอยเก็บเกี่ยวไปด้วยเช่นกัน

### 2.2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

หลังจากมังคุดเริ่มติดผลประมาณ 11-12 สัปดาห์ก็ทยอยเก็บเกี่ยวได้ การที่จะพิจารณาเก็บเกี่ยวมังคุด ในระยะไหน ก็ขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่ง โดยคาดการณ์ให้ผลมังคุดสุก หรือมีสีม่วงแดงพอดี เมื่อถึงผู้บริโภคหรือถึงโรงงานแช่แข็ง แนะนำให้เก็บเกี่ยวมังคุดโดยสังเกตจากสีของเปลือก โดยการเก็บเกี่ยวเมื่อเปลือกมังคุดเริ่มมีสายเลือด หรือเกิดจุดแต้มหรือรอยประสีชมพูเข้ม แต่ระยะนี้ยังไม่เหมาะต่อการบริโภคเพราะเนื้อแยกตัวจากเปลือกได้ยาก ละยังมียางสีเหลืองอยู่ภายในเปลือก จากระยะนี้ ใช้เวลาประมาณ 4 วัน เปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ซึ่งเป็นระยะที่ใช้บริโภคได้ และหลังจากนั้นอีก 1 วัน ผลมังคุดก็จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม หรือม่วงดำ ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการบริโภคที่สุด

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้แบ่งดัชนีระดับสีของมังคุด ออกเป็น 7 ระดับดังนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงการแบ่งระดับสีของมังคุด

ที่มา: ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร

ระดับสีที่ 0 ผลสีเขียวอมเหลืองสม่ำเสมอ หรือมีสีเขียวอมเหลืองแต้มด้วยสีเขียวอ่อน หรือจุดสีเทา มียางสีเหลืองภายในเปลือกในระดับรุนแรงมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ไม่ควรเก็บเกี่ยว เพราะคุณภาพด้อยมาก ซึ่งผลที่เก็บเกี่ยวได้ในระยะนี้ถึงแม้จะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับ 6 ได้ก็ตาม แต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี

ระดับสีที่ 1 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมเขียว มีจุดสีชมพูกระจายอยู่ในบางส่วนของผล ขางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรง เนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีเป็นระดับ 6 ได้ก็ตาม แต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี แต่เหมาะต่อการขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ หรือสามารถบริโภคได้ภายใน 4 วันหลังการเก็บเกี่ยว

ระดับสีที่ 2 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพูกระจายไปทั่วผล ขางภายในเปลือกอยู่ในระดับปานกลาง การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลาง เป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี

ระดับสีที่ 3 ผลสีชมพูสม่ำเสมอ ปรากฏสีชมพูเริ่มขยายเข้ามารวมกัน ไม่แบ่งแยกกันอย่างชัดเจนดังเช่นในระดับที่ 2 ขางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ถึงน้อยมาก การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกต่างประเทศ

ระดับสีที่ 4 ผลสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง บางครั้งมีแต้มสีม่วง ขางภายในเปลือกมีน้อยถึงไม่มีเลย การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกดีมาก เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกต่างประเทศ เป็นระยะที่เกือบรับประทานได้

ระดับสีที่ 5 ผลมีสีม่วงอมแดง ขางภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่รับประทานได้

ระดับสีที่ 6 ผลสีม่วงเข้มจนถึงม่วงดำ ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่เหมาะสมแก่การรับประทานให้อร่อยมากที่สุด อายุหลังจากนี้จะได้อีกประมาณ 10 วัน ถ้ามีการเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องอย่างถูกต้อง

การพิจารณาว่าจะเก็บผลมังคุดแก่ระดับไหนจึงจะเหมาะสม ขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่งและการรอเวลาจำหน่ายเป็นหลัก เพื่อให้ถึงผู้บริโภคเมื่อสีของผิวเป็นสีดำพอดี ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด วัยของการเก็บเกี่ยวมังคุดที่ดีที่สุดนั้นคือ ช่วงที่ผลมังคุดเริ่มมีสายเลือดได้ 1-2 วัน เนื่องจากเปลือกยังแข็งแรงและสังเกตได้ง่าย แต่ถ้าเป็นมังคุดที่มีขนาดเล็กหรือในช่วงที่มังคุดสุกมาก ควรเลือกเก็บขณะที่มังคุดมีสีแดงแล้ว หลักในการเก็บเกี่ยวมังคุดต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ

- อย่าเก็บให้ช้า
- แยกชนิดออกเพื่อสะดวกในการขนส่ง
- แยกขนาดเพื่อจำหน่ายตามคุณภาพ
- ผลมังคุดที่แตกเสียหายต้องแยกออกเพื่อใช้ทำประโยชน์อย่างอื่น

#### 2.1.4 วิธีเก็บมังคุด

ถึงแม้ว่าผลมังคุดมีเปลือกหนากก็ตาม แต่เปลือกจะไม่ทนทานต่อการกระทบกระแทก เปลือกจะช้ำและแข็ง บีบไม่ออกในเวลาต่อมา ส่วนเปลือกด้านในจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงและลามไปถึงเนื้ออย่างรวดเร็ว การเก็บเกี่ยวมังคุดมีหลายวิธี โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังอย่าให้ผลมังคุดตกกระแทก การเก็บเกี่ยวอย่างถูกวิธี ยึดหลักให้มังคุดช้ำน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ จะช่วยรักษาคุณภาพไว้ได้มาก เพราะผลมังคุด หากได้รับความกระทบกระเทือน เช่น ตกลงพื้นด้วยระยะเพียง 20 เซนติเมตร ในเวลาต่อมาผลจะแข็งและทำให้เนื้อเสียจนบริโภคไม่ได้ ในปัจจุบันเครื่องมือที่เกษตรกรใช้เก็บมังคุด มีอยู่หลายรูปแบบดังนี้

1. จำปาซอย ทำจากไม้ไผ่ผ่าเป็น 5 แฉก ควรถบเหลี่ยมที่ปลายจำปาด้วย เพื่อป้องกันผลเกิดรอยแผล ซอยมังคุดได้ครั้งละ 1-3 ลูก ต้องระวังอย่าให้ปลายไม้ตะแครง จะทำให้ผลมังคุดร่วงหล่นเสียหายง่าย วิธีนี้เก็บได้ช้าและค่อนข้างยุ่งยาก
2. เครื่องเกี่ยวแบบถุงกาแฟ ที่กรมวิชาการเกษตรทำขึ้น สามารถเก็บเกี่ยวได้ครั้งละ 5-7 ลูก ค่อนข้างจะปลอดภัยต่อการบอบช้ำ แต่ปัญหายุ่งยากคือ เครื่องมือชนิดนี้จะหนัก เป็นปัญหามากสำหรับการขึ้นต้นเก็บใช้ถุงกาแฟเก็บเกี่ยว ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด
3. ชนิดขอบกลม ชนิดนี้ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ครั้งละ 3-5 ลูก แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถ ขอนเข้าไปซอยบริเวณซอกกิ่งแคบ ๆ ได้ และยังทำให้กิ่งมังคุดหักอีกด้วย

120184

4.ชนิดขอรูปไข่ ชนิดนี้เกษตรกรนิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะในแถบตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัด จันทบุรี ชื่อดีของชนิดนี้คือ มีน้ำหนักเบา และสามารถเก็บผลในบริเวณกิ่งแคบ ๆ ได้ และไม่ทำให้กิ่งมั่งคุด หักติดมากับลูก

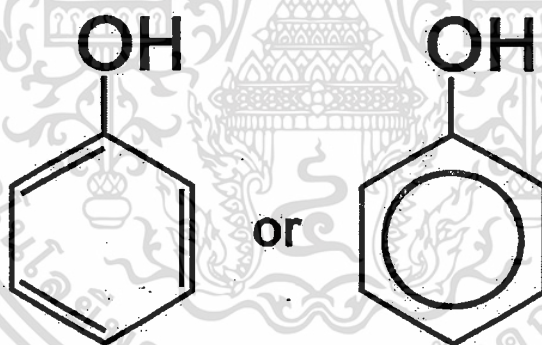
5.เครื่องเก็บเกี่ยวชนิดใหม่ของเกษตรกรที่ตำบลคลองนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี สามารถเก็บเกี่ยวมั่งคุดได้ครั้งละ 4-5 ลูก สะดวกในการขนเข้าไปเก็บตามกิ่งต่าง ๆ และไม่ทำให้กิ่งมั่งคุดหักติดมากับลูก

6.ใช้ถุงผ้า (ย่าม) หรือตะกร้าขึ้นเก็บ วิธีนี้จะใช้เด็กตัวเล็ก ๆ หิ้วตะกร้า หรือสะพายถุงย่ามป็นขึ้นไปเก็บ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีนี้ผลมั่งคุดจะเสียหายน้อย

## 2.2 ส่วนประกอบสำคัญในเปลือกมั่งคุด

### 2.2.1 กรดฟีโนลิก (phenolic acid)

เป็นสารประกอบฟีนอล พบในเปลือกของผลไม้หลายชนิด เช่น มั่งคุด กล้วยน้ำว้าเงาะ เสาวรส ทับทิม เป็นต้น ซึ่งมีประโยชน์ในการเป็นสารแอนตีออกซิเดนท์ชนิดหนึ่ง



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิก

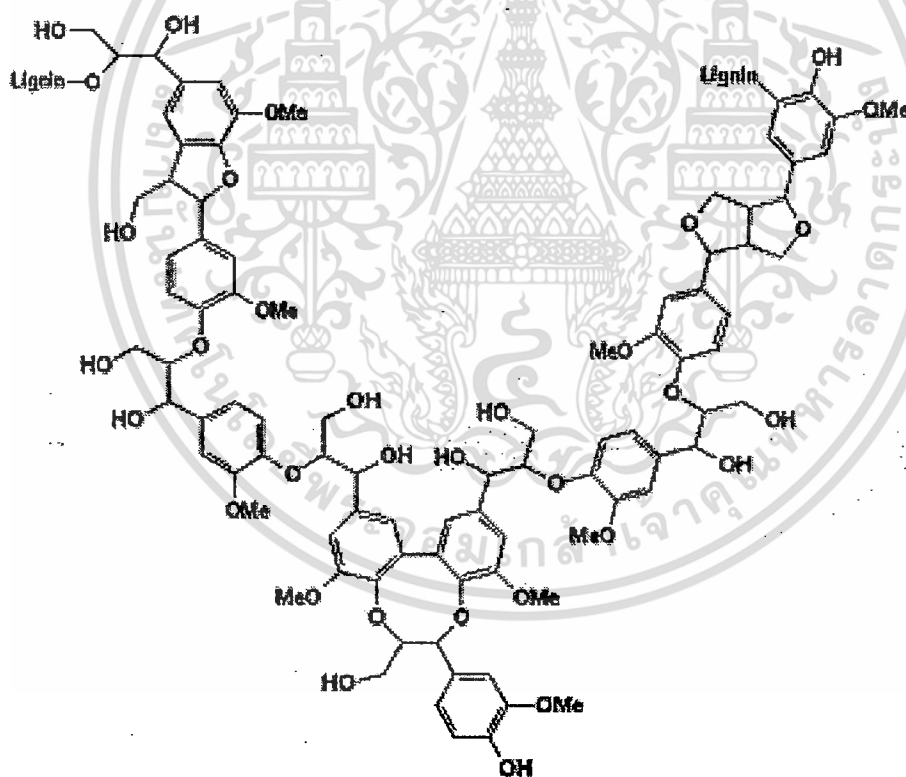
### 2.2.2 ลิกนิน (lignin)

ลิกนิน (lignin) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืชในไม้เนื้อแข็ง จะมีสัดส่วนประมาณ ร้อยละ 17-25 ในไม้เนื้ออ่อนจะมีสัดส่วนประมาณ ร้อยละ 24-32 ในเส้นใยเปลือกลำต้น (bast fibres) เช่น ป่านลินิน ป่านนิลา และปอ มีอยู่เล็กน้อยและแทบจะไม่มีเลยในเส้นใยฝ้าย

ลิกนิน เป็นสารประกอบพอลิเมอร์ไม่มีรูปผลึก จะเกาะกันอยู่ในชั้นระหว่างเส้นใย (middle lamella) ซึ่งทำหน้าที่ ยึดเกาะเส้นใยเข้าด้วยกัน และมีบางส่วนผสมอยู่ในเส้นใยด้วย โครงสร้างพื้นฐานของลิกนินคือ phenylpropane หรือ สารประกอบ hydrocarbon ที่มี carbon 9 อะตอม ประมาณร้อยละ 65–67

ลิกนินและอนุพันธ์ของลิกนินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางดังนี้

1. ใช้เป็นสารยึดติด (adhesives) เช่น สารกั้นซึม (sizes) สารเชื่อมติด (binders) และสารเคลือบ (coatings) ในอุตสาหกรรมกระดาษ
2. ใช้ในด้านเคมีภัณฑ์เกษตร (agricultural chemicals) ได้แก่ เคมีภัณฑ์ปรับปรุงดิน เคมีภัณฑ์ควบคุมฝูง ยุง ยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช ใช้ในการหมัก และเป็นสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เป็นต้น
3. ใช้ทำเคมีภัณฑ์สำหรับผลิตน้ำให้บริสุทธิ์ และเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ สารพวก ion exchange



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของลิกนิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 ปริมาณสารฟีนอลิกในเปลือกผลมังคุด

เปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบแล้วนาน 3 ชั่วโมง มีปริมาณสารฟีนอลิกน้อยกว่าเปลือกผลมังคุดด้านที่เพิ่มตกกระทบที่ 0 ชั่วโมง เปลือกผลมังคุดวัยสีม่วงเข้มบริเวณที่ตกกระทบ มีปริมาณสารฟีนอลิกลดลงมากกว่าเปลือกผลมังคุดวัยสีน้ำตาลแดงบริเวณที่ตกกระทบ และเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนปกติมีปริมาณสารฟีนอลิกลดลงมากกว่าเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน

### 2.2.4 ปริมาณสารลิกนินในเปลือกผลมังคุด

การตรวจสอบปริมาณสารลิกนินในเนื้อเยื่อเปลือกผลมังคุดทั้งบริเวณไม่ตกกระทบและตกกระทบ โดยการทำปฏิกิริยาของกรดไทโอไกลคอลิก (thioglycolic acid) พบว่าปริมาณสารลิกนินในเปลือกผลมังคุดวัยสีม่วงเข้มบริเวณที่ตกกระทบ มีการเพิ่มขึ้นมากกว่าในเปลือกผลมังคุดวัยสีน้ำตาลแดงบริเวณที่ตกกระทบ เปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบสูงจากพื้นคอนกรีต 100 เซนติเมตร มีการสะสมปริมาณสารลิกนินมากกว่าเปลือกผลมังคุดที่ตกกระทบสูงจากพื้นคอนกรีต 50 เซนติเมตร และเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนปกติ (21 เปอร์เซ็นต์) มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารลิกนินอย่างรวดเร็ว ขณะที่เปลือกผลมังคุดบริเวณตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน มีการเพิ่มปริมาณสารลิกนินเพียงเล็กน้อย ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสารประกอบเชิงซ้อนของลิกนินคาร์โบไฮเดรต (lignin-carbohydrate complex) ในเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนปกติมีการเพิ่มขึ้นอย่างมาก ขณะที่เปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจนไม่มีการเพิ่มของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสารประกอบเชิงซ้อนลิกนินคาร์โบไฮเดรต ในทำนองเดียวกันเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนมีปริมาณโปรตีนในสารประกอบเชิงซ้อนลิกนินคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นอย่างมาก ขณะที่เปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน ไม่มีปริมาณโปรตีนในสารประกอบเชิงซ้อนลิกนินคาร์โบไฮเดรต สารคาร์โบไฮเดรตในสารประกอบเชิงซ้อนลิกนินคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น 27.93-64.24 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สารโปรตีนในสารประกอบเชิงซ้อนลิกนินคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น 19.13-27.60 เปอร์เซ็นต์

### 2.2.5 กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารลิกนิน

กิจกรรมเอนไซม์ PAL ในเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ไม่ตกกระทบค่อยๆ มีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ตั้งแต่วันที่ 0 จนกระทั่งวันที่ 180 หลังการตกกระทบ ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ PAL ในเปลือกผล

มังกุคบริเวณที่ตกกระทบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในนาที่ที่ 5 หลังการตกกระทบแล้วลดลง และเพิ่มขึ้นมากอย่างรวดเร็วถึงจุดสูงสุดในนาที่ที่ 15 หลังการตกกระทบ แล้วลดลงอย่างรวดเร็วในนาที่ที่ 20 แล้วค่อยๆ ลดลงหลังจากนาที่ที่ 20 กิจกรรมของเอนไซม์ CAD ในเปลือกผลมังกุคบริเวณที่ไม่ตกกระทบค่อยๆ มีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จากนาที่ที่ 0 จนถึงนาที่ที่ 180 หลังการตกกระทบ ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ CAD เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในนาที่ที่ 5 หลังการตกกระทบแล้วลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ CAD เพิ่มขึ้นมากและรวดเร็วในนาที่ที่ 10 และเพิ่มถึงจุดสูงสุดในนาที่ที่ 15 แล้วลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากนั้น และเพิ่มขึ้นอีกในนาที่ที่ 30 หลังการตกกระทบแล้วค่อยๆ ลดลงจนถึงนาที่ที่ 180 หลังการตกกระทบ กิจกรรมของเอนไซม์ POD ในเปลือกผลมังกุคบริเวณที่ไม่ตกกระทบเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตั้งแต่นาทีที่ 0 จนกระทั่งถึงนาที่ที่ 180 หลังการตกกระทบ ขณะที่กิจกรรมของ POD ในเปลือกผลมังกุคบริเวณที่ตกกระทบเพิ่มขึ้นมากอย่างรวดเร็วในนาที่ที่ 10 และเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดในนาที่ที่ 15 แล้วลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากนั้น และเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในนาที่ที่ 120 และ 180 หลังการตกกระทบ

## 2.3 พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แปรโดยตรงกับความถี่ แต่แปรผกผันกับความยาวคลื่น ถ้าพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามากความถี่มาก จะมีความยาวคลื่นสั้น

$$E \propto \nu \propto 1/\lambda$$

$E$  = พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$\nu$  = ค่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$\lambda$  = ค่าความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถูกส่งผ่านไปหาวัตถุ จะเกิดการกระทำกับสารได้หลายแบบ ดังนี้

- ถูกดูดกลืน (Absorption)
- ผ่านทะลุ (Transmission)
- สะท้อน (Reflection)
- กระเจิง (Scattering)

จากทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม บอกให้ทราบว่า อะตอมที่สร้างพันธะกันเกิดเป็น โมเลกุล อะตอมเหล่านี้จะเกิดการสั่นด้วยความถี่ที่มีค่าแน่นอน การเลื่อน ไปมาตามแนวเส้นตรง อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเมื่อ ได้รับพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### 2.3.1 Infrared Spectroscopy

จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่น(vibration) กับการหมุน(rotation) ของโมเลกุล โดยมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.78 – 1,000  $\mu\text{m}$

โมเลกุลที่ active กับ IR คือโมเลกุลที่สามารถดูดกลืนคลื่นแสง IR ได้ทำให้พันธะเกิดการยืด(stretching)หรือการงอ(bending) บางโมเลกุลที่ไม่สามารถ active IR ได้ คือ โมเลกุลที่ไม่มีขั้วจะไม่เกิดปรากฏการณ์ทาง IR ได้

Near Infrared คือคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 785-2650 nm ซึ่งจะมีผลทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นที่ความถี่สูง โมเลกุลจะถูกกระตุ้นจาก ground vibrational level ไปยัง excited vibrational level

### 2.3.2 กฎการดูดกลืนแสง

$$T = I / I_0$$

$$A = -\log T = \log 1/T = \epsilon bc$$

T	=	Transmittance
A	=	Absorbance
I	=	ความเข้มแสงสุดท้าย
I <sub>0</sub>	=	ความเข้มแสงเริ่มต้น
b	=	ความหนาของวัตถุ
C	=	ความเข้มข้นของสาร
$\epsilon$	=	Molar absorptivity

เมื่อต้องการหาค่าประกอบหนึ่งในตัวอย่าง จะต้องเลือกความยาวคลื่นจำเพาะ เพื่อให้องค์ประกอบนั้นดูดกลืนคลื่นแสง NIR ไว้ Spectrum จาก NIR เป็น absorption spectrum จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Absorbance กับ ความยาวคลื่น

จากทฤษฎีการดูดกลืนแสงของสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทำให้มีแนวความคิดว่า มังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งจะมีการดูดกลืนพลังงานแสงแตกต่างไปจากมังคุดปกติ อันจะเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งออกจากมังคุดปกติ

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยพบว่าการตกกระทบของผลที่ระดับความสูงเกิน 10 เซนติเมตร จะเป็นสาเหตุให้เกิดอาการเปลือกแข็งขึ้นภายในบริเวณที่ตกกระทบดังกล่าวได้ (Tongdee and Suwanagul, 1989)

มังคุดคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและตลาดส่งออก สำหรับคุณภาพภายในที่เป็นปัญหา ได้แก่ เนื้อแก้ว ยางไหล และเปลือกแข็ง ไม่สามารถตัดแยกได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น การใช้เทคนิค NIRS ที่สามารถตัดแยกคุณภาพผลไม้ได้หลายชนิดแบบไม่ทำลาย จึงน่าที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอาการเปลือกแข็งในมังคุดได้ จึงถูกนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เทคนิควิธีการวัดการดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรด ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการตัดแยกผลไม้อ่างๆ แบบไม่ทำลายโดยการประเมินคุณภาพภายใน (Walsh et al., 2004) และในหลายปีที่ผ่านมา เทคนิควิธีการวัดการดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรด ได้ถูกนำมาประยุกต์เพื่อใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายกับผลไม้อ่างๆ หลายชนิด เช่น ใช้ในการหา soluble solids ในผลแคนตาลูป (Dull et al., 1989) ใช้ในการหาปริมาณน้ำตาลในผลพีช (Kawano et al., 1992) ใช้ในการแยกเกรดผลพีช (Carlomagno et al., 2004) ใช้ในการหาปริมาณน้ำตาลในผลส้ม (Kawano et al., 1993) ใช้ในการตัดแยกผลส้มที่มีกรดสูง (Miyamoto et al., 1998) ใช้ในการประเมินหาความแน่นเนื้อ ปริมาณเนื้อแห้ง และ soluble solid ในผลกีวี (McGlone and Kawano et al., 1998) ใช้ในการหา soluble solid ในผลมะเขือเทศ (Slaughter et al., 1996) ใช้ในการประเมินคุณภาพของผลมะเขือเทศ (Hong et al., 1998) ใช้ในการหา soluble solid ในผลแตงโมและสับปะรด (Guthrie et al., 1998) ใช้ในการหา soluble solid ในผลแอปเปิ้ล (Ventura et al., 1998; McGlone et al., 2003) ใช้ในการหาปริมาณเนื้อแห้งในผลอะโวคาโด (Clark et al., 2003) ใช้ในการหา soluble solid ในผลลูกพรุน (Slaughter et al., 2003) ใช้ในการประเมินคุณภาพทางสรีรศาสตร์ของผลมะม่วง (Schmilovich et al., 2000) และ ใช้ในการหา soluble solid ในผลมะม่วง (Saranwong et al., 2004)

อย่างไรก็ตามพบว่า NIR spectroscopy แบบสะท้อนกลับหรือ NIR reflectance spectroscopy จะไม่ค่อยเหมาะสมนักสำหรับผลไม้ เนื่องจากแสงจะผ่านเข้าไปในผล ไม้้น้อยมากทำให้ได้ข้อมูลที่น้อยมาก (McGlone et al., 2004) มีมีงานวิจัยจำนวนมากที่รายงานว่า NIR spectroscopy แบบทะลุผ่านหรือ NIR transmittance spectroscopy สามารถใช้ทำนายคุณภาพภายในของผลไม้ได้อย่างแม่นยำ ได้แก่ การทำนายคุณภาพภายในของผลแอปเปิ้ล (McGlone et al., 2004, Clark et al., 2003), pear (Fu et al., 2007) การทำนายคุณภาพภายในของผลกีวี (Schaare and Fraser, 2000) การทำนายคุณภาพภายในของผลพีช (Carlomagno et al., 2004) การทำนายคุณภาพภายในของผลส้ม (Kawano et al., 1993, Miyamoto et al., 1998) และการทำนายคุณภาพภายในของผลมังคุด (Teerachaichayut et al., 2007)

เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้เปลือกแข็ง ดังนั้นระบบการวัดสเปกตราที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องสำคัญ Fraser et al. (2001) ได้รายงานไว้ว่า แสงช่วงความยาวคลื่นสั้นจะสามารถทะลุผ่านได้ดีกว่าแสงช่วงความยาวคลื่นยาว ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้ NIRS ชนิดทะลุผ่านและใช้ความยาวคลื่นในช่วงคลื่นสั้น หรือ SW-NIR transmittance spectroscopy ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับที่ Teerachaichayut et al. (2007) ใช้ในการวิเคราะห์อาหารเนื้อแก้วภายในผลมังคุด

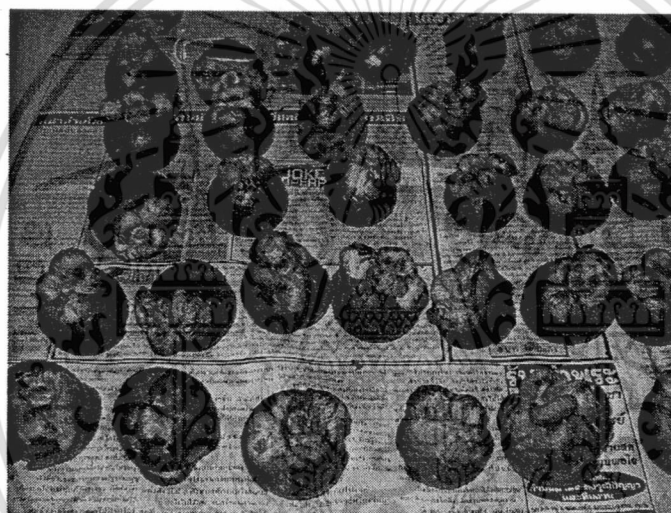


## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 แหล่งวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือ มังคุดที่อยู่ในช่วงวัย 2-4 โดยซื้อมาจากแหล่งขายผลไม้ส่งตลาดสี่มุมเมือง เขตรังสิต จังหวัดปทุมธานี



ภาพที่ 3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

#### 3.2 ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆกับอาการเปลือกแข็งของผลมังคุด

##### 3.2.1 วัสดุอุปกรณ์

1. แป้งข้าวเจ้า
2. มีด
3. เขียง
4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. colourimeter
6. texture Analyzer
7. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
8. desicator
9. moisture can
10. hot air oven

### 3.2.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือ มังคุดวัย 3-4 (คิวมีสีชมพูสม่ำเสมอจนถึงมีสีแดง) โดยนำมาจากแหล่งขายผลไม้สด ตลาดสี่มุมเมือง เขตรังสิต จังหวัดปทุมธานี ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน

คัดเลือกมังคุดให้มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน บันทึกภาพมังคุดก่อนทำการทดลองโดยควบคุมแสงในการถ่ายภาพให้มีความสว่างเท่ากันด้วยกล้องถ่ายภาพระบบดิจิทัล ยี่ห้อ SONY รุ่น DSC-W120 เพื่อใช้ในการคัดแยกวัยของมังคุดแต่ละตัวอย่าง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน

1 ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

นำมังคุดจำนวน 200 ผล แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 50 ผล โดยกลุ่มที่ 1 ไม่ต้องทำการตกกระทบ กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ทำการตกกระทบในบริเวณกึ่งกลางของผลที่ระดับความสูง 20, 30 และ 60 เซนติเมตร ตามลำดับ

นำตัวอย่างมังคุดแต่ละผลของแต่ละกลุ่ม ทำการวัดระดับความแข็ง ด้วยเครื่อง texture analyser รุ่น TA.XT2 (ทำการทดสอบโดยเลือกใช้ load cell 5 kg ใช้หัววัดแบบ needle probe ขนาด 2 mm ระยะการกด 5 mm และความเร็วของหัววัด 1 mm/s) และวัดสีด้วยเครื่อง colorimeter ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR-400 ทำการทดสอบโดยวัดค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  จากนั้นนำมาคำนวณหาค่า hue (McClellan et al., 1994) โดยที่  $\text{hue angle} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$  ทั้งนี้ค่าระดับความแข็งและค่าสีทำการทดสอบ ณ จุดที่ตกกระทบในระดับต่างกัน เปรียบเทียบกับจุดที่ไม่ตกกระทบ ในช่วงเวลาที่ 0, 24, 48 และ 72

นำตัวอย่างมังคุดแต่ละผล ทำการตัดชิ้นเปลือกมังคุดให้มีขนาด  $1 \times 1$  เซนติเมตร ความหนาเท่ากับ ความหนาของเปลือก ณ จุดที่ตกกระทบในระดับต่างกันเปรียบเทียบกับจุดที่ไม่ตกกระทบในช่วงเวลาที่ 0, 24, 48 และ 72 วัดปริมาณความชื้นของเปลือกด้วย hot air oven ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น 100-800 อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (กำหนดจากการทดสอบการอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส อบจน น้ำหนักของตัวอย่างคงที่)

2 ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกเมื่อมีพื้นที่ตกกระทบต่างกัน

พื้นที่ตกกระทบบที่แตกต่างกันสามารถสร้างได้จากจำนวนของการตกกระทบบรอบ ๆ ผลมังคุดแต่ละผล ดังนั้นนำมังคุดจำนวน 451 ผล แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 จำนวน 103 ผล ไม่ต้องทำการตกกระทบบ กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 จำนวน 87, 88, 87 และ 86 ผล ทำการตกกระทบบ 1, 2, 3 และ 4 จุด รอบ ๆ ผลตามแนวกึ่งกลางผล ทำมุมห่างกันทุก ๆ  $90^{\circ}$  ตามลำดับ โดยทำการตกกระทบบ ที่ระดับความสูงที่เท่ากันที่ระดับ 20 เซนติเมตร

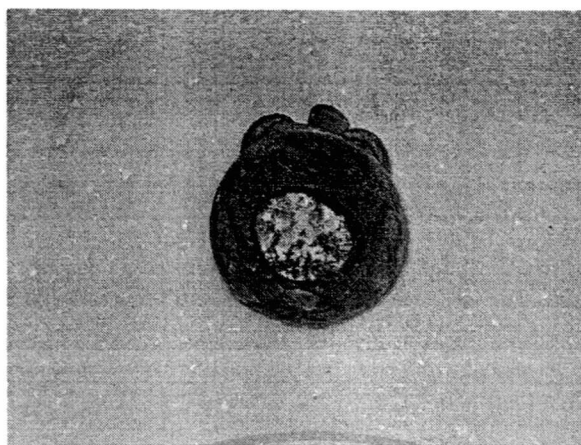
นำตัวอย่างมังคุดแต่ละผล ทำการหาค่าความหนาแน่นปรากฏ ด้วยเทคนิคการแทนที่น้ำ (Mohsenin, 1984) และการสูญเสียน้ำหนัก เปรียบเทียบระหว่าง ผลที่มีการตกกระทบบ 1, 2, 3 และ 4 จุด กับผลที่ไม่ตกกระทบบ ในช่วงเวลาที่ 0, 24, 48, 72 และ 96

### 3.2.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

1. คัดเลือกมังคุดให้มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน และให้อยู่ในช่วงวัยระดับ 2 ถึง ระดับ 5
2. ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดผลมังคุด บันทึกผล บันทึกที่ระดับวัยของมังคุด
3. นำผลมังคุดไปทำ drop test
4. นำผลมังคุดที่ผ่านการ drop test แล้ว ไปทำการวัดสี วัดความแข็ง และหาปริมาณความชื้น

### 3.2.2.2 การ drop test

1. ปล่อยมังคุดที่ผ่านคัดเลือกที่ระดับความสูง 20, 30 และ 60 เซนติเมตร ลงบนพื้นคอนกรีตที่โรยด้วยแป้ง
2. ใช้ปากกาเน้นข้อความวงบริเวณเปลือกของผลมังคุดที่ตกกระทบบพื้น
3. ผลมังคุด 1 ผล จะทำการ drop test ทั้งหมด 4 จุด



ภาพที่ 3.2 แสดงภาพมังกุดที่ผ่านการทำ drop test แล้ว

### 3.2.2.3 การวัดระดับสี

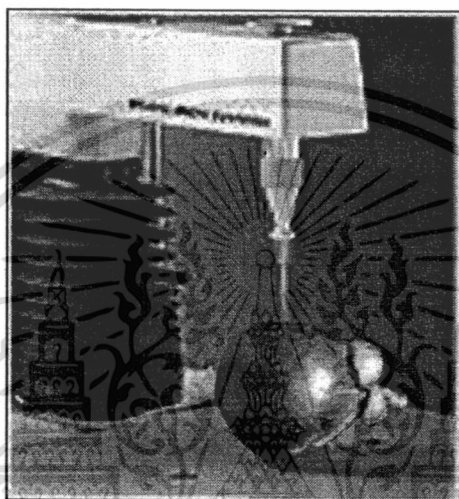
1. นำมังกุดที่ทำ drop test เรียบร้อยแล้วมาทำการวัดระดับสีด้วยเครื่อง colourimeter
2. วัดระดับสีของเปลือกมังกุดทั้งบริเวณที่ตกกระทบพื้น และบริเวณที่ไม่ตกกระทบพื้น บันทึกผล
3. ทำการวัดสีและชั่งน้ำหนักผลมังกุดในชั่วโมงที่ 0, 24, 48 และ 72 บันทึกระดับวัยของมังกุดขณะทำการวัดสี
4. คำนวณค่า hue และ chroma



ภาพที่ 3.3 แสดงวิธีการวัดสีของมังกุด

### 3.2.2.4 การวัดความแข็ง

1. นำมังคุดที่ผ่านการทำ drop test เรียบร้อยแล้วมาทำการวัดความแข็งด้วยเครื่อง texture analyzer
2. วัดความแข็งทั้งบริเวณที่ตกกระทบพื้น และบริเวณที่ไม่ตกกระทบพื้น บันทึกผล
3. ทำการวัดความแข็งและชั่งน้ำหนักผลมังคุดในชั่วโมงที่ 0, 24, 48, และ 72 บันทึกระดับวัยของมังคุดขณะทำการวัดความแข็ง



ภาพที่ 3.4 แสดงวิธีการวัดความแข็ง

### 3.2.2.5 การหาปริมาณความชื้น

1. นำผลมังคุดที่ทำการ drop test เรียบร้อยแล้ว มาทำการหาความชื้นของเปลือกมังคุดทั้งบริเวณที่ตกกระทบพื้นและไม่ตกกระทบพื้น
2. บันทึกระดับวัยของมังคุด
3. ตัดเปลือกมังคุดบริเวณที่ตกกระทบพื้นให้มีขนาด 1×1 เซนติเมตร
4. ชั่งน้ำหนักเปลือกมังคุดให้ละเอียด
5. หั่นเปลือกมังคุดให้ละเอียด
6. นำเปลือกมังคุดที่หั่นแล้ว ใส่ใน moisture can ที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว
7. ทำการทดสอบหาความชื้นเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบ
8. อบเปลือกมังคุดด้วย hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

9. นำเปลือกมังคุดที่ผ่านการอบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator ประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักเปลือกมังคุดที่ผ่านการอบแล้ว บันทึกผล
10. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น
11. ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับเปลือกมังคุดทั้งบริเวณที่ไม่ตกกระทบพื้น
12. หาค่าความชื้นในเปลือกมังคุดทั้งบริเวณที่ตกกระทบพื้นและบริเวณที่ไม่ตกกระทบในชั่วโมงที่ 0, 24, 48 และ 72

### 3.2.2.6 การศึกษาโครงสร้างภายในของเปลือกมังคุดโดยกล้องจุลทรรศน์

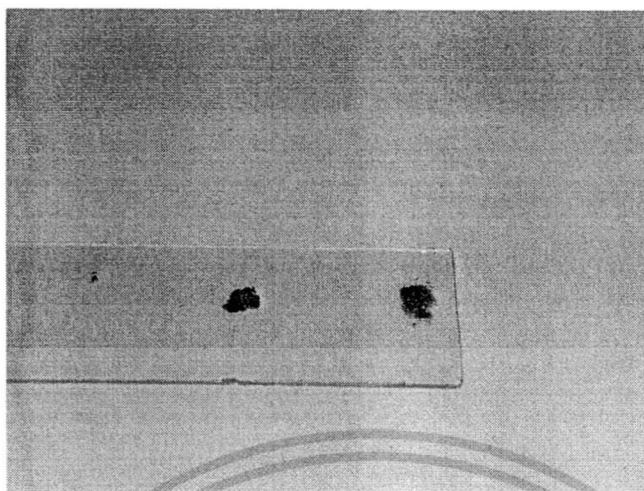
ในการทดลองจะทำการทดลองศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของเปลือกมังคุด เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบว่ามังคุดที่ผ่านการตกกระทบในแต่ละระดับความสูง ซึ่งได้แก่ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร และมังคุดที่ไม่ได้ผ่านการตกกระทบนั้น จะมีลักษณะโครงสร้างภายในที่แตกต่างกันอย่างไร จึงได้มีทดลองศึกษาลักษณะภายในของเปลือกมังคุดขึ้น ดังนี้

1. ทำการสไลด์เปลือกมังคุดบริเวณที่ตกกระทบในแต่ละระดับความสูง และสไลด์เปลือกมังคุดที่ไม่ได้ผ่านการตกกระทบ ออกมาเป็นแผ่นบางๆ



ภาพที่ 3.5 แสดงวิธีการสไลด์เปลือกมังคุดโดยใช้มีดผ่าตัด

2. นำเปลือกมังคุดที่สไลด์ออกมาแล้ว ไปวางบนแผ่นสไลด์ แล้วหยคน้ำลงไปเล็กน้อย



ภาพที่ 3.6 แสดงเปลือกม้งจุดที่ผ่านการสไลด์แล้ว

4. นำแผ่นสไลด์ไปวางไว้บนกล้องจุลทรรศน์ แล้วทำการปรับ โฟกัสให้เห็นภาพที่ชัดที่สุด ที่กำลังขยาย 10 เท่า แล้วถ่ายภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ



ภาพที่ 3.7 แสดงการวิธีการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ตอนที่ 2 ศึกษาการคัดแยกมังคุดเปลือกแข็งโดยใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่าน

#### 3.3.1 วัสดุอุปกรณ์

1. มีด
2. เวอร์เนียคาลิเปอร์
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
4. Penetrometer
5. SW-NIR transmittance spectrometer

#### 3.3.2 วิธีการดำเนินการเตรียมตัวอย่างและการตรวจวัดสเปกตรา

##### 3.2.2.1 ออกแบบการทดลอง

เพื่อนำผลมังคุดจากสวนของเกษตรกรไทยนำมาผ่านกระบวนการทดสอบ โดยวิธีการวัดการดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรดในห้องปฏิบัติการ นำผลมังคุดมาทดสอบและปรับสภาพเครื่องให้เหมาะสมกับการวัดที่สุดก่อน จากนั้นจึงกำหนดเป็นสภาวะที่คงที่จากนั้นเก็บข้อมูลของมังคุดแต่ละผลและนำผลมังคุดแต่ละผลที่ผ่านการทดสอบแล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพ

1 เตรียมมังคุดปกติที่มีขนาดและคุณภาพภายนอกตรงตามข้อกำหนดการส่งออก

2 เตรียมมังคุดเปลือกแข็ง(โดยวิธีการตกกระทบ) ที่มีขนาดและคุณภาพภายนอกตรงตามข้อกำหนดการส่งออก

3 นำมังคุดแต่ละผลมาวัดค่าการดูดกลืนแสงในย่านใกล้อินฟราเรด 4 ตำแหน่งต่อผล ที่ระยะห่างกันทำมุม 90 องศาเท่าๆกันรอบผลในแนวเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

4 นำมังคุดแต่ละผลมาวัดค่าความแข็งของเปลือก 4 ตำแหน่งต่อผล ที่ระยะห่างกันทำมุม 90 องศาเท่าๆกันรอบผลในแนวเส้นผ่าศูนย์กลาง เริ่มต้นที่ตำแหน่งบริเวณเดียวกับที่วัดค่าการดูดกลืนแสงตามข้อที่ 3 โดยใช้เครื่อง Penetrometer สำหรับจุดที่มีการตกกระทบหรือจุดที่ 1 จะทำการวัด 5 ครั้ง(จุดกึ่งกลางหนึ่งครั้งและบริเวณรอบๆ 4 ครั้ง) ส่วนจุดที่ 2, 3 และ 4 ทำการวัดบริเวณละ 1 ครั้ง

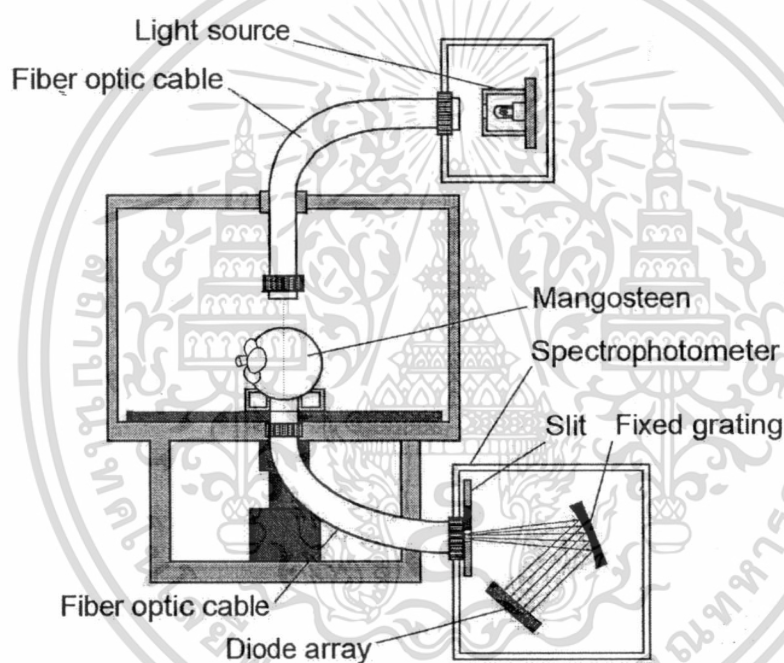
5 นำสเปคตรัมของผลมังคุด มาวิเคราะห์สร้างสมการความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์พื้นที่การเป็นเปลือกแข็ง ด้วยวิธี Partial Least Square Regression และ ทดสอบความแม่นยำของโมเดลความสัมพันธ์ที่

ได้

## 6 สรุปผลและรายงานผลการทดลอง

### 3.2.2.2 วิธีการทดลอง

คัดเลือกตัวอย่างมังคุดวัย 3-5 โดยพิจารณาจากสีผิว (Palapol et al., 2009) มาใช้สำหรับการทดลอง ขนส่งมังคุดมาเก็บในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนทำการตรวจวัดสเปกตรัม ทำการตรวจวัดสเปกตรัมของแต่ละผลด้วย NIR spectrometer ที่บริเวณกึ่งกลางผลด้านข้างจากนั้นหมุน 90° และทำการวัดจนครบรอบผลจำนวน 4 จุด ตามแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 ส่วนประกอบของ SW-NIR transmittance instrument

NIR instrument ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นแบบ transmittance ช่วงความยาวคลื่นสั้น มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สภาวะของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสเปกตรา

Instrument	characteristics
Wavelength (nm)	660-960
Interval (nm)	1.29
sensor	a silicon photodiode array
mode	transmittance
Lamp number	1
Lamp intensity	100 W
Sample turning	90 degree, calyx in horizontal line
Number of scan per sample	4 times
Integral time	100 msec

หลังจากวัดสเปกตราแล้ว มังคุดตัวอย่างทั้งหมดจะนำมาทำให้เป็นเปลือกแข็งโดยการปล่อยตกกระทบที่ระดับความสูง 20 cm ณ ตำแหน่งจุดแรกที่ทำกรวัดสเปกตรา หลังจากนั้นอีก 1 วัน ทำการวัดสเปกตรา ณ จุดเดิมอีกครั้ง จากนั้นทำการวัดความแข็งของเปลือกที่จุดที่วัดสเปกตราทุกจุดด้วยเครื่อง penetrometer จากผลที่ได้จากวัดความแข็งพบว่า สำหรับมังคุดที่เป็นเปลือกแข็งจะมีค่าความแข็งจากการวัดมากกว่า 2.2 N ขณะที่มังคุดที่มีเปลือกปกติ จะมีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 0.75-1.9 N ดังนั้น ในการแยกกลุ่มของมังคุดเปลือกแข็งและเปลือกปกติจึงใช้ที่ค่าความแข็งที่ระดับ 2 N เป็นเกณฑ์โดยที่ถ้ามังคุดมีค่าความแข็งน้อยกว่า 2 N จะจัดกลุ่มเป็นมังคุดปกติ ขณะที่ถ้ามีค่าความแข็งมากกว่า 2 N จะจัดกลุ่มเป็นมังคุดเปลือกแข็ง

### 3.2.2.3 การวิเคราะห์ผล

มังคุดที่มีค่าความแข็งที่เปลือกที่จุดวัดสเปกตราทั้ง 4 จุดน้อยกว่า 2 N จะจัดให้อยู่กลุ่มมังคุดปกติ

มั่งคุดที่มีค่าความแข็งที่เปลือกที่จุดวัดสเปกตราที่จุดแรก มากกว่าหรือเท่ากับ 2 N จะจัดให้อยู่กลุ่มมั่งคุดเปลือกแข็ง จากการทดลองนี้ได้มั่งคุดที่จัดเป็นกลุ่มมั่งคุดปกติจำนวน 459 ตัวอย่าง และมั่งคุดที่จัดเป็นกลุ่มมั่งคุดเปลือกแข็งจำนวน 459 ตัวอย่าง

ทำการจัดกลุ่มมั่งคุดสำหรับ calibration จำนวน 280 ตัวอย่าง ขณะที่จัดกลุ่มมั่งคุดสำหรับ prediction จำนวน 179 ตัวอย่าง ใช้โปรแกรม 'The Unscrambler' (CAMO, Oslo, Norway) ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการ classification ด้วยวิธี partial least squares regression กำหนดให้ค่า 0 สำหรับมั่งคุดปกติ และกำหนดให้ค่า 1 สำหรับมั่งคุดเปลือกแข็ง

### 3.4 สถานที่ทำการทดลอง

3.4.1 คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

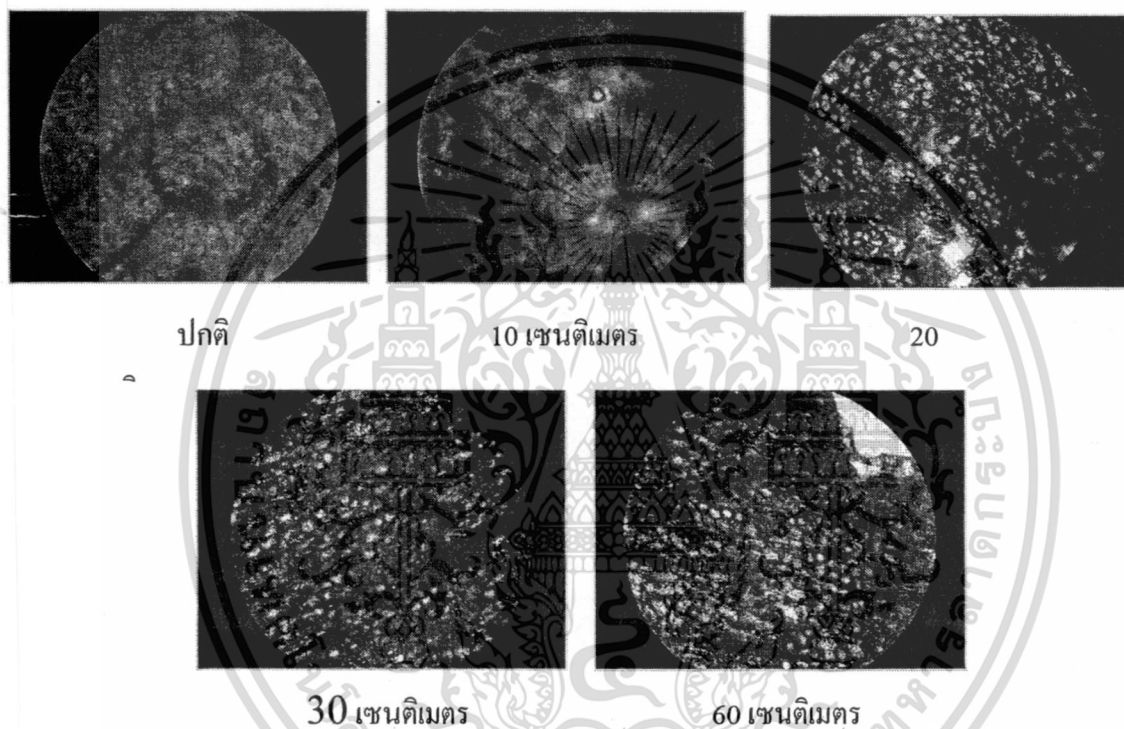
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆกับอาการเปลือกแข็งของผลมังคุด



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเปลือกมังคุดที่ไม่ได้ผ่านการตกกระทบ และผ่านการตกกระทบในแต่ละระดับความสูง

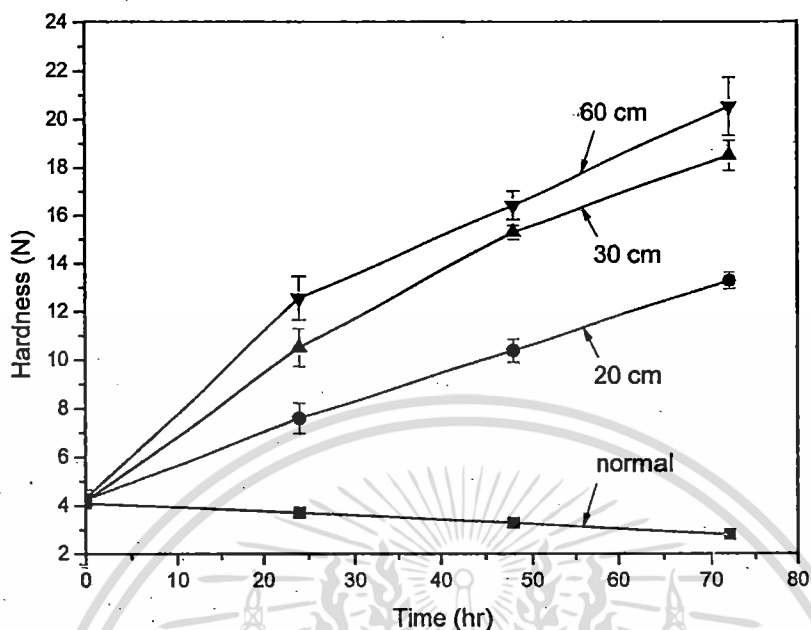
ความเสียหายทางกายภาพของผลผลิตทางการเกษตร มีผลมาจากผลผลิตทางการเกษตรได้รับความเสียหายทางกล (Kays, 1999) สำหรับมังคุด อาการเปลือกแข็งเกิดจากเปลือกของมังคุดได้รับความเสียหายจากการตกกระทบ (Bunsiri et al., 2003)

โดยปกติแล้ว พืชจะมีกระบวนการสังเคราะห์ลิคินินเพื่อป้องกันตัวมันเอง ถ้าบริเวณดังกล่าวได้รับบาดเจ็บหรือถูกกระทบ ลิคินินที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจะทำให้เกิดความแข็งเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อ (Vance et al.,

1980) นอกจากนี้ turgor pressure ภายในเซลล์ ก็มีผลต่อความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเช่นกัน มันจะมีค่าลดลงเมื่อผลไม้สูญเสียน้ำ (Oey et al., 2007) ตามภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าเปลือกของมังคุดที่ไม่ได้ผ่านการตกกระทบนั้น โครงสร้างของเปลือกเซลล์จะยังคงสมบูรณ์เป็นสีชมพู ไม่แห้งแตก เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกมังคุดที่ผ่านการตกกระทบนั้น จะเห็นได้ว่าเปลือกของมังคุดจะเปลี่ยนโครงสร้างไปเป็นเซลล์ที่แห้งและแข็ง และมีสีน้ำตาลเข้มเรื่อยๆ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละระดับความสูงพบว่า เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นก็จะยิ่งส่งผลกระทบต่อการเล่นแปลงของเซลล์มากยิ่งขึ้น นั่นคือจะยิ่งทำให้เซลล์แห้งและคล้ำมากขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จากที่ระดับความสูง 60 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาโครงสร้างส่วนที่เป็นของแข็งของเปลือกมังคุด เซลล์ของเปลือกมังคุดปกติจะมีสภาพสมบูรณ์เกาะยึดติดกัน แต่ขณะที่เซลล์ของเปลือกมังคุดที่ตกกระทบบจะไม่สมบูรณ์และมีช่องว่างเกิดขึ้นมาก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเกิดจากเซลล์เกิดความเสียหายหรือแตกขณะถูกกระแทกมีผลทำให้สูญเสียภายในเซลล์ ทำให้เซลล์สูญเสีย turgor pressure และทำให้เซลล์เหี่ยวเฉาลง ขณะเดียวกันสีของเนื้อเยื่อจะเปลี่ยนจากสีชมพูกลายเป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งทั้งนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาที่เรียกว่า enzymatic browning reaction ซึ่งจะเกิดขึ้นจากเอนไซม์ peroxidase ในกลไกในการสังเคราะห์สารลิกนิน หรือที่เรียกว่ากระบวนการ lignifications โดยการมีการใช้สารฟีนอลิกที่มีอยู่ในเปลือกมังคุดเป็นสับสเตรทในการเปลี่ยนไปเป็นสารลิกนินที่มีลักษณะโครงสร้างที่แห้งและแข็ง ส่งผลให้โครงสร้างเซลล์ของเปลือกมังคุดมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายหลังจากการตกกระทบเป็นเปลือกแข็ง (Ketsa et al., 1998 ; Valentines et al., 2005) เช่นเดียวกับต้นไม้ชนิดอื่นๆ ซึ่งจะพบได้มากในพืชไม้เนื้อแข็ง แต่การเกิดกลไกนี้ในผลมังคุดถือว่าเป็นความเสียหายต่อคุณภาพของมังคุด

#### 4.1.1 ผลการศึกษาความแข็งแรงของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

เมื่อนำค่าความแข็งแรงของเปลือกของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 พบว่า ความแข็งแรงของเปลือกมังคุดที่ไม่ตกกระทบจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเปลือกที่มีการตกกระทบ และจะมีความแข็งแรงลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามเปลือกมังคุดที่ตกกระทบ จะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นตามเวลาที่เก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และความแข็งแรงของเปลือกมังคุดที่ตกกระทบในระดับความสูงที่มากกว่า จะมีความแข็งแรงของเปลือกมังคุดที่มากกว่าของเปลือกที่มีระดับความสูงตกกระทบที่ต่ำกว่า อธิบายได้ว่าเมื่อเปลือกของมังคุดได้รับการกระแทกจนบอบช้ำ จะเกิดกลไกการสร้างสารลิกนินในบริเวณดังกล่าว และสารลิกนินเป็นส่วนที่ทำให้เนื้อเยื่อของพืช มีความแข็งแรงมากขึ้น (Eskin, 1979) จึงทำให้เปลือกบริเวณที่ตกกระทบแข็งแรงกว่าบริเวณที่ไม่ถูกตกกระทบ ส่วนการที่ความแข็งแรงของเปลือกของมังคุดที่ไม่ถูกตกกระทบ มีความอ่อนนุ่มลงตามเวลาของเก็บรักษานั้น เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ อันเป็นไปตามกลไกปกติที่ทำให้ผลไม้สุกเพิ่มขึ้น (Koning, 1994)



ภาพที่ 4.2 ความแข็งของเปลือกเฉลี่ยเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

#### 4.1.2 ผลการศึกษาระดับสีของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

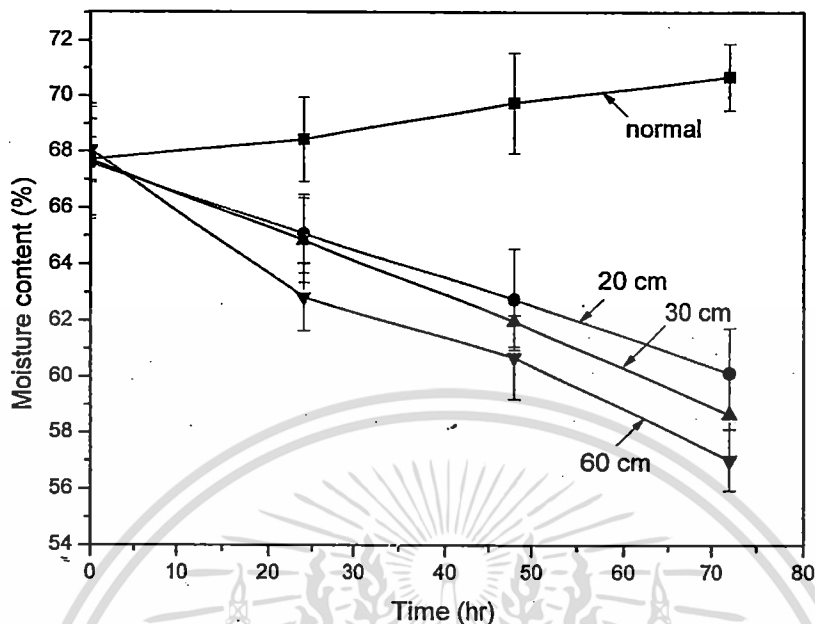
เมื่อนำค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ค่า  $L^*$  ของเปลือกมังคุดมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และ hue angle มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่า hue angle ของมังคุดที่ไม่ตกกระทบ จะเปลี่ยนจาก quadrant ที่ 1 ไปยัง quadrant ที่ 4 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มถึง 72 ชั่วโมง โดยค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกที่ไม่ตกกระทบจะมีค่าลดลงในอัตราที่มากกว่าเปลือกที่มีการตกกระทบเมื่อเปรียบเทียบในช่วงระยะเวลาเก็บรักษาที่เท่ากัน และเปลือกมังคุดที่ตกกระทบในระดับความสูงที่มากกว่า จะมีค่า  $L^*$  และ hue angle ของเปลือกมังคุดที่มากกว่าของเปลือกที่ระดับความสูงตกกระทบที่ต่ำกว่า อธิบายได้ว่า เมื่อผลมังคุดถูกกระทบทำให้เปลือกบริเวณดังกล่าวบอบช้ำและเกิดปฏิกิริยา enzymatic browning ในกระบวนการ lignifications โดยเอนไซม์ peroxidase จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี (Ketsa and Atantee, 1998; Valentines et al., 2005) แต่เนื่องจากผิวเปลือกของมังคุดมีสีเข้ม จึงทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นได้เหมือนกับผลไม้ที่มีสีอ่อนโดยทั่วไป จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดสีเพื่อบอกถึงความแตกต่างของค่าสี hue angle ดังกล่าว

ตารางที่ 4.1 ระดับสีเฉลี่ยของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

Time (hr)	normal		20 cm		30 cm		60 cm	
	L*	Hue angle	L*	Hue angle	L*	Hue angle	L*	Hue angle
0	42.46	0.42	41.57	0.39	42.15	0.42	44.55	0.45
24	37.06	0.29	38.69	0.26	39.93	0.31	42.83	0.36
48	35.02	0.13	37.52	0.16	37.76	0.26	40.89	0.29
72	33.89	359.92	36.11	0.15	36.91	0.22	37.52	0.24

#### 4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของเปลือกเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

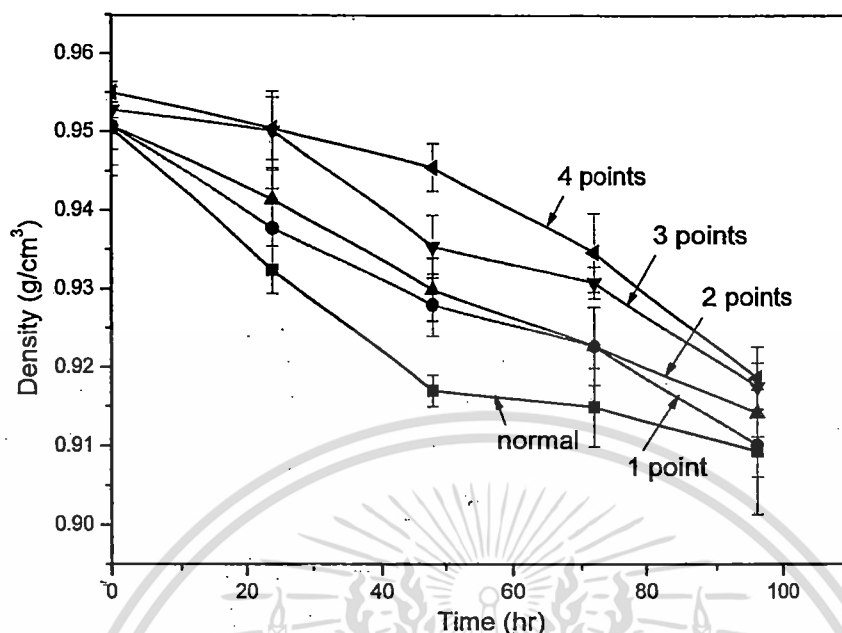
เมื่อนำค่าปริมาณความชื้นของเปลือกของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่า ปริมาณความชื้นของเปลือกมังคุดที่ไม่ตกกระทบจะมีปริมาณความชื้นมากกว่าเปลือกมังคุดที่มีการตกกระทบและจะมีปริมาณความชื้นมากขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามเปลือกมังคุดที่ตกกระทบ จะมีปริมาณความชื้นลดลง เมื่อเวลาของการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และปริมาณความชื้นของเปลือกมังคุดที่ตกกระทบในระดับความสูงที่มากกว่าจะมีปริมาณความชื้นของเปลือกมังคุดที่น้อยกว่าของเปลือกมังคุดที่มีระดับความสูงตกกระทบที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เป็นไปได้ว่า ในระหว่างที่เปลือกมังคุดตกกระทบนั้น จะทำให้ผนังเซลล์ของเปลือกในบริเวณนั้นแตก น้ำที่เป็นองค์ประกอบหลักภายในเซลล์ไหลออกสู่ด้านนอกและระเหยออกสู่บรรยากาศได้โดยง่าย (Welker, 2009) ทำให้ปริมาณความชื้นของเปลือกบริเวณที่ตกกระทบมีน้อยกว่าบริเวณที่ไม่ได้รับการตกกระทบ ส่วนเปลือกที่ไม่ได้ตกกระทบมีความชื้นเพิ่มขึ้นนั้น อธิบายได้ว่า การที่น้ำภายในผลมีการระเหยออกสู่บรรยากาศตลอดระยะเวลาระหว่างการเก็บรักษา น้ำต้องจะแทรกผ่านผนังเปลือกเพื่อออกสู่บรรยากาศภายนอก เป็นเหตุให้ปริมาณความชื้นภายในเปลือกของผลปกติมีค่าเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.3 ความชื้นของเปลือกเฉลี่ยเมื่อตกกระทบที่ระดับความสูงต่างกัน

#### 4.1.4 ผลการศึกษาความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดที่มีปริมาณการตกกระทบที่ต่างกัน

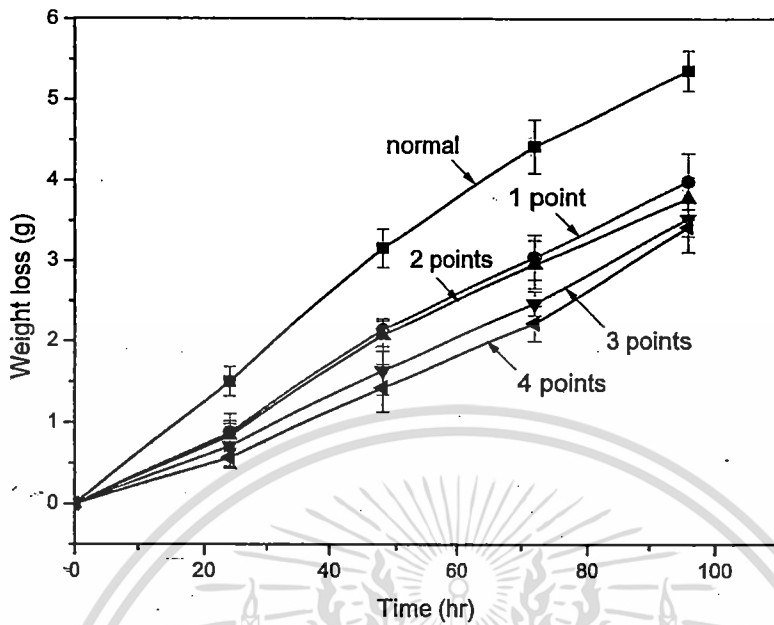
เมื่อนำความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 พบว่า ความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดที่ไม่ตกกระทบจะมีความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดน้อยกว่าผลที่มีการตกกระทบและจะมีความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดที่ตกกระทบที่มีปริมาณการตกกระทบที่มากกว่า จะมีความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดที่มากกว่าของผลที่มีปริมาณการตกกระทบที่น้อยกว่า อธิบายได้ว่าการที่สารลิกนินเพิ่มปริมาณมากขึ้นในบริเวณที่ตกกระทบ เป็นการเพิ่มโอกาสให้สารลิกนินในผนังเซลล์ของพืชสามารถรวมตัวกับสารประเภทโพลีแซคคาไรด์ในผนังเซลล์ของพืชกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่ขึ้น (Ralph et al., 1995) การเกิดขึ้นของสารประกอบเชิงซ้อนที่ผนังเซลล์ของพืชจะมีส่วนในการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นเนื้อ (Liyama et al., 1994) กล่าวได้ว่าการเพิ่มบริเวณของการตกกระทบ เป็นการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนภายในผนังเซลล์ของเปลือกมังคุดมากขึ้น จึงส่งผลให้ความหนาแน่นปรากฏของผลมังคุดมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 4.4 ความหนาแน่นของเปลือกเฉลี่ยเมื่อมีปริมาณการตกกระทบต่างกัน

#### 4.1.5 ผลการศึกษาการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดที่มีปริมาณการตกกระทบที่ต่างกัน

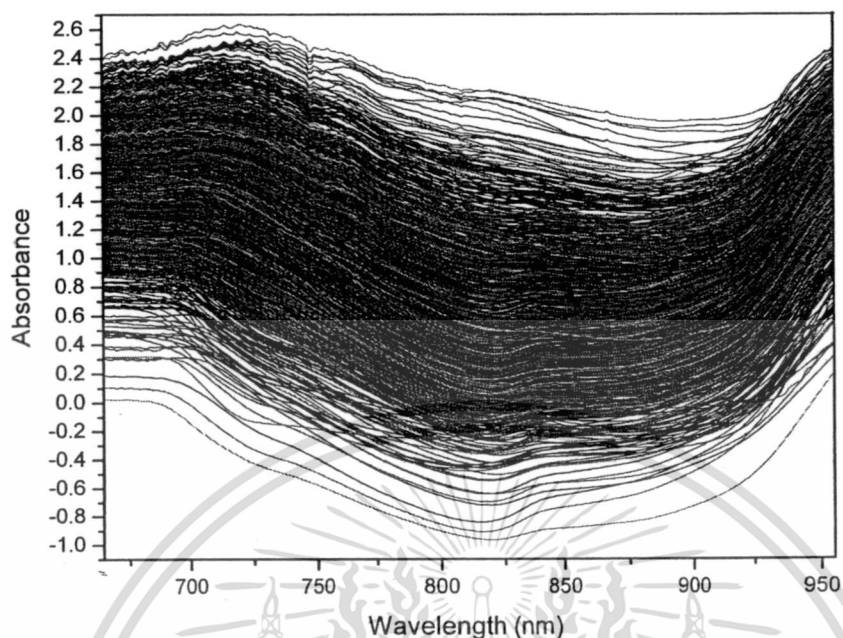
เมื่อนำการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.5 พบว่า การสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดที่ไม่ตกกระทบจะมีการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดมากกว่าผลที่มีการตกกระทบและจะมีการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดมากขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดที่ตกกระทบที่มีปริมาณการตกกระทบที่มากกว่า จะมีการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดที่น้อยกว่าของผลที่มีปริมาณการตกกระทบที่น้อยกว่า อธิบายได้ว่าเมื่อเปลือกของมังคุดที่ตกกระทบเกิดมีสารประกอบเชิงซ้อนทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้น จึงเปรียบเหมือนมีเกราะห่อหุ้มผลไว้ มีผลทำให้ปริมาณน้ำในผลระเหยออกสู่บรรยากาศได้น้อยลง จึงส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักน้อยลง สอดคล้องกับผลการทดลองของ Singh et al., 2001 ที่ศึกษาการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงในภาชนะบรรจุ



ภาพที่ 4.5 การสูญเสียน้ำหนักของเปลือกเจลลี่เมื่อมีปริมาณการตกกระทบต่างกัน

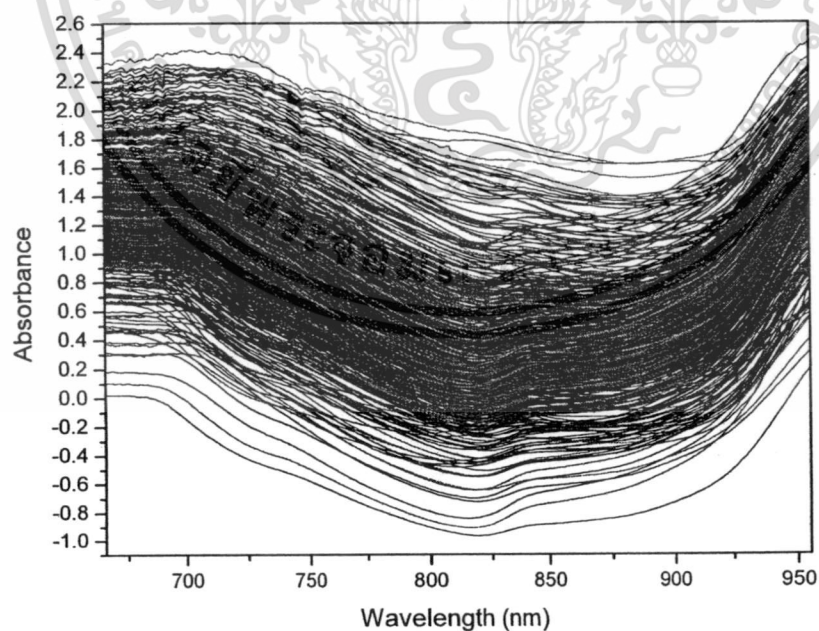
## 4.2 ตอนที่ 2 ศึกษาการตัดแยกมังคุดเปลือกแข็งโดยใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟราเรดแบบทะลุผ่าน

เมื่อนำสเปกตรากของมังคุดปกติจำนวน 280 ตัวอย่าง และสเปกตรากของมังคุดเปลือกแข็งจำนวน 280 ตัวอย่าง นำสเปกตรากของมังคุดแต่ละตัวอย่างมาเฉลี่ย จะได้สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติและของมังคุดเปลือกแข็งเฉลี่ยจำนวน 560 ตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติและของมังคุดเปลือกแข็ง(N=560)

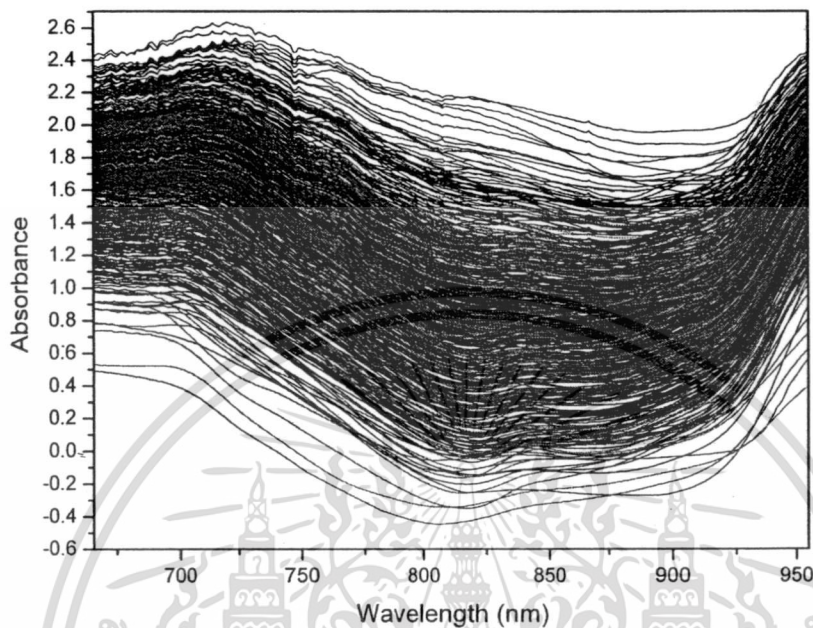
เมื่อแยกสเปกตรานี้ของมังคุดปกติจำนวน 280 ตัวอย่าง จะได้สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดปกติ (N=280)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแยกสเปกตรานเฉลี่ยของมังคุดเปลือกแข็งจำนวน 280 ตัวอย่าง จะได้สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเปลือกแข็ง ดังแสดงในภาพที่ 4.8

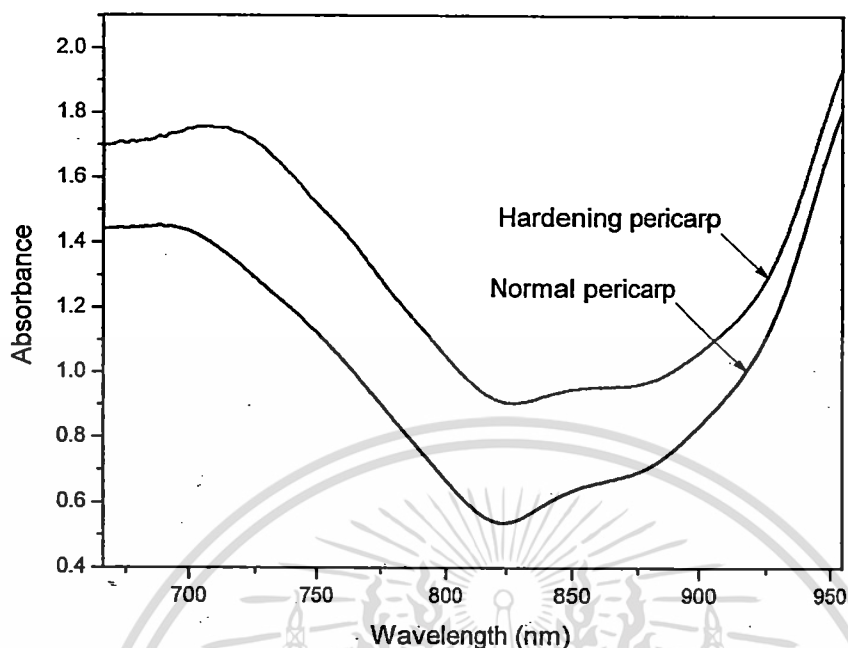


ภาพที่ 4.8 สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเปลือกแข็ง(N=280)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเปลือกแข็งและมังคุดเปลือกอ่อนแล้ว จะสังเกตเห็นว่า ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตรของกลุ่มมังคุดเปลือกแข็งจะสูงกว่าของมังคุดเปลือกอ่อน ดังนั้น ถ้าพิจารณาค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของทั้งกลุ่มของมังคุดเปลือกแข็งและมังคุดเปลือกอ่อนเพื่อนำมาสร้างสมการเพื่อคัดแยกจึงเป็นจุดที่น่าสนใจ

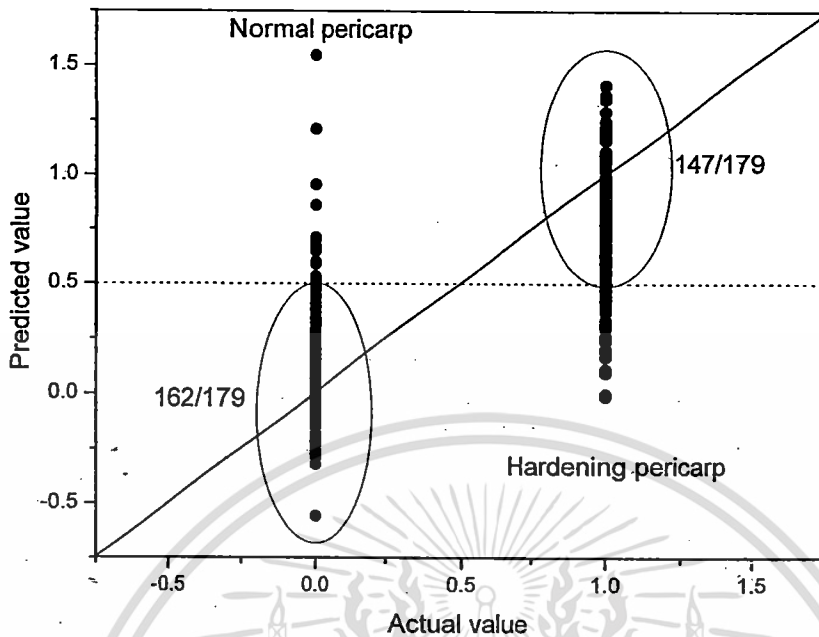
#### 4.2.1 การคัดแยกโดยใช้สเปกตรานเฉลี่ย

นำสเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดที่ทำการวัดตัวอย่างละ 4 ครั้งรอบๆผลของแต่ละตัวอย่าง มาเฉลี่ย จาก 280 ตัวอย่างที่ทำการทดลองสำหรับผลมังคุดเปลือกแข็ง และจาก 280 ตัวอย่างที่ทำการทดลองสำหรับผลมังคุดเปลือกอ่อน แสดงดังภาพที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า มังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งจะดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรดสูงกว่ามังคุดเปลือกอ่อน



ภาพที่ 4.9 สเปกตรารากดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดเฉลี่ยของมังคุดปกติ และของมังคุดเปลือกแข็ง

สมการใช้สำหรับการคัดแยกถูกสร้างขึ้นด้วยวิธี Partial least squares regression (PLSR) และข้อมูลสเปกตราถูกทดสอบด้วยการทำ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ smoothing (Savitzky-Golay), multiplicative scatter correction (MSC), standard normal variate transformation (SNV), first derivative differentiation, second derivative differentiation ตลอดจนใช้วิธีการร่วมกันเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพื่อที่จะได้สมการที่มีประสิทธิภาพในการทำนายดีที่สุด หลังจากทดสอบแล้วพบว่าวิธี smoothing (Savitzky-Golay, 5-point quadratic fit) and second derivative differentiation (Savitzky-Golay, 11-point quadratic fit) ให้ผลที่ดีที่สุด โดยที่ผลของการคัดแยกเมื่อใช้สเปกตราเฉลี่ยในการวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ผลของการคัดแยกเมื่อใช้สเปกตราเฉลี่ย

ในการวิเคราะห์นี้ ได้ใช้ค่าแบ่งส่วนที่ 0.5 เพื่อการกำหนดหาความถูกต้องในการคัดแยก ซึ่งหมายถึง ตัวอย่างใดๆ ที่ถูกนำมาทดสอบ ถ้าได้ผลการคำนวณจากสมการมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะหมายถึงเป็นมังคุดเปลือกแข็ง ขณะที่ถ้าตัวอย่างใดๆ ที่ถูกนำมาทดสอบ ถ้าได้ผลการคำนวณจากสมการมีค่าน้อยกว่า 0.5 จะหมายถึงเป็นมังคุดปกติ

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมังคุดโดยใช้สเปกตราเฉลี่ย

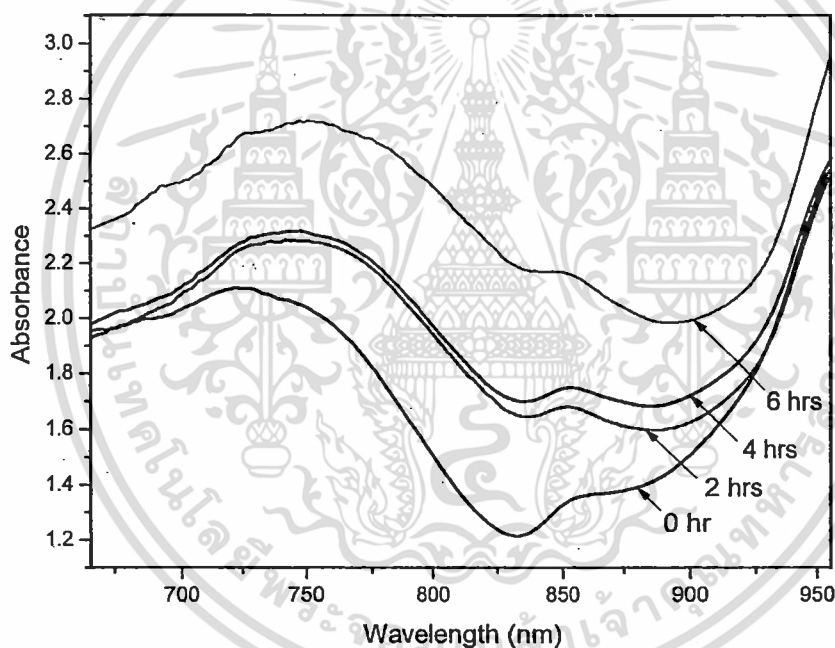
Model	Spectral pretreatment	Normal pericarp		Hardening pericarp	
		Corrected	Incorrected	Corrected	Incorrected
Averaged spectra	Smoothing and 2 <sup>nd</sup> derivative	162/179 (90.5%)	17/179 (9.5%)	147/179 (82.1%)	32/179 (17.9%)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมังคุดปกติ จากตัวอย่างทั้งหมด 179 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 162 ตัวอย่างหรือมีความถูกต้อง 90.5% และจากการทำนายกลุ่มมังคุดเปลือกแข็ง จากตัวอย่างทั้งหมด 179 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 147ตัวอย่างหรือมีความ

ถูกต้อง 82.1% หรือถ้าคิดเป็นผลการทำนายรวม จากตัวอย่างทั้งหมด 358 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 309 ตัวอย่างหรือมีความถูกต้องรวม 86.3%

#### 4.2.2 การคัดแยกโดยใช้สเปกตราเฉพาะจุด

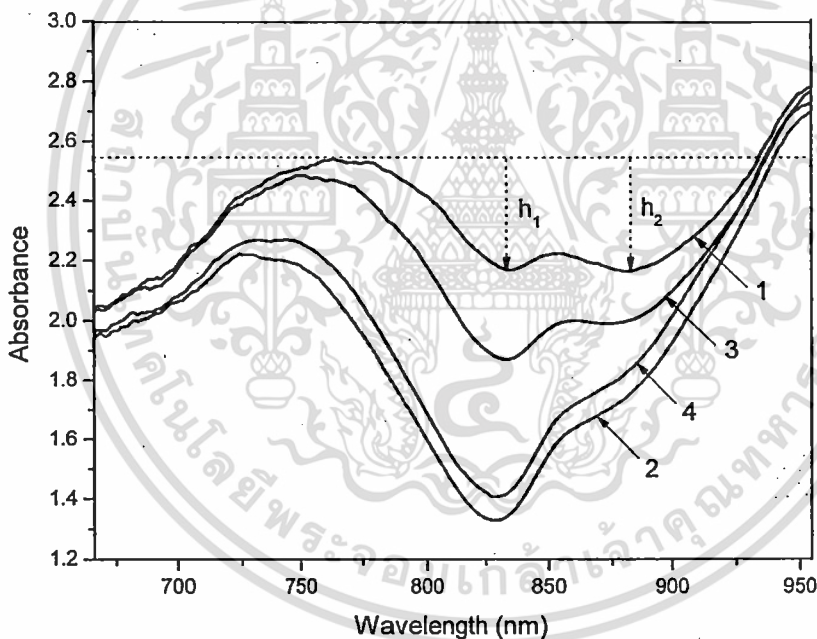
จากการสังเกตพบว่ารูปร่างของสเปกตรากของมังคุด ณ บริเวณที่เป็นเปลือกแข็งมีลักษณะต่างไปจากสเปกตรากของมังคุดปกติ ที่บริเวณ 880 นาโนเมตร จากผลที่สังเกตนี้จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติม โดยใช้ผลมังคุดจำนวน 10 ตัวอย่าง มาทำการตกกระหนบที่ระดับความสูง 20 เซนติเมตร และทำการวัดสเปกตราที่จุดตกกระหนบทุกๆ 2 ชั่วโมง นำสเปกตรากของแต่ละผลในแต่ละช่วงเวลา ณ จุดตกกระหนบมาหาค่าเฉลี่ยนำมาเปรียบเทียบกันดังแสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 สเปกตรากการดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดเฉลี่ยของมังคุดเปลือกแข็งเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

จากภาพแสดงให้เห็นชัดเจนว่า รูปร่างของสเปกตรามีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนภายใน 2 ชั่วโมง ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ของ Ketsa and Atantee (1998) ที่กล่าวไว้ว่า อาการเปลือกแข็งในมังคุดจะเกิดอย่างรวดเร็วภายหลังการตกกระหนบจากข้อมูลที่ได้นี้ จึงยืนยันว่ารูปร่างของสเปกตรากของมังคุดเปลือกแข็งแตกต่างจากสเปกตรากของมังคุดปกติ

ได้มีงานวิจัยที่ใช้รูปร่างที่แตกต่างของสเปกตราไปใช้เป็นเทคนิคในการทำนายคุณภาพของผลแอปเปิล โดยดูจากสัดส่วนของ amplitude ของพีคเส้นสเปกตรา ณ จุดที่แตกต่างกันเป็นเกณฑ์ เพื่อใช้ในการคัดแยกผลแอปเปิลที่มีปัญหาคุณภาพกับผลแอปเปิลปกติ (Upchurch et al., 1997) ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อมาพิจารณาจากผลที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่เป็นเปลือกแข็งและบริเวณที่ไม่เป็นเปลือกแข็งของผลมังคุดตามภาพที่ 4.12 ในภาพเป็นตัวอย่างของมังคุดเบอร์ 11 ที่มีการตรวจวัดสเปกตรา 4 จุดรอบๆผล โดยในจุดที่ 1 จะเป็นตัวแทนของบริเวณเปลือกแข็งที่เกิดจากการตกกระทบ ส่วนจุดที่ 2, 3, 4 จะเป็นตัวแทนของเปลือกปกติที่ไม่มีการตกกระทบ จากการสังเกตจะเห็นว่า สัดส่วนของ amplitude ของสเปกตราที่บริเวณ 830 และ 880 นาโนเมตรมีความแตกต่างกัน ระหว่างมังคุดเปลือกปกติและมังคุดเปลือกแข็ง ซึ่งเป็นการยืนยันให้เห็นว่า รูปร่างสเปกตราของมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็งมีความแตกต่างกัน จึงมีความคิดที่นำเอาสเปกตรา ณ จุดที่เป็นเปลือกแข็งเท่านั้นมาสร้างเป็นสมการเพื่อการคัดแยกแทนที่จะใช้สเปกตราที่มาจากกรณีจากทั้ง 4 ด้านที่ทำการวัด

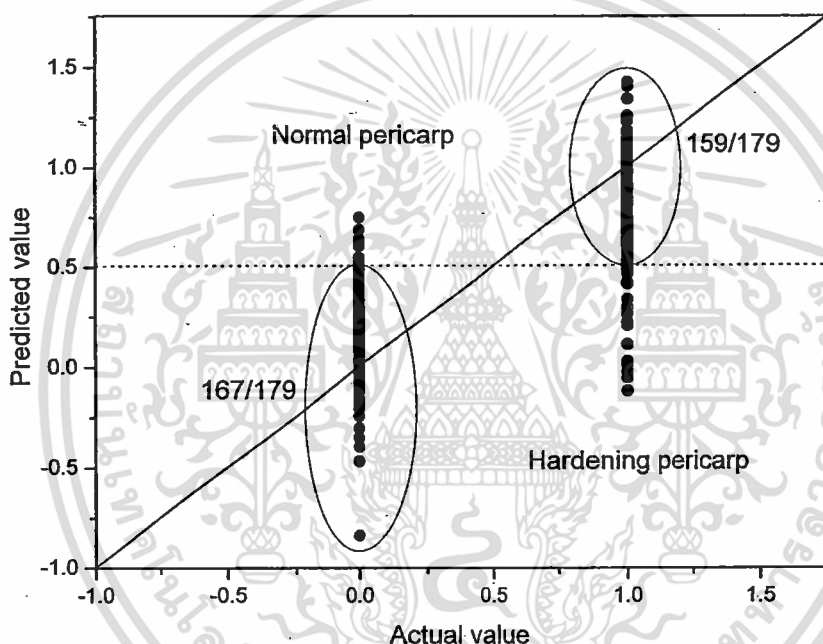


ภาพที่ 4.12 สเปกตรารากดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรดของมังคุดเบอร์ 11 ในจุดที่ 1, 2, 3 และ 4

ข้อมูลสเปกตราเฉพาะจุดบริเวณเปลือกแข็งของตัวอย่างมังคุดเปลือกแข็งจำนวน 280 ตัวอย่าง และข้อมูลสเปกตรานลิขของตัวอย่างมังคุดปกติจำนวน 280 ตัวอย่าง ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนาย และใช้ตัวอย่างมังคุดกลุ่มใหม่ที่ไม่เกี่ยวกับการสร้างสมการจำนวน 179 ตัวอย่าง เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบความถูกต้องในการทำนาย

ในกระบวนการสร้างสมการเพื่อใช้ทำนาย พบว่าข้อมูลสเปกตราที่ทำ pretreatment ด้วยวิธี smoothing pretreatment (Savitzky-Golay, 5-point quadratic fit) จะให้ผลที่ดีที่สุดในการสร้างสมการสำหรับการทำนาย

จากผลการทดสอบสมการโดยใช้กลุ่ม มังคุดสำหรับการทดลอง โดยใช้ค่า 0.5 เป็นค่าตัดสิน สำหรับการคัดแยกระหว่างมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็ง ถ้าได้ผลการคำนวณจากสมการมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 จะหมายถึงเป็นมังคุดเปลือกแข็ง ขณะที่ถ้าตัวอย่างใดๆ ที่ถูกนำมาทดสอบ ถ้าได้ผลการคำนวณจากสมการมีค่าน้อยกว่า 0.5 จะหมายถึงเป็นมังคุดปกติ ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ผลของการคัดแยกเมื่อใช้สเปกตราเฉพาะจุด

ผลการคัดแยกได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 โดยจะเห็นได้ว่า การคัดแยกมังคุดเปลือกแข็งโดยใช้สมการที่ได้จากสเปกตราเฉพาะจุด จะให้ความถูกต้องในการทำนายได้ดีกว่าสมการที่ได้จากสเปกตราเฉลี่ย

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมังคุดโดยใช้สเปกตราเฉพาะจุด

Model	Spectral pretreatment	Normal pericarp		Hardening pericarp	
		Corrected	Incorrected	Corrected	Incorrected
Individual spectra	Smoothing	167/179 (93.3%)	12/179 (6.7%)	159/179 (88.8%)	20/179 (11.2%)

ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องจากการทำนายกลุ่มมัจจุคปกติ จากตัวอย่างทั้งหมด 179 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 167 ตัวอย่างหรือมีความถูกต้อง 93.3% และจากการทำนายกลุ่มมัจจุคเปลือกแข็ง จากตัวอย่างทั้งหมด 179 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 159 ตัวอย่างหรือมีความถูกต้อง 88.8% หรือถ้าคิดเป็นผลการทำนายรวม จากตัวอย่างทั้งหมด 358 ตัวอย่าง สามารถทำนายได้ถูกต้อง 326 ตัวอย่าง หรือมีความถูกต้องรวม 91.0%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

คุณสมบัติต่างๆ ของมังคุด ได้แก่ ความแข็งของเปลือก ค่าสีของเปลือก ปริมาณความชื้นของเปลือก ความหนาแน่นปรากฏของผล และการสูญเสียน้ำหนักของผล จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเปลือกมังคุดที่ตกกระทบกับเปลือกมังคุดที่ไม่มีการตกกระทบในระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความแข็ง ค่าสี และปริมาณความชื้น จะแตกต่างกันไปตามระดับความรุนแรง นอกจากนี้ พื้นที่ของการตกกระทบที่ต่างกันก็จะมีผลต่อความหนาแน่นปรากฏและการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดด้วยเช่นกัน

สเปกตรัมของมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็งมีรูปแบบลักษณะแตกต่างกัน ถ้านำสเปกตรัมเฉพาะจุดของมังคุดเปลือกแข็งมาสร้างเป็นสมการสำหรับการคัดแยกด้วยวิธี partial least squares regression และกำหนดให้ 0 คือมังคุดปกติและ 1 คือ มังคุดเปลือกแข็ง จะได้ผลของการคัดแยกแม่นยำกว่าการใช้ข้อมูลเฉลี่ยของสเปกตรัม การทำ pretreatment ข้อมูลสเปกตรัมด้วยวิธี smoothing and 2<sup>nd</sup> derivative จะได้ผลในการคัดแยกที่มีความแม่นยำดีที่สุด โดยมีระดับความแม่นยำรวม 91% เมื่อใช้ระดับค่าคัดแยกที่ 0.5

จะเห็นได้ว่า SW-NIR transmittance spectroscopy เป็นเทคนิคที่สามารถคัดแยกมังคุดปกติและมังคุดเปลือกแข็งได้อย่างแม่นยำ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้เพื่อออกแบบเครื่องคัดแยกมังคุดที่มีอาการเปลือกแข็งออกจากมังคุดปกติแบบไม่ทำลายในอนาคต

## บรรณานุกรม

- เกียรติเกษร ถีละเศรษฐกุล และ ดารา พวงสุวรรณ. 2532. การผลิตมังคุดให้มีคุณภาพดีเพื่อการส่งออก. กสิกร 62(1): 61-68.
- ดวงพร สุนทรมงคล และ เกรียงศักดิ์ พฤษภาภิเษ. 2519. การศึกษาเกี่ยวกับการแข็งตัวของเปลือกมังคุด. น. 40 ในรายงานค้นคว้าวิจัยปี 2518. กองพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 161 น.
- Bunsiri, A., Ketsa, S. and Paull, R. E. 2003. Phenolic metabolism and lignin synthesis in damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. *Postharvest Biol. Technol.* 29, 61-71.
- Carlomagno, G., Capozzo, L., Attolico, G. and Distante, A. 2004. Non-destructive grading of peaches by near-infrared spectrometry. *Infrared Physics & Technol.* 46: 23-29.
- Clark, C. J., McGlone, V. A., Requejo, C., White, A. and Woolf, A. B. 2003. Dry matter determination in 'Hass' avocado by NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 29: 300-307.
- Dull, G. G., Birth, G. S., Smittle, D. A. and Leffler, R. G. 1989. NIR analysis of soluble solids in intact cantaloupe. *J. Food Sci.* 54 (2): 393-395.
- Fraser, D.G., McGlone, V.A., Jordan, R.B. and Kunemeyer, R. 2001. NIR (Near Infra-Red) light penetration into an apple. *Postharvest Biol. Technol.* 22(3), 191-194.
- Fu, X., Ying, Y., Lu, H. and Xu, H. 2007. Comparison of diffuse reflectance and transmission mode of visible-near infrared spectroscopy for detecting brown heart of pear. *J. Food Eng.* 83, 317-323.
- Eskin, N.A.N. 1979. Plant pigment, Flavors and textures: The chemistry and biochemistry of select compounds. Academic Press, Newyork. 219 p.
- Guthrie, J. and Wedding, B. 1998. Robustness of NIR calibrations for soluble solids in intact melon and pineapple. *J. Near Infrared Spectrosc.* 6: 259-265.
- Hong, T. L. and Tsou, S. C. S. 1998. Determination of tomato quality by NIR spectroscopy. *J. Near Infrared Spectrosc.* 6: 321-324.
- Kawano, S., Watanabe, H. and Iwamoto, M. 1992. Determination of sugar content in intact peaches by NIR spectroscopy with fiber optics in interactance mode. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 61(2): 445-451.
- Kawano, S., Fujiwara, T. and Iwamoto, M. 1993. Nondestructive determination of sugar content in

- satsuma mandarin using NIR transmittance. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 62: 465-470.
- Kays, S. J., 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 233–247.
- Ketsa, S. and Koolpluksee, M. 1993. Some physical and biochemical characteristics of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. *Postharvest Biol. Technol.* 2: 209-215.
- Ketsa, S. and Atantee, S. 1998. Phenolics, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 117–124.
- Koning, R. E. 1994. Fruit ripening. Plant Physiology Information Website.  
[http://plantphys.info/plants\\_human/fruitgrowripe.shtml](http://plantphys.info/plants_human/fruitgrowripe.shtml). (1-1-2009).
- Liyama, K., Lam, T.B. and Stone, B.A. 1994. Covalent cross-links in the cell wall, *Plant Physiol.* 104: 315–320.
- McGlone, V. A. and Kawano, S. 1998. Firmness, dry-matter and soluble-solids assessment of postharvest kiwifruit by NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 13: 131–141.
- McGlone, V. A., Jordan, R. B., Seelye, R. and Clark, C. J. 2003. Dry-matter, a better predictor of the post-storage soluble solids in apples?. *Postharvest Biology and Technology* 28: 431-435.
- McGlone, V.A. and Martinsen, P.J. 2004. Transmission measurements on intact apples moving at high speed. *J. Near Infrared Spectrosc.* 12, 37–43.
- McLellan, M. R., Lind, L. R. and Kime, R. W. 1994. Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant hunter L, a, b data. *J. of Food Qual.* 18(3): 235-240.
- Miyamoto, K., Kawauchi, M. and Fukuda, T. 1998. Classification of high acid fruits by partial least squares using NIR transmittance spectra of intact satsuma mandarins. *J. Near Infrared Spectrosc.* 6, 267-271.
- Mohsenin, N. N. 1984. Physical properties of food and agricultural materials: A teaching manual. Gordon and Breach Science, New York, USA.
- Oey, M.L., Vanstreels, E., De Baerdemaeker, J., Tijskens, E., Ramon, H., Hertog, M.L.A.T.M. and Nicolai, B., 2007. Effect of turgor on micromechanical and structural properties of apple tissue: a quantitative analysis. *Postharvest Biol. Technol.* 44(3), 240–247.
- Palapol, Y., Ketsa, S., Stevenson, D., Cooney, J.M., Allan, A.C. and Ferguson, I.B., 2009. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. *Postharvest Biol. Technol.* 51, 349–353.

- Ralph, J. J. H. and Grabber, H. R. D. 1995. Lignin-ferulate crosslinks in grasses: active incorporation of ferulate polysaccharide esters into ryegrass lignins. *Carbohydrate Res.* 275: 167-178.
- Saranwong, S., Sornsrivichai, J. and Kawano, S. 2004. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 31: 137-145.
- Schaare, P. N. and Fraser, D. G. 2000. Comparison of reflectance, interactance and transmission modes of visible-near infrared spectroscopy for measuring internal properties of kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *Postharvest Biol. Technol.* 20, 175-184.
- Schmilovitch, Z., Mizrach, A. Hoffman, A., Egozi, H. and Fuchs, Y. 2000. Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry. *Postharvest Biology and Technology* 19: 245-252.
- Singh, Z., Janes, J. and Nair, S. 2001. Packaging materials affect physiological weight loss fruit colour and quality of mango during storage. *ISHS Acta Horticulturae* 553: 603-604.
- Slaughter, D. C., Barrett, D. and Boersig, M. 1996. Nondestructive determination of soluble solids in tomatoes using NIR spectroscopy. *J. Food Sci.* 61 (4): 695-697.
- Slaughter, D. C., Thompson, J. F. and Tan, E. S. 2003. Nondestructive determination of total and soluble solids in fresh prune using near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 28: 437-444.
- Teerachaichayut, S., Kil, K.Y., Terdwongworakul, A., Thanapase, W. and Nakanishi, Y. 2007. Non-destructive prediction of translucent flesh disorder in intact mangosteen by short wavelength near infrared spectroscopy. *Postharvest Biol. Technol.* 43, 202-206.
- Tongdee, S. and Suwanagul, C. 1989. Postharvest mechanical damage in mangosteen. *ASEAN Food J.* 4 (4): 151-155.
- Upchurch, B.L. and Throop, J.A. Aneshansley, D.J., 1997. Detecting internal breakdown in apples using interactance measurement. *Postharvest Biol. Technol.* 10, 15-19.
- Valentines, M.C., Vilaplana, R., Torres, R., Usall, J. and Larrigaudiere, C. 2005. Specific roles of enzymatic browning and lignifications in apple disease resistance. *Postharvest Biol. Technol.* 36: 227-234.
- Vance, C. P., Kirk, T.R. and Sherwood, R. T. 1980. Lignification as a mechanism of disease resistance.

Ann. Rev. Phytopathol. 18: 259-288.

Ventura, M., Jager, A. D., Putter, H. D. and Roelofs, F. P. M. M. 1998. Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy(NIRS). *Postharvest Biology and Technology* 14: 21-27.

Walsh, K. B., Golic, M. and Greensill, C. V. 2004. Sorting of fruit using infrared spectroscopy: application to a range of fruit and vegetables for soluble solids and dry matter content. *J. Near Infrared Spectrosc.* 12: 141-148.

Welker, E. 2009. Plant Cells. Raft resource area for teaching Website. <http://www.raft.net>. (1-1-2009).



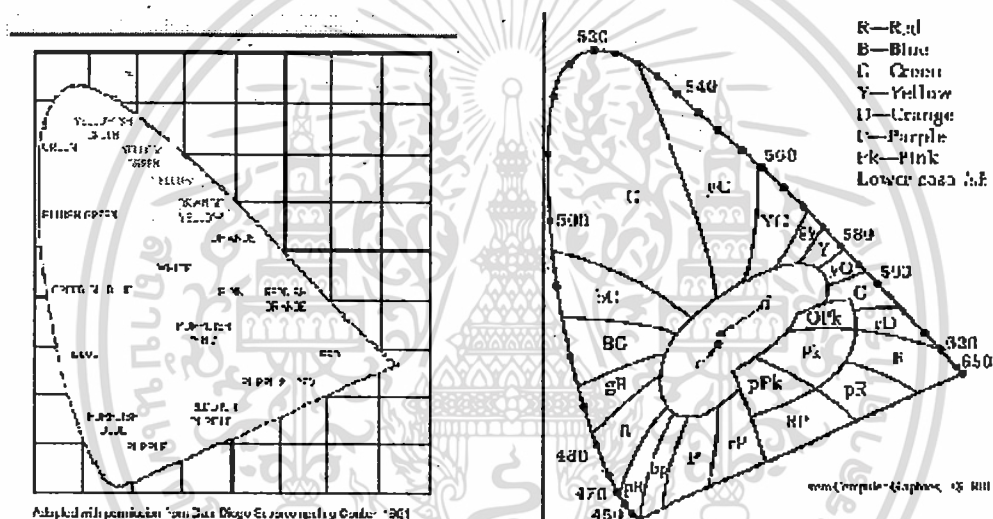


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก.1 ค่าสี

### ก.1.1 IE system (Commission International de l' Eclairage)

เป็น trichromatic system ที่อาศัยพื้นฐานที่ว่าสีใดๆ เกิดจากการผสมแม่สีสเปกตรัม (primary spectrum) 3 สีเข้าด้วยกัน คือ สเปกตรัมสีแดง สเปกตรัมสีเขียว และสเปกตรัมสีน้ำเงิน โดยใช้สัญลักษณ์ X, Y, Z แทนสเปกตรัมสีทั้ง 3 ตามลำดับ ค่า X, Y, Z วัดได้ด้วยเครื่องมือวัดสีระบบ tristimulus colorimeter การแปลงค่า X, Y, Z ให้อยู่ในรูปค่าคู่ลำดับ (X, Y) เรียกว่าเป็นคู่ลำดับแสดงสี(chromaticity coordinates) ซึ่งใช้กำหนดตำแหน่งของคู่ลำดับ แสดงตำแหน่งของสีบนแผนภาพแสดงสี ดังภาพที่ ก.1



ภาพที่ ก.1 แผนผังแสดงสีมาตรฐานของระบบ CIE

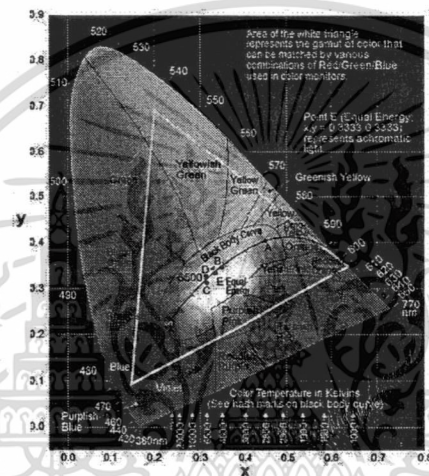
เพื่อให้การวัดสีมีความถูกต้องแม่นยำ CIE ได้กำหนดมาตรฐานของการวัด เพื่อกำจัดตัวแปรที่มีผลต่อความผิดพลาดในการวัดสี ได้แก่ กำหนด standard illuminant กำหนดสภาวะของการวัด โดยกำหนดให้มีมุมการมองที่ 2 กำหนดหน่วยของการวัดที่เหมาะสมในการบอกค่าสี และกำหนด standard observer

### ก.1.2 Standard observer

CIE ได้ใช้ผู้สังเกตจำนวนหลายคนที่มีกรมองที่เป็นปกติ ทำการผสมสเปกตรัมทั้ง 3 สเปกตรัมที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 – 700 nm โดยให้มีมุมการมองที่ 2 แล้วนำข้อมูลมาจัดทำเป็นกราฟที่เรียกว่า Standard observer curve

### ก.1.3 หน่วยการบอกค่าสี (Mathematical Unit in CIE)

CIE กำหนดแม่สีในอุดมคติ (imaging primaries) ขึ้นมาแทนแม่สีที่มีอยู่จริง (แดง เขียว น้ำเงิน) โดยใช้สัญลักษณ์เป็น X, Y, Z ซึ่งเรียกว่า “tristimulus values” โดยที่ X: ปริมาณสีแดงที่นำมาผสม Y: ปริมาณสีเขียวที่นำมาผสม Z: ปริมาณสีน้ำเงินที่นำมาผสม [และ Y ยังบอกถึงความสว่าง(brightness) ด้วย ซึ่งเทียบได้กับค่า Value ในระบบ Munsell] เมื่อนำค่า x และ y ในแต่ละ wavelength มา plot กราฟ โดยให้แกน Y แทนค่า y และแกน X แทนค่า x จะได้กราฟดังภาพที่ ก.2 และ ก.3 เรียกว่า Chromaticity diagram



ภาพที่ ก.2 ตัวอย่าง chromaticity diagram

โดย chromaticity diagram จะบอกถึง (1) ตำแหน่งของสเปกตรัมรอบๆ เส้นรูปเกือบม้า เริ่มจากที่ 400 nm (สีม่วง) ที่มุมล่างซ้ายวนขึ้นบนแล้ววกขวาไปจนถึง 700 nm (สีแดง) ที่ด้านขวา (2) เส้นเชื่อมที่ลากระหว่างสีม่วงและสีแดง (3) ตำแหน่งของสีขาว (illuminant points) ใกล้กึ่งกลางของ diagram การบอกสีของระบบ CIE

X	Y	Z
X	y	Y
lD	p	Y

นอกเหนือจากการใช้ค่าทั้ง 3 ของ tristimulus values ในการอธิบายถึงสีแล้ว อาจใช้ chromaticity coordinate x และ y ร่วมกับค่า luminance Y อธิบายถึงสีได้เช่นกัน ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า CIE Yxy

#### ก.1.4 CIE LAB color space

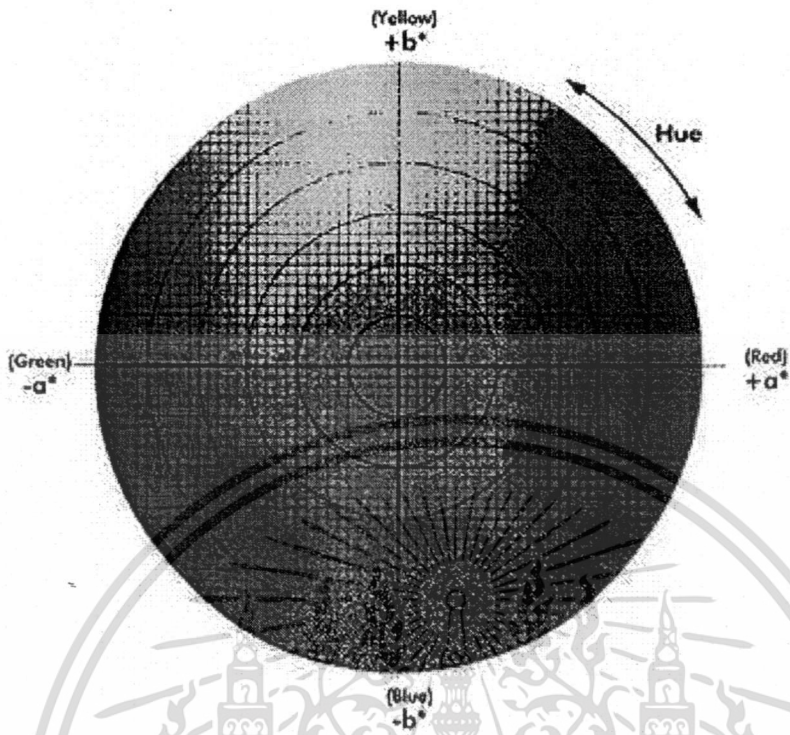
ในปี 1976 ได้กำหนด uniform color space ขึ้นมาเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับ CIE Yxy color space เนื่องจากสีที่ต่างกัน ในระยะเท่ากัน ใน Yxy color space ให้ความแตกต่างของสีไม่เหมือนกัน ทั้งนี้เนื่องจาก scale ที่ใช้ไม่ uniform ระบบใหม่ที่ CIE กำหนดขึ้น คือ  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  color space โดยที่แกน  $L^*$  จะบ่งบอกถึง lightness ของสี โดยมีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) แกน  $a^*$  จะบ่งถึงสีแดงและสีเขียว โดยค่าเป็นบวกก็จะมีความเป็นสีแดงมากขึ้น และถ้าค่าเป็นลบก็จะมีความเป็นสีเขียวมากขึ้น ส่วนแกน  $b^*$  จะบ่งถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่าเป็นบวกก็จะมีความเป็นสีเหลือง และถ้าค่าเป็นลบก็จะมีความเป็นสีน้ำเงินมากขึ้น

#### ก.1.5 CIE $L^*C^*h$ color space

อย่างไรก็ตามในระบบ CIE LAB นั้นไม่มีค่าในส่วนที่แสดงค่าของ tristimulus value หรือ chromaticity coordinate ตามที่ CIE ได้ตั้งไว้ในปี 1931 ดังนั้นทาง CIE จึงได้แปลงระบบ CIE LAB ให้เป็นระบบ cylindrical coordinate อันจะทำให้การอธิบายสีเหมือนกับระบบดั้งเดิม โดย  $L^*$  จะแสดงค่า lightness,  $C^*$  แสดงค่า chroma, และ  $h$  แสดงค่า hue angle โดยค่า  $L^*$  นั้นเหมือนกับ  $L^*$  ในระบบ  $L^*a^*b^*$  color space สำหรับค่า  $C^*$  เริ่มจาก 0 ซึ่งเป็นค่าที่ศูนย์กลางและเพิ่มมากขึ้นตามระยะที่ห่างจากศูนย์กลางมากขึ้น สำหรับ  $h$  เป็นค่ามุมที่ทำกับแกน  $+a^*$  โดยค่า 0 เท่ากับ  $+a^*$  (red), ค่า 90 เท่ากับ  $+b^*$  (yellow), ค่า 180 เท่ากับ  $-a^*$  (green) และค่า 270 เท่ากับ  $-b^*$  (blue) ซึ่งค่า  $C^*$  และ  $h$  สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{chroma, } C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{hue angle, } h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$



ภาพที่ 3 แสดงระบบสี CIE L\*a\*b\* color space

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางแสดงผลข้อมูลมังกุคที่ใช้เป็นตัวอย่างในงานวิจัย

ลูกที่	รหัส	น้ำหนัก (กรัม)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	สูง (mm)	ความแข็งของเปลือก (N)								ความหนา (mm)
						1					2	3	4	
						1	2	3	4	5				
1	M040752_001	91.59	57.2	57.4	45.5	3.25	3.6	3.6	3.6	3.65	1.4	0.9	0.9	7.7
2	M040752_002	75.17	54.5	55.3	46.4	1.4	1.1	1.2	1.2	1.4	3.6	0.8	0.9	0.9
3	M040752_003	91.1	56.1	59.5	47.6	2.9	2.9	2.9	3	1.8	1	1	1.1	6.9
4	M040752_004	65.36	52.9	51.3	45.5	3.15	1.8	2.25	2	1.9	0.9	0.9	1.1	5.4
5	M040752_005	85.07	54.8	57.1	47.1	1.15	1.3	1.1	1	1.1	1	1.1	1.1	6.4
6	M040752_006	63.23	49.5	51.4	41.7	2.1	2.1	1.1	3.8	1.95	1.1	1.2	1.2	7.2
7	M040752_007	99.98	58.6	56	48.2	1.25	1.2	3.7	2.2	3.3	1.1	0.9	0.9	8.4
8	M040752_008	91.71	58	59.8	51.4	4	4	4	4.2	4	2.1	1.6	1.2	6.6
9	M040752_009	77.1	54.4	55.7	42.4	1	1.35	1.2	1.7	1.3	1.1	1.2	1.4	6.6
10	M040752_010	70.31	51.8	54.7	44.4	3.75	4	3.9	3.9	3.95	1.05	0.95	1.1	5.3
11	M040752_011	71.29	53.7	53.7	47.6	3.4	2.25	3.9	1.7	3.2	1	1.1	1.15	6.1
12	M040752_012	84.82	56.9	56.1	50	1.8	1.05	1.2	0.9	1.25	1	3.7	1.3	5.2
13	M040752_013	93.22	55.7	58.2	48.1	1.2	1.25	1.2	1.1	1.2	1.1	1.4	1.15	5
14	M040752_014	71.75	53.9	52.3	41.9	1	1.35	1.1	1	1	2.6	1.3	1	5.7
15	M040752_015	78.47	54.5	52.2	43.3	2.95	2.6	2.8	2.75	2.85	1.1	1.15	1.15	5.2
16	M040752_016	87.57	57.8	57	48.6	3.45	2	2.65	3.7	4	1.2	1.1	1	5.7
17	M040752_017	72.26	55.2	53	43.1	2.3	1.3	1.25	3.7	3.75	1	1.3	1	7
18	M040752_018	98.61	60	58.9	49.8	3.6	1.9	2.5	3.7	3.9	1.2	1.1	1.2	7.5
19	M040752_019	93.88	58.5	57.7	45.2	2.65	1.5	1.25	2.45	3.9	1.1	1.1	1.1	7.3
20	M040752_020	95.2	58.7	57.6	48.4	2.1	1.5	3.15	3.2	1.8	1.3	1.4	1.2	8.4
21	M040752_021	83.63	55.8	55.6	46.3	3.5	1.7	1.95	3.8	2.1	1	1.05	1.2	6.1
22	M040752_022	106.33	69.1	59.9	50.9	3.4	2.9	2.9	3.4	1.95	1.05	2.2	1.1	8.3
23	M040752_023	74.13	54.2	52.9	45	1	1.1	1.1	0.95	1.3	2.9	1	1.2	5.2
24	M040752_024	84.05	56	55	49	1.4	1.45	1.1	1.9	4.1	1.1	1.1	1.25	6.3
25	M040752_025	74.62	54.4	53.4	39.5	1.3	1.4	1.3	1.6	1.95	1.2	1.2	1.25	7.1
26	M040752_026	75.51	54.7	54.3	45.3	3.1	1.5	1.35	3.1	2.5	1	1.25	1.05	5.9
27	M040752_027	75.67	55.5	53.7	47.5	3.45	1.7	1.2	2.9	4	1	1	1.1	7.1
28	M040752_028	65.37	51.7	49.6	45.6	2.2	1.8	3.3	1.95	1.4	1	1.1	1.1	8.1
29	M040752_029	96.68	58.8	58.3	46.9	3.75	3.45	3.45	3.9	3.9	1.05	1.25	1.2	6.4
30	M040752_030	72.84	54.8	52.5	44.8	3.9	2	2.9	3.7	3.9	1.3	1.1	1.1	6.3
31	M040752_031	86.56	57.5	56.4	48.8	4.05	3.55	3.8	3.8	4.05	1.45	1.05	1.2	8
32	M040752_032	69.24	52.3	52.2	40.5	1.35	1.2	1.1	2.2	2.1	1.2	1.15	1.3	8
33	M040752_033	71.84	54.4	51.8	41.8	2.7	1.2	1.4	3.15	2.1	1.1	1.25	1.2	6.3
34	M040752_034	92.2	57.5	57.4	48	1.8	1.3	1.1	1.35	1.35	1.15	1.3	1.15	7.4
35	M040752_035	63.44	54.9	49.8	40.8	3.45	3.5	3.6	3.8	3.8	0.95	1.15	1.15	5.4
36	M040752_036	69.02	53.6	51.6	46	2.95	3.7	1.85	1.45	3.95	1	1	0.95	5.1
37	M040752_037	80.27	56.1	54.9	42.8	3.4	3.4	2.9	2.2	2.4	1.2	1.1	1.2	7.2
38	M040752_038	65.55	51.7	51	44.3	1.9	2.7	1	1.9	3.5	0.9	3.5	1.35	6
39	M040752_039	68.45	52.4	51.3	44.7	3.45	1.8	3.2	3.25	1.8	1.2	2.2	1.25	5.2
40	M040752_040	56.28	50.2	48.2	41.6	3.95	3.65	3.5	3.9	4	0.9	1.3	1.1	6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41	M040752_041	98.9	59	4	51	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	2.2	1.1	67
42	M040752_042	68.58	53.6	52.8	42.6	1.1	1.2	1.2	1.1	1.4	3.5	1.4	1.1	5.6
43	M040752_043	62.68	50.4	49.1	37.7	3.2	3.1	2.15	3	3.2	1.15	1	1.15	6.8
44	M040752_044	64.28	51.5	50.9	42.7	3.95	3.95	3.8	3.6	4	1.2	1.1	1.15	9.2
45	M040752_045	83.57	56.6	55.4	47.5	3.75	3.8	2.5	3.6	3.8	1.4	1.05	1.5	6.7
46	M040752_046	56.12	49.5	48.3	38.8	3.8	3.8	3.8	3.4	3.75	1	1.7	0.9	8.3
47	M040752_047	89.71	58.6	56	45.8	1.85	1.5	1	1.7	3.7	1.25	1.2	1.3	6.2
48	M040752_048	70.18	53.6	52.2	46.9	3.25	1.7	1.75	3.75	1.9	1.35	1.15	1.05	8.3
49	M040752_049	82.84	55.2	55	49.6	3.45	3.75	3.5	3.6	3.5	1.1	1	1.1	6.4
50	M040752_050	74.44	54.8	53.6	41	3.51	2	1.65	3.3	3.55	1.25	1.2	1.1	7.4
51	M040752_051	88.11	58	56.3	48.2	3.75	2.15	3.1	2.05	4.1	1	0.9	1.1	7
52	M040752_052	62.8	51.1	50.1	39.9	3.1	3.35	2.4	3.85	3.6	1.1	1.1	1	6.8
53	M040752_053	108.68	62.6	58.7	49.1	3.9	3.9	3.5	3.65	3.7	1.1	1.1	1.1	7.1
54	M040752_054	65.29	51.3	50.5	43.2	1.3	1.3	1	2.2	3.15	1.2	1.2	1.2	6.7
55	M040752_055	65.32	50.9	51.3	38.3	3.6	3.65	2.15	3.8	3.35	1.35	1.25	1.25	7.5
56	M040752_056	92.01	57	56.9	46.9	3.75	3.7	2.8	3.8	3.85	1.65	1.5	0.9	6.8
57	M040752_057	71.21	52	51.5	41.6	3.1	1.45	1.6	3.65	3.6	1.8	1.2	1.65	8.6
58	M040752_058	67	52.9	51.9	42.9	3.45	2.6	3.45	4.1	3.75	3.2	4.3	3.2	8.9
59	M040752_059	80.2	56.1	55.3	47.2	3.5	3.4	3	3.4	3.5	1.2	1.6	1.25	6
60	M040752_060	82.37	56.3	55.2	48.7	3.6	3.1	3.15	3.5	3.45	1.5	1.2	1	5.7
61	M040752_061	74	54.7	53	42.1	4	1.7	3.7	3.8	3.7	1.1	1.05	1	5.9
62	M040752_062	83.56	57.8	55.2	44.8	3.75	3.75	3.9	3.4	3.5	1.3	1.15	1.1	6.2
63	M040752_063	59.81	51.4	49.7	40.4	2.7	1.7	1.4	1.7	3.4	1.4	1.1	1.4	5.2
64	M040752_064	57.07	49.7	49.4	42	3.45	3.2	3.05	3.25	3.3	1.25	1.35	1.1	7.4
65	M040752_065	65.11	53.1	50.7	45.3	3.45	3.6	3.3	3.35	3.55	1.4	2.65	1	5.9
66	M040752_066	52.5	48	47.1	35	3.9	2.2	3.35	3.45	3.2	1.3	1.2	1.1	8.1
67	M040752_067	81.28	58.3	55.2	39.2	3.65	3.05	3.6	3.8	3.7	1.2	1.15	1.05	6.3
68	M040752_068	75.69	56.1	54	40.7	3.9	3.7	3.65	3.5	3.85	1.05	1	1	7.9
69	M040752_069	78.21	56.1	53.6	40.3	3.65	1.75	1.5	3.5	3.65	1.1	1.45	1.25	7.2
70	M040752_070	66.05	52.7	50.9	46.3	2.85	1.4	4.1	2.8	1.2	1.2	2	1.3	7.3
71	M040752_071	58.05	49.4	49.1	41.9	3.75	2.2	3.45	3.45	3	1	1.2	1.3	6.1
72	M040752_072	69.55	52.9	51.9	41.9	3.9	3.7	3.8	3.6	3.7	1.4	1	1.75	7.4
73	M040752_073	66.33	52.8	51.8	41.2	2.05	1.55	1.3	3.55	3.5	1.05	1.1	1.3	8.2
74	M040752_074	61.58	51.8	50.5	38.6	4.1	3.8	2.7	3.8	3.55	1.2	1.1	1.25	8.7
75	M040752_075	65.23	52.3	51.5	38.6	3.55	3.6	3.5	3.5	3.95	1.4	1	1.2	8.5
76	M040752_076	74.25	53.7	51.6	46.9	3.5	3.5	3.2	3.3	3.3	1.05	1.05	1.4	6.6
77	M040752_077	66.31	51.8	49.3	45.7	1.15	1.35	1	0.8	1.3	3.1	3.15	1.05	8.5
78	M040752_078	58.22	50.1	49.7	43.6	3.6	3.1	3.15	3.2	3.35	1.2	1.2	1.1	6.7
79	M040752_079	58.38	50.1	49.4	37.4	2.05	1.3	1.3	3	3.2	1.2	1.7	1.1	5.6
80	M040752_080	74.84	54	53.1	46	3.3	3.5	2.7	3.3	3.45	1	1	1.2	6
81	M040752_081	70.07	54.2	51	45.2	1.4	1.3	1.1	1	1	1.1	0.9	1.7	6
82	M040752_082	68	53.3	52.4	44.9	2.2	1	1.4	3.7	3.2	0.8	1	1.05	6.1
83	M040752_083	56.75	49	48.5	34.5	3.65	1.45	1.9	3.5	2	0.95	1	1.15	8.3
84	M040752_084	65.38	51	50.2	42	3.55	1.9	2	3.8	3.35	1.15	1	1.05	9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายบริการลูกค้า หรือติดต่อไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85	M040752_085	52.84	45.9	45.8	40.5	3.15	1.7	1.85	3.9	3.9	1.2	0.9	1	6.1
86	M040752_086	81.18	54.1	53.8	40	1.2	1.55	1.35	1.15	1.2	1.15	1.3	1.1	6.5
87	M040752_087	63.59	51.4	49.9	44	1.8	1.4	1.45	2.6	1.2	1.4	1.2	1.3	3.1
88	M040752_088	49.76	48.4	47.3	42.7	2.1	2.2	1.2	1.6	3.5	1.2	1.25	0.9	4.7
89	M040752_089	69.02	53	51	42.9	2.1	1.3	1.3	2	3.55	1.45	1	1.1	3.5
90	M040752_090	69.49	54.7	54.4	39.9	1.4	1.15	1	3.9	4.1	1.2	1.3	1.1	6.1
91	M040752_091	63.68	51.6	50.6	43.3	3.45	3.2	3.2	3.25	3	1.2	1.1	1.2	5.1
92	M040752_092	71.37	53.1	53	41	3.5	2.1	1.9	4.2	3.9	3.9	3.05	1.7	8.9
93	M040752_093	54.64	48.3	48	36	3.9	2.4	2.65	3.6	3.7	1.4	1.1	1.1	8.4
94	M040752_094	70.14	52.9	52.3	46	1.5	1.1	1	1.5	3.9	1.3	1	1	6
95	M040752_095	80.54	56.4	54.9	47.1	2.5	3.9	1.8	1.45	3.65	1.8	1.5	1.35	9.6
96	M040752_096	74.91	54.7	52.8	43.9	3.45	3.85	3.7	3.5	3.9	1.3	1.3	1.3	5
97	M040752_097	66.78	53.3	51.3	41.4	3.8	2.55	3.65	3.9	3.7	1.2	1.2	1.3	5.4
98	M040752_098	59.02	51.6	51.5	43.5	2.35	2.25	2.7	2.2	3.3	2.55	1.7	2.5	9.2
99	M040752_099	64.02	50.8	50.5	43	3.3	1.65	2.8	3.95	1.85	2.1	1.1	1.4	5.2
100	M040752_100	81.19	57.4	54.1	45.2	3.65	3.35	3.25	2.6	1.95	1.1	1.35	2.9	8.5
101	M040752_101	62.89	51.5	50.2	39	3.3	2.95	3.5	2.2	3.65	1.5	1.5	1.3	5.9
102	M040752_102	79.28	54.5	54	44.5	3.75	2.8	3.55	3.8	3.55	1.15	1.2	1.3	7.1
103	M040752_103	72.65	53.5	52.5	45.4	3.95	2.45	3	3.9	3.9	1.4	1.3	1.1	6.3
104	M040752_104	76.86	54.6	53.8	46.4	3.65	1.95	3.8	3.9	1.95	1.4	1.35	1.25	5.5
105	M040752_105	57.39	50	48.8	41.3	1.5	1.65	1.2	1	3.5	2.5	1.7	2.6	7.2
106	M040752_106	70.49	54.4	52.5	45.1	4	3.95	4.1	4.1	3.75	1.1	1	1	7.5
107	M040752_107	93.02	58.5	57.5	48.6	1.5	1.65	1.1	1.05	3.95	3.5	1.3	1.2	7
108	M040752_108	71.54	53.1	51.4	43.7	3.8	3.8	3.8	3.55	3.9	1.15	1.15	1.2	7.2
109	M040752_109	73.94	53.6	51.9	47.5	3.15	1.55	1.15	3.9	3.9	1.2	1.25	1.15	6.1
110	M040752_110	68.88	51.9	50.9	42.7	3.7	3.8	3.9	3.95	3.8	1.1	1.75	1.2	8.1
111	M040752_111	62.96	50.6	50.2	42.1	3.7	4	2	3	3.85	1.2	1.1	1.25	8.1
112	M040752_112	68.01	54.2	50.6	45.6	3.9	4	4	4	4	1.2	1.4	1.1	6
113	M040752_113	80.91	55.7	54.3	39.9	3.85	4.15	3.7	3.8	3.7	1.2	1.3	1.15	8.1
114	M040752_114	84.19	56.1	48.9	47.4	3.6	1.55	2.25	4	3.9	1.1	1	1	7.1
115	M040752_115	78.14	55.4	53.8	49.2	3.9	4	2.1	3.8	4	1.1	1.1	1.3	6.7
116	M040752_116	69.4	54.6	51.4	46	3.9	3.9	2.2	3.9	4	1.3	1.25	1.2	4.9
117	M040752_117	56.68	51.1	49.3	42.4	1.15	1.2	1.1	1	1.1	1.2	3.7	1.3	6.5
118	M040752_118	76.42	55.2	54.4	46	4.1	3.85	4	4.05	3.9	1.3	1.3	1.5	7.8
119	M040752_119	53.04	48.8	46.6	40	1.95	1.55	1.55	3.6	2.1	1	1.2	1.3	5.3
120	M040752_120	82.76	55.7	54.4	47.7	2.55	1.6	1.25	2.1	4.1	1.1	1.1	1.3	8.6
121	M040752_121	71.78	54.3	53.3	43.6	3.9	3.5	2.8	3.45	3.6	1.2	3.3	3.5	7.2
122	M040752_122	84.59	57.4	54.3	47	4	3.7	3.7	3.8	3.5	1.3	1.35	1.2	5.4
123	M040752_123	73.29	55.2	53	43.5	3.65	1.8	3.5	3.55	2.6	1.7	1.1	1.25	6.8
124	M040752_124	66.26	52.7	52.2	42.2	3.95	3.85	3.45	3.75	3	1	1.3	1.35	8.6
125	M040752_125	85.87	56.5	54.9	45.6	3.85	4	3.85	3.6	3.6	1.2	1.35	1.15	8.1
126	M040752_126	88.3	57.4	57	43.1	4	2.9	3.45	2.7	1.6	1	1	1.15	7.2
127	M040752_127	92.35	58	56	48.2	3.75	2.25	3.35	3.35	2	1.1	1.1	1.45	7.4
128	M040752_128	71.93	55.1	51.7	43.2	3.5	2.8	3.5	3.7	3.7	1.6	1.5	1.35	7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

129	M040752_129	73.2	53.7	53.6	42.7	3.8	4.05	3.55	3.8	3.3	1.25	1.3	1.25	8.5
130	M040752_130	83.75	56.9	54.8	44.2	3.5	1.8	1.7	3.65	3.5	1.1	1.05	1.2	7.1
131	M040752_131	71.74	55.3	53.8	42.7	4	4.2	3.8	3.4	4	1	1	1.05	6.3
132	M040752_132	71.02	54.5	53	45.2	3.7	3.8	3.7	3.4	4	1.2	1.3	1.2	7.1
133	M040752_133	86.82	56.7	55.6	48.4	3.3	3.8	3.6	3.7	2.45	1.2	1.1	1.05	7
134	M040752_134	76.51	55.5	53.5	42.2	3.8	3.9	2.6	2.2	4.1	1.3	1.25	1	4
135	M040752_135	66.14	51.9	51.3	40.4	3.05	3.5	1.2	3.8	3.9	1.5	1.4	1.3	8.8
136	M040752_136	73.28	54.6	51.9	45.8	3.25	2.75	1.95	3	2.95	1.35	1.25	1.35	5
137	M040752_137	80.94	55.6	53	45.7	1.3	1.35	1.2	1	1.35	1.2	1.2	1.3	4.4
138	M040752_138	78.32	55.6	53.8	44.8	3.2	3.4	3.25	3	3.3	3.3	1.2	1.3	6.6
139	M040752_139	79.01	55.5	54.4	42.6	4.05	3.2	4.2	4.2	2.9	1.2	1.25	1.2	9.8
140	M040752_140	72.32	53.7	52.9	40.9	3.9	3.7	3.7	3.8	3.4	1.05	1.1	1.05	8.2
141	M040752_141	80.86	55.9	55.2	45.6	3.55	2.5	1.4	2.8	3.35	1.3	1.3	1.2	7.3
142	M040752_142	70.29	53.7	52.9	41.7	3.4	3.3	3.2	3.95	3.9	1.25	1.1	1.3	6.1
143	M040752_143	67.97	52.7	51	45.3	1.2	1.25	1.05	1.25	1.3	1.65	1.35	1.25	5.7
144	M040752_144	75.25	55.8	51.4	43.1	2.4	1.4	1.6	3.45	3.15	1.3	1.2	1.15	6
145	M040752_145	82.67	56.4	54.4	46.4	3.95	3.95	3.9	3.7	3.7	1.3	1.4	1.3	6.1
146	M040752_146	72.87	52.6	51.8	46.6	1.35	3	1.15	1.2	3.2	1.45	1.15	1.15	7.1
147	M040752_147	81.49	56.3	53.5	46.7	3.8	3.6	3.8	3.45	3.3	1.2	1.1	1.15	6.5
148	M040752_148	72.25	53.8	51.9	43.1	3.55	2.15	3.5	3.5	3.8	1.1	1.25	1.8	7.5
149	M040752_149	57.1	49.9	48.7	37.5	1.7	1.55	1.2	1.25	3.45	1	0.9	1.2	6.4
150	M040752_150	77.41	55.6	55	42.3	3.8	4	3.8	3.55	3.5	1.1	1.1	1.05	7.2
151	M040752_151	72.88	53	52.5	40	3.1	2.9	3.2	3	1.7	1.05	1.1	1.1	6.8
152	M040752_152	78.72	56.1	53.5	44.5	3.8	3.9	2.75	3.75	3.6	1.1	3.45	1.3	9.2
153	M040752_153	63.69	52.7	50.4	36.9	3.35	3.35	2.2	3.4	3.7	1.25	1.1	1.5	9.8
154	M040752_154	76.95	53.6	53.1	43.1	3.45	3.3	1.95	3.7	3.8	1.35	1.2	0.9	6.6
155	M040752_155	65.25	51.9	51.3	44.6	1.2	1.2	1.15	1.15	1.15	1	3.25	1.4	6.6
156	M040752_156	74.23	54.7	53.9	44.3	3.9	2	2	3.9	3.8	1.25	1.1	1.25	6.4
157	M040752_157	79.09	55.1	54.6	45.3	4.1	3.25	3.1	3.9	4.1	2.5	2.75	1.75	8.5
158	M040752_158	68.77	53.2	53	45.5	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8	1	1.05	1.35	6.3
159	M040752_159	79.53	56.5	53.6	44.6	2.6	3.4	3.6	1.4	1.3	1.15	1.15	1.3	7.9
160	M040752_160	77.95	55.6	54.5	47.5	4	3.8	2.8	2.8	4	1.1	1.2	1.2	7.1
161	M040752_161	72.95	54.1	53.6	44.4	3.9	4.1	3.8	4.1	4.2	1.2	1.05	1.1	7.2
162	M040752_162	55.93	50.2	49.3	41.2	3.85	2.2	2.1	3.95	4.05	1.5	1.1	1.05	5.6
163	M040752_163	59.92	51.8	50.2	42.6	3.9	4	3.8	3.7	3.9	1.2	1.25	1.25	6.1
164	M040752_164	70.69	54.4	52.3	44.1	2.9	3.8	2.9	1.2	1.95	1.1	1.25	1.3	5.8
165	M040752_165	59.78	51	49.8	38.9	3.6	3.5	3.8	3.6	3.4	1.2	1.2	1.2	5.4
166	M040752_166	85.36	56.6	54.5	43	3.8	3.6	3	3.6	3.5	1.25	1.3	1.5	6.7
167	M040752_167	60.06	51.8	49	36.2	4	4.2	4	3.8	3.8	1.25	2.8	1.2	6.9
168	M040752_168	60.71	50.6	49.1	38.3	1.6	3.3	3.65	2.2	1.7	1	1.7	1	8.2
169	M040752_169	78.1	54.6	53.9	41.4	3.65	2.8	2.2	3.25	3.75	1.2	1.05	1.05	9
170	M040752_170	53.66	51.6	50.5	39.7	2.6	1.8	2.45	1.65	1.4	2	1.65	1.8	5.2
171	M040752_171	73.03	55.3	52.5	44.6	3.1	1.9	1.55	3.3	3.25	1.5	1.3	1.25	6.5
172	M040752_172	52.45	47.1	45.9	40.1	3.7	2.2	3.5	3.3	4	1.25	1.1	1.25	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

173	M040752_173	52.85	48	47.2	41	3.6	2.8	3.65	3.8	3.9	1.2	1.3	1.2	9
174	M040752_174	71.26	54.3	53.7	46.3	1.8	3.4	1.3	1.2	3.8	1	1	1.3	8
175	M040752_175	51.63	47.3	46.9	36.7	3.75	1.8	3.1	3.5	3.55	1.25	1.2	1.15	6.2
176	M040752_176	80.41	54.9	54.2	42.7	3.8	1.95	3.5	3.25	3.05	1.25	1.1	1.25	7
177	M040752_177	59.73	48.9	47.7	38	3.8	3.65	3.4	3.5	3.8	1.2	1.3	1.05	7.2
178	M040752_178	103.52	61.1	57.6	48.2	3.65	2.55	3.65	3.9	3.65	1.35	1.45	1.35	7.8
179	M040752_179	76.41	54.3	52.9	46.9	3.5	4	1.7	3.8	3.5	1.3	1.6	1.3	7.6
180	M040752_180	100.46	60.2	59.8	50.5	3.55	3.8	3.4	3.6	3.9	1.1	1.1	1.4	5.7
181	M040752_181	86.18	56.8	56	44	3.8	3.5	3.1	3.2	3.4	1.4	1.55	1.4	7.7
182	M040752_182	80.94	58	53.8	43.6	3.8	3.5	2.65	2.5	2.55	1.25	1.2	1.2	7.5
183	M040752_183	84.94	55.6	55.3	48.2	3.35	2.5	1.95	3.45	3.55	1.3	1.45	1.35	7
184	M040752_184	63.54	53.3	52.5	40.3	3.55	3.4	1.9	1.6	3.3	1.3	1.1	1.1	4.6
185	M040752_185	62.06	52.6	50.6	42.1	1.5	1.4	1.2	1.15	1.35	1.5	2.2	1.45	4.4
186	M040752_186	96.07	58.6	58.3	50.6	3.75	3.3	3.55	1.8	2	1.1	1.35	1.25	6.1
187	M040752_187	75.21	55.3	54.4	44.1	3.95	4.1	2.1	3.5	4	1.2	1.3	1.3	6.2
188	M040752_188	65.87	50.8	49.1	42.6	3.9	4.05	3.7	1.95	1.95	1.1	1.4	1.25	7.1
189	M040752_189	83.41	55.7	59.1	44.7	3.2	2.5	3	2.9	3.2	1.1	1.3	1.4	5.9
190	M040752_190	100.28	60.3	57.4	46.7	3.4	3.2	3.45	3.15	2	1.4	1.2	1.45	8.1
191	M040752_191	55.1	49.6	48.5	38.8	3	1.7	2.9	2.7	1.95	1.2	1.1	1.3	6
192	M040752_192	76.26	57	53.5	47.4	3.2	3.4	3.35	3.2	2.7	1.3	1.3	3.5	7.4
193	M040752_193	77.46	55.2	54	46.7	3.5	3.55	3.9	3.5	3.7	1.3	1.25	3	8.6
194	M040752_194	65.74	53.5	51.6	41.9	3.6	2.4	3	3.5	3	1.3	1.1	1.3	6.5
195	M040752_195	79.21	57.3	54.2	46.5	3.3	3.3	3.15	3.4	1.75	1.05	1.25	1.3	7.6
196	M040752_196	94.17	59.7	57.9	51.7	3.9	1.8	3.05	3.7	4.15	1.25	1.2	1.2	5.6
197	M040752_197	85.07	59.1	56.8	47.1	3.8	4.1	4.05	3.75	3.75	1.3	1.4	1.3	7.9
198	M040752_198	69.54	52.5	52.2	43.2	3.7	2.15	3.6	3.65	2.25	1.05	1.15	1.35	6.6
199	M040752_199	62.36	51.2	50.1	42	3.5	1.7	2.75	3.1	3.15	1.45	1.4	1.3	7.1
200	M040752_200	79.81	55.8	54.4	48.2	4.15	2.5	3.8	4	4.1	1.95	1.2	1.8	6.6
201	M040752_201	64.02	51	48.9	40.1	3.05	3.6	3.4	2.9	2.7	1	1.25	1.3	6.5
202	M040752_202	62.45	51.7	49.2	41.8	3.5	3.15	3.25	1.9	3.6	1.2	1.2	1.25	6.8
203	M040752_203	115.74	63.6	62.2	52.2	3.9	3	3.9	3.15	1.7	1.2	1.15	1.2	8.1
204	M040752_204	76.59	54.8	52.8	45.2	3.8	3.5	3.5	3.45	2.3	1.05	1.05	1	8.3
205	M040752_205	76.22	53.8	53	39.9	3.8	3.55	1.55	2.5	3.5	1.2	1.3	1.3	8.1
206	M040752_206	81.21	56.8	54.6	47.8	4	4	4	3.8	1.9	1.45	1.3	1.2	6.9
207	M040752_207	101.78	61.5	59.3	49.1	3.7	3.55	3.25	3.6	3.75	1.5	1.3	1.15	7.8
208	M040752_208	96.3	59.8	57.6	50.3	4.2	3.9	3.8	1.9	3.5	1.35	1.25	1.35	7.3
209	M040752_209	81	55.1	53.4	48.6	3.95	3.8	2.3	3.6	3.7	1.05	1.25	1	7.5
210	M040752_210	67.72	53.2	52.9	38.8	3.65	3.55	3.6	3.35	3.75	1.35	1.45	1.25	8.5
211	M040752_211	92.87	58.5	57.1	50.1	3.95	4.05	3.6	3.45	3.7	3.1	1.1	1.35	6.4
212	M040752_212	74.79	54.9	53.6	47.2	3.7	3.8	3.5	3.2	3.9	1.05	1.45	1.35	5.5
213	M040752_213	71.14	53	51.9	43.3	3.45	3.65	3.1	3.5	3.7	1.3	1.4	1.35	6.1
214	M040752_214	80.72	55.7	55.2	42.5	3.8	3.9	2.1	1.6	1.75	1.3	1.35	1.4	5.1
215	M040752_215	79.09	56.7	54.9	40	4.1	3.6	3.8	3.6	3.8	1.35	1.4	1.45	6.6
216	M040752_216	120.58	66.8	62.5	49.6	4	3.6	3.7	3.25	2.2	2.7	1.3	1.25	6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

217	M040752_217	59.18	50.4	48.7	41.6	3.5	3.7	3.1	3.4	3.55	1	1.05	1.25	5.4
218	M040752_218	83.37	56.7	54	44.9	3.5	3.1	3.4	3.25	3.4	1.3	2.7	2.25	8.2
219	M040752_219	106.75	62.7	61.9	48.7	3.55	3.9	3.5	3.5	3.7	2.75	1.25	2.25	6.1
220	M040752_220	113.25	62.3	61	51.9	2.15	2.95	1.5	1.35	3	1.45	1.3	1.3	7.4
221	M040752_221	72.74	53	51.2	43.1	3.1	3	3.2	3.1	1.9	1.3	1.3	1.2	9.2
222	M040752_222	75.04	54	52.3	46.1	3.3	2.5	3.05	2.5	1.8	1.15	1.3	1.3	5.8
223	M040752_223	68.8	52.5	51.8	45.7	3.75	3.45	3.5	3.6	3	1.25	1.2	1.3	5.7
224	M040752_224	71.65	54.6	53	43.5	3.4	3.05	3	3.7	2.6	1.2	1.2	1.1	7.3
225	M040752_225	90.94	57.8	57.3	47.8	3.9	3.9	3.7	2.5	4	3.7	2.2	2.15	7.2
226	M040752_226	63.8	51.2	50.7	39.3	2	1.3	1.2	3.1	2.9	1.1	1.35	1.65	9
227	M040752_227	86.31	57.6	53.9	48.2	3.7	1.75	3	2.4	3.1	2	1.85	1.6	9.9
228	M040752_228	74.88	54.5	52.9	46.2	3.5	3.25	1.9	3.5	2.8	1.8	1.3	1.35	6.3
229	M040752_229	79.15	55.8	54.1	39.9	3.1	2	3.35	3.35	2.95	1.05	1.4	1.35	7.6
230	M040752_230	82.9	58.1	54.2	45.8	3.75	3.55	3.2	3.35	3.45	1.3	1.25	1.2	6.4
231	M040752_231	90.75	58.6	56.2	42.2	3.45	2.95	3.4	2.9	3.1	1.1	1.1	1.35	7.4
232	M040752_232	78.84	55.5	53.2	46.7	3.35	3	3.15	1.6	3.4	1.35	1.4	1.05	5.4
233	M040752_233	67.73	51.7	50.8	39.5	1.7	1.4	1.55	3.7	1.75	1.25	1.55	1.3	7.4
234	M040752_234	70.32	54	52.4	41	3.55	2.1	2	3.4	3.4	1.5	1.3	1.6	6.3
235	M040752_235	68.7	52.7	50.9	40.9	3.95	2.5	3.8	3.4	2.9	1.3	1.2	1.5	7.8
236	M040752_236	75.09	54	53	39.9	3.35	3.6	3.55	3.6	3.75	1.15	1.2	1.3	8.1
237	M040752_237	66.73	52.2	51.3	37.8	3.4	2.4	3.55	3.55	2.25	1.3	1.3	1	8.2
238	M040752_238	64.6	50.4	49.8	40.3	3.4	3.7	2.4	3.9	3	1.25	1.15	1.3	8.6
239	M040752_239	60.63	49.6	49.2	38.2	3.4	3.5	3.2	3.5	3.2	1.2	1.25	1.25	9.7
240	M040752_240	65.92	52.5	50.6	40.7	3.5	2.5	3.2	3.25	3.95	1.5	1.35	1.2	7.6
241	M040752_241	83.06	56	53.6	48.6	3.5	3.7	3.4	3.8	3.6	1.2	1.3	1.3	7.3
242	M040752_242	84.37	55.8	53.5	44.7	1.7	1.45	1.2	2.6	3.45	1.3	1.5	1.5	6.1
243	M040752_243	93.04	58.2	58.1	43.4	1.9	2.1	1.2	1.15	4	1.25	1	1.1	7.8
244	M040752_244	68.16	53	52.5	41.1	4.1	3.6	3.1	2.1	3.8	1.15	1.25	1.3	8.1
245	M040752_245	77.43	55	53.7	45.3	3.3	1.9	1.25	3	2.5	1.5	1.5	1.35	6.5
246	M040752_246	67.28	52.5	5.09	42.6	3.7	3.9	3.7	2.7	2	1.3	1.35	1.35	7.8
247	M040752_247	52.17	48.8	47.2	42.6	4	3.2	3.8	3.55	3.4	1.2	1.3	1.65	5
248	M040752_248	61.09	49.8	49.3	40.5	3.65	3.9	3.6	2.9	3.7	1.95	1.55	1.35	8.8
249	M040752_249	89.36	60.4	56	46.9	3.7	3.5	3.5	3.1	3.5	3.1	1.3	1.5	6.5
250	M040752_250	70.8	54.1	53.2	45.8	3.8	3.5	4.1	4.1	3.6	3.9	2.05	1.1	8.7
251	M040752_251	75.71	55.9	53.3	44.8	3.45	3.35	3.2	3.2	2.6	1.2	1.4	1.3	6.3
252	M040752_252	58.15	50.7	49.4	37.3	1.4	1.4	1.15	1.25	1.3	1.4	1.7	1.4	5.8
253	M040752_253	70.41	55.2	50.9	45	1.4	1.7	1	3.2	3.1	1.35	1.25	1.35	4.9
254	M040752_254	82.06	56.2	55.5	45.7	2.9	1.45	1.25	3.8	3.4	1.3	1.3	1.5	8.2
255	M040752_255	76.06	56.3	53.5	41.9	2.9	1.9	1.5	1.95	3.4	1.5	1.75	1.4	6.3
256	M040752_256	78.26	54.5	53.5	45.2	3.25	4	3.6	3.4	3.65	1.9	1.7	1.75	9.5
257	M040752_257	82.48	54.7	54.1	43.6	3.8	3.55	3.7	2.1	2.1	1.4	1.65	1.35	7.6
258	M040752_258	69.47	52.8	52.3	41.2	3.5	2.8	3.45	3.3	1.9	1.3	1.15	1.25	6.7
259	M040752_259	80.53	56.2	54.3	41.6	3	2.2	2.7	2.5	1.8	1.6	1.3	1.4	7.7
260	M040752_260	74.54	55.1	54.1	40.2	3.4	3.8	3.9	3.1	3.1	2.5	1.4	1.25	7.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

261	M040752_261	60.02	50.6	49.5	38.8	3.7	4.2	3.9	3.7	3.5	1.4	1.9	1.8	7.6
262	M040752_262	85.15	57.3	54.6	43.8	3.6	3.55	3.4	3.6	3.2	1.1	1.2	1.4	6.7
263	M040752_263	76.49	55.3	53.1	45.6	3.4	2.9	3.2	3.55	3.25	0.9	1.2	1.1	7.2
264	M040752_264	77.51	54.1	53.7	41.7	3.8	2	1.6	3.6	3.5	1.5	1.5	1.5	7.1
265	M040752_265	67.61	54.1	51.1	45.2	3.5	3.6	3.5	3.7	3.5	1.3	1.35	1.35	4.3
266	M040752_266	68.55	54.2	51.7	45.3	3.75	3.5	3.8	4	3.2	1.4	1.4	1.2	7.3
267	M040752_267	71.91	52.7	52.5	42.8	3.1	3.8	3.8	3.4	3.95	1.4	1.4	1.4	8.4
268	M040752_268	76.69	55.5	53.3	44.9	2.1	3.5	3.4	3.7	3.4	1.3	1.3	1.3	6.1
269	M040752_269	64.47	51.9	51.7	42.8	3.3	3.2	3	3.5	3.1	1.4	1.3	1.2	8.3
270	M040752_270	61.62	51.4	50.3	41.9	3.9	3.6	3.4	3.5	3.4	1.1	1.3	1.1	6.9
271	M040752_271	75.49	55	54.1	42.2	3.9	3.1	1.9	3.9	3.5	1.3	1.4	1.7	6.5
272	M040752_272	58.67	49.3	49.1	4.08	3.9	3.1	3.2	3.8	3.47	1.4	1.3	1.6	8.5
273	M040752_273	67.37	51.7	50.5	45.1	3.5	4	3.9	3.6	3.6	3.6	1.4	1.4	7.2
274	M040752_274	71.01	53.4	52.4	43.9	3	3.5	3	3.8	3.7	1.4	1.3	1.3	5.1
275	M040752_275	73.28	54.3	52.4	41.6	3.5	4	3.8	3.7	3.5	1.1	1.2	1.7	6.8
276	M040752_276	74.93	54.4	54	40.7	3.8	3.8	3.9	4	3.8	1.7	1.4	1.6	8.3
277	M040752_277	85.72	56.3	55.6	48.8	2.8	2.6	3.1	3	3.1	1.4	1.5	1.3	5.3
278	M040752_278	89.84	56.2	55.5	50	3.3	3.8	3.5	3.5	3.8	1.1	1.2	1.2	6.8
279	M040752_279	74.62	55.2	53.2	46.3	3.7	3.8	3.6	3.8	3.7	1.4	1.3	1.2	5.2
280	M040752_280	73.15	54	53.1	42.1	3.5	3.4	3.8	3.5	3.4	1.2	1.1	1.3	7.2
281	M040752_281	62.28	51.1	50.5	40.1	3	4.2	4.1	4	4.2	1.5	1.6	1.7	7.5
282	M040752_282	74.7	56	53.3	40.3	1.9	1.6	1.8	1.9	1.9	1.4	1.3	1.3	5.8
283	M040752_283	67.56	53.9	50.9	42.4	3.1	3.9	3.2	3.2	3.3	1.2	1.3	1.2	5.2
284	M040752_284	74.44	53.6	53.3	39.9	2.5	3	3.1	3.5	3.6	3.15	1.4	1.2	6.4
285	M040752_285	79.44	59.3	53.6	46.2	4	4	3.8	3.6	4	1.5	1.4	1.5	6.4
286	M040752_286	70.36	53.5	51.7	41.4	3.4	3.5	3.2	3.3	3	1.2	1.3	1.3	6.9
287	M040752_287	64.23	50.9	50.3	41.2	3.8	3.9	3.8	3.9	3.8	1.4	1.3	1.4	6.9
288	M040752_288	70.94	54.5	53.1	39.5	3.4	3.5	3.2	3.5	3.8	1.4	1.5	1.6	4.5
289	M040752_289	73.01	53.1	53	46.5	3.3	3.4	3.5	3.4	3.3	1.4	1.4	1.2	6.9
290	M040752_290	81.78	56.9	55.4	49.9	3.8	3.6	3.5	3.4	3.8	1.3	1.4	1.7	6.9
291	M040752_291	79.64	55.1	53.4	47.1	4.1	3.8	3.5	3.4	3.6	1.2	1.3	1.3	6
292	M040752_292	78.03	56	55	46.2	3.6	3.5	3.5	3.4	3.6	1.4	1.6	1.2	8.2
293	M040752_293	83.83	55.6	54.7	48.9	3.2	3.3	3.4	3.6	3.2	1.5	1.2	1.3	8.4
294	M040752_294	77.72	54.2	53.8	48.1	3	3.8	3.5	3	3.8	1.6	1.7	1.4	5.7
295	M040752_295	71.86	54.9	53.2	44.2	3.2	3.3	3.2	3.4	3.5	1.6	1.6	1.4	5.7
296	M040752_296	75.9	55.1	53.2	48	3	2.6	2.8	2.9	3	1.4	1.3	1.2	6.1
297	M040752_297	75.91	54.2	54	38.6	2.4	3.5	3.55	3.6	3.55	1.15	1.2	1.15	6.2
298	M040752_298	62.93	51.1	51	43.4	3.2	3.3	3.2	3.5	3.5	1.2	1.4	1	7
299	M040752_299	57.63	50.6	48.4	40.2	2.6	3.2	3.4	3.3	2.8	1.4	1.2	1.3	7.2
300	M040752_300	79.6	55.4	54.8	43.5	3.2	3.1	3.4	3.2	3.2	1.4	1.4	1.4	6.7
301	M040752_301	79.29	53.2	52.7	43.1	1.3	1.05	1.1	1.55	2.55	1	0.95	1	6.5
302	M040752_302	79.62	54.2	52.2	45.3	3.4	1.8	1.6	1.75	1.05	1.1	1	0.95	6.9
303	M040752_303	91.69	55	54.9	47.2	3.1	2.6	2.6	1.95	1.7	1.1	1.2	1.3	5.1
304	M040752_304	93.06	58.5	54.6	47.6	2	3.3	2.9	2.7	2.2	1.05	1.35	1.7	5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

305	M040752_305	100.96	58	56.8	48.8	2.5	2.5	2.65	3.7	2.4	1	1.3	1	8.7
306	M040752_306	78.4	53.7	51.3	49.6	3.4	2	2.8	2.7	2.5	1	2.7	1.7	5.5
307	M040752_307	84.47	55.7	53.7	46.5	2.95	2.9	2.25	1.6	1.7	1.3	1.25	1.9	7.9
308	M040752_308	84.26	55.1	53.9	45.7	3.9	2.9	2	2.1	2.1	1.3	1.3	1.05	8.3
309	M040752_309	84.15	54.9	53.5	43.7	3.25	2.9	1.8	2.7	3.1	1.4	1.55	1.65	5.3
310	M040752_310	105.57	59.1	58.7	51.9	1.9	1.5	1.4	2.3	1.9	1.5	1.3	1.2	6.3
311	M040752_311	78.73	54.9	52.8	47.2	3.55	3.4	3.5	3.2	3.25	1.25	1.45	1.4	5.2
312	M040752_312	87.7	55.5	54.3	42.3	1.6	2.9	1.5	1.5	1.7	1.4	1.2	1.3	6.2
313	M040752_313	95.57	56.5	55.4	41.7	2.05	1.3	1.6	1.9	1.15	1.2	1.55	1.25	5.2
314	M040752_314	90.52	55.8	43.6	43.8	1.7	1.5	2	1.6	2	1.4	1.5	1.15	6.6
315	M040752_315	95.09	57.2	56.6	43.8	2.8	1.4	2.45	1.35	1.2	1.25	1.2	1.2	5.7
316	M040752_316	69.62	52	51.4	37.4	2.7	1.4	1.7	1.9	2	1.15	1.2	1.3	7.3
317	M040752_317	105.09	58.7	56.3	51.6	1.7	1.1	1.2	1.25	1.25	1.15	1.2	1.25	6
318	M040752_318	90.32	59.1	55.1	46.8	2.4	2.15	2.15	1.4	1.4	1.25	1.4	1.25	6.7
319	M040752_319	93.43	58	55.3	48.6	3.25	3.6	3.5	3.1	3.1	1.35	1.3	1.3	7.3
320	M040752_320	95.07	57.6	56.7	45.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.45	1.15	1.3	1.05	7.9
321	M040752_321	101.28	58.2	57.9	48.9	1.7	1.7	1.45	1.2	1.95	1.2	1.7	1.75	6.9
322	M040752_322	103.75	59.1	57.3	45	2.75	3.05	1.7	1.85	1.2	2.4	1.1	2	7.3
323	M040752_323	97.98	57.2	56.8	49.9	1.2	1.3	1.3	1.15	1	1.55	1.2	1.5	5.6
324	M040752_324	95.87	57.9	55.1	47.6	2.2	1.8	2.4	1.4	1.4	1.7	1.7	1.35	7.3
325	M040752_325	68.55	51.3	50.4	36.5	3	2.15	3.4	2.1	1.7	1.15	1.2	1.5	5.2
326	M040752_326	87.33	56.6	54.5	49.1	3.3	3.9	2.3	2.6	3.65	1.25	2	2	6.6
327	M040752_327	76.38	52.4	51.4	42.6	3.1	3.3	1.95	2.65	2.75	1.2	1.45	1.3	7.2
328	M040752_328	67.65	49.7	49.4	42.1	1.7	1.2	1.35	2.9	2.4	1.3	1.45	1.5	5.9
329	M040752_329	71.09	52.6	50.9	43.8	1.4	1.45	1.7	1.4	1.25	1.25	1.3	1.4	4.7
330	M040752_330	80.75	54.4	53.5	45.2	3.55	2	1.7	3	2	1.75	2.7	1.7	7.1
331	M040752_331	89.99	58.5	55.9	46.3	1.7	1.25	1.4	1.9	1.3	1.5	1.3	1.7	5.6
332	M040752_332	88.16	56.1	54.7	40.7	3.75	2.7	2.8	3	2.95	1.6	1.4	1.7	8.6
333	M040752_333	83.1	54.1	53.9	41	1.95	1.8	1.75	2	2.2	1.9	1.65	1.8	6.6
334	M040752_334	75.7	53.7	52.1	44.7	2.3	1.8	3.2	1.5	1.4	2.05	1.55	1.55	6.3
335	M040752_335	101.4	59.3	56.9	48.4	1.75	1.9	3.2	1.5	3.2	1.1	1.2	1.3	6.6
336	M040752_336	74.52	53.8	52.3	44.6	1.4	1.2	1.25	1.2	1.3	1.2	1.25	1.3	6
337	M040752_337	84.74	54.6	53.3	40.6	1.3	1.2	1.2	1.25	1.15	1.65	2	1.4	6.5
338	M040752_338	88.33	56.2	53.8	41.8	3.3	3.6	2.9	2	2.9	1.9	2.5	1.4	7.3
339	M040752_339	78.6	53.1	52.7	47.5	3	1.8	2.4	1.3	2	1.05	1.15	1.25	6.4
340	M040752_340	78.77	54.5	52.8	43	1.5	1.4	1.2	1.2	1.9	1.5	1.25	1.25	4.9
341	M040752_341	73.67	52.5	51.5	46.6	1.5	1.7	2.5	1.1	1.3	1.25	1.35	1.4	6.4
342	M040752_342	76.59	53.7	51	46.7	2.25	3.6	3.25	3.1	3.15	1.6	1.3	1.5	5.9
343	M040752_343	90.14	55.8	55	44.9	1.35	1.4	1.4	1.35	1.2	1.2	1.25	1.3	8
344	M040752_344	82.08	55.5	53.4	41	1.8	1.6	1.3	1.6	2.15	1.2	1.2	1.1	6.8
345	M040752_345	105.86	59.6	58.7	46.2	2.3	3.35	1.15	1.5	3.4	1.2	1.4	1.4	8.3
346	M040752_346	109.72	61.7	58.4	47.5	3.75	1.9	2.8	3.3	2.45	1.4	1.4	1.15	6.3
347	M040752_347	90.29	55.5	54.7	44.9	1.7	2.45	2.1	1.4	3	1.7	1.25	1.25	7.5
348	M040752_348	73.49	51.12	50.01	42.9	3.9	3.8	1.5	2.85	3.1	1.25	1.7	1.2	7.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

349	M040752_349	102.99	59.5	58.1	5	1.5	1.7	1.2	2.75	2.1	1.65	1.05	1.25	7
350	M040752_350	102.43	59.7	58.6	46.8	1.6	3.55	2.2	1.7	1.2	1.2	1.3	1.25	9.2
351	M040752_351	81.58	54.7	53.5	43.2	1.75	1.3	1.65	3	2.6	1.35	1.2	1.4	7.9
352	M040752_352	79.63	55.5	52.2	44.9	1.5	1.45	2.6	1.85	1.1	1.45	1.4	1.3	6.6
353	M040752_353	98.7	58.3	57.2	48.5	1.65	1.8	1.2	1.8	1.6	1.55	1.25	1.4	6.1
354	M040752_354	67.56	50.8	49.7	39.7	3.05	1.5	2.25	2.45	2.4	1.45	1.3	1.5	8.7
355	M040752_355	88.48	56	54.2	45.7	3.1	2	1.3	1.95	2.85	1.5	1.7	1.35	6.7
356	M040752_356	87.23	55.7	54.5	43.8	2	1.8	1.45	1.3	1.6	1.5	1.55	1.5	5.8
357	M040752_357	76.67	54.9	52.7	44.9	1.6	1.6	3.1	1.4	1.5	1.2	2.2	1.3	7.6
358	M040752_358	113.99	60.2	59.6	46.5	1.55	1.35	1.75	1.6	1.1	1.45	1.5	1.4	9.1
359	M040752_359	85.04	54	53.8	48.5	3.4	3.1	2.8	2.95	1.8	1.3	1.3	1.4	5.6
360	M040752_360	77.74	53.3	52.3	40.7	1.7	2	1.7	1.3	1.55	1.3	1.45	1.5	6.4
361	M040752_361	80.76	53.5	52.6	46	1.3	1.55	1.4	1.4	1.35	1.3	1.3	1.5	5.8
362	M040752_362	94.38	57	55.9	48.6	4	3.7	3.6	3.1	3.5	1.1	1	1.2	7.5
363	M040752_363	82.09	54.7	54.7	41.8	3.95	3.7	3.4	3.9	3.3	1.6	1.7	1.4	8
364	M040752_364	77.82	53.7	51.8	46.9	1.5	1.3	1.8	1.25	1	1.4	1.3	1.3	5.2
365	M040752_365	96.6	56.2	56.1	4.61	2.5	1.6	1.55	1.6	2.6	1.4	1.35	1.3	5.8
366	M040752_366	83.1	54.5	53.6	48.5	3.1	3.2	3.05	3	1.8	1.2	1.3	1.25	7
367	M040752_367	83.47	55.1	53.1	47.2	3.1	2.95	3.05	3	3.1	1.3	1.45	1.3	6.4
368	M040752_368	86.52	55.8	54.7	43.2	1.8	1.7	1.4	1.95	1.45	1.2	1.65	1.4	7.7
369	M040752_369	95.95	57.2	55.4	48.6	2.2	1.4	1.9	1.9	1.2	1.3	1.5	1.45	7.6
370	M040752_370	95.14	56.8	56.6	49.6	1.5	1.6	1.6	1.05	1.2	1.25	1.15	1.25	6.9
371	M040752_371	87.15	55.3	53.1	47.8	2.1	1.6	3	1.6	1.1	1.2	1.7	1.5	7.4
372	M040752_372	74.35	53	52.5	45.7	1.5	1.7	2.8	1.2	1.25	1.6	1.3	1.35	6.2
373	M040752_373	102.23	59.1	57.5	41.5	1.15	1.35	1.35	1.3	1.5	1.35	1.5	1.2	6.7
374	M040752_374	92.1	56.6	55.7	43.3	3.9	3.7	3.75	3.6	3.2	1.3	1.35	1.35	6
375	M040752_375	82.74	54.8	54.1	42.2	1.45	1.65	1.3	1.25	1.55	1.55	1.5	1.5	6.8
376	M040752_376	89.86	56.6	55.3	45.5	3.55	3.2	2.2	3.3	3.45	1.75	1.7	1.3	8.2
377	M040752_377	90.06	57.3	55.6	47	1.55	1.45	1.35	1.35	1.3	1.4	1.45	1.5	8.1
378	M040752_378	80.19	55.7	53.5	45.9	1.85	2.05	1.45	1.4	2.2	1.4	1.5	1.55	6.7
379	M040752_379	98.18	58.8	56.8	45.8	3.75	3.1	1.6	2.75	3.25	1.6	1.45	1.55	7.2
380	M040752_380	84.09	54.7	53.9	42.6	1.55	1.45	1.3	1.45	1.45	1.2	1.4	1.25	6.2
381	M040752_381	79.58	54.1	52.9	54.5	3.3	1.95	1.6	3.1	2.05	1.1	1.1	1.15	8.5
382	M040752_382	95.8	57.5	55.6	50.3	1.8	1.35	1.2	3.05	3.5	1.7	1.25	1.7	8.7
383	M040752_383	86.62	57.9	54.1	42.1	1.4	1.15	1.6	1.1	1.25	1.4	1.4	1.5	5.8
384	M040752_384	82.12	55	53.1	48.8	2	1.8	3	1.2	1.2	1.2	1.35	1.3	5.5
385	M040752_385	84.68	54.2	53.2	46.2	3.55	3.6	3.1	1.6	2	1.4	1.4	1.2	6.1
386	M040752_386	94.78	57.5	55.6	42.1	1.5	2	3.3	2.15	3.3	1.2	1.05	1.45	8.3
387	M040752_387	77.31	52.2	51.5	4.3	1.55	3.2	2.95	2.15	2.75	1	1.9	1.1	7.1
388	M040752_388	87.9	55.8	54.4	46.8	1.1	1.25	1.25	1.3	1	1.1	1.1	1.2	7.3
389	M040752_389	86.73	55.7	54.2	44.4	1.5	1.7	1.4	1.15	1.5	1.3	1.15	1.6	7.4
390	M040752_390	74.52	51.6	51.2	44.5	1.55	1.85	1.2	1.3	1.4	1.1	1.5	1.2	7.7
391	M040752_391	97.81	58.2	5.7	46.9	3.1	2.9	1.5	1.7	3.7	1.15	3.2	1.2	7.5
392	M040752_392	85.17	54.8	53.5	44.3	1.7	1.5	1.4	1.2	1.65	1.35	1.3	1.35	9.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

393	M040752_393	93.44	56	54.8	49.7	3.2	2.75	1.4	2.75	2.9	1.1	1.25	1.3	7.1
394	M040752_394	94.83	58.3	55.5	44.5	1.4	1.35	1.7	1.2	1.4	1.35	1.15	1.15	8.4
395	M040752_395	92.62	57.4	56.4	47.2	3.5	1.9	1.65	3.35	2.6	1.5	1.45	1.35	6.7
396	M040752_396	107.19	58	57.4	46.8	1.9	2.7	2.95	2.9	2	1.1	1.4	1.4	7
397	M040752_397	87.77	55.9	55.4	44.4	3.5	3.45	3.6	3.4	2.65	2	1.55	1.7	7.5
398	M040752_398	107.05	58.1	57.1	54	1.2	1.3	2.2	1.25	1.3	1.5	1.25	1.2	10
399	M040752_399	82.34	53.3	52.9	45.5	3.05	3.15	2.2	3	3	1.55	1.4	1.45	6
400	M040752_400	105.88	58.7	57	51.4	1.6	1.6	1.7	1.4	1.7	1.2	2.35	1.55	7.3
401	M040752_401	95.89	59.2	56.4	47.9	1.6	1.7	1.6	1.6	1.75	1.2	1.2	1.45	9
402	M040752_402	98.99	59.3	56.9	48.2	3.5	3.45	3.4	3.3	2.6	1.25	1.25	1.55	6.9
403	M040752_403	89.5	56.9	54.6	45.1	2.05	3.55	1.5	2.25	3.2	1.5	1.55	1.3	10.2
404	M040752_404	89.2	55.9	54.5	45.6	1.35	1.3	1.8	1.7	1.2	1.25	1.5	1.3	8.2
405	M040752_405	105.36	60.2	58.7	45.5	1.3	1.3	1.55	1.2	1	1.25	1.35	1.2	6.3
406	M040752_406	69.83	52.7	50.9	39.6	3.55	2.15	2.2	3.7	3.7	1.2	1.35	1.3	7.7
407	M040752_407	99.36	59.7	57.9	47.5	1.4	1.4	1.5	1.35	3.55	1.2	1.25	1.5	8.7
408	M040752_408	101.04	59.7	55.7	44.8	2.4	2.75	2	1.35	1.7	1.2	1.2	1.8	7.1
409	M040752_409	87.57	54.6	54.1	46.5	3.2	2.5	1.65	1.7	2	1.2	1.25	1.3	8
410	M040752_410	85.21	54.3	53.1	48.7	2.55	2.1	2.1	2.6	2.8	1.05	1.3	1.25	4.8
411	M040752_411	81.97	54.7	53.1	45.6	2.6	2.1	2.35	2.3	3.55	1.2	1.1	1.3	8.8
412	M040752_412	94.1	56.6	55.4	47.5	1.6	1.8	1.25	1.4	1.6	1.4	1.3	1.5	8.6
413	M040752_413	90.41	56.1	54.5	44.5	1.5	1.4	1.4	1.85	1.5	1.1	1.55	1.6	8.1
414	M040752_414	106.53	60.7	57.1	49	2.1	2.8	1.4	1.4	1.7	1.2	1.45	1.35	5.9
415	M040752_415	88.79	56.6	55	46.3	2.1	1.9	1.6	1.7	2.75	1.5	1.25	1.5	8.7
416	M040752_416	103.79	59.5	57.6	48.5	3.7	3.35	1.9	3.7	3.95	1.4	1.75	1.6	10.3
417	M040752_417	86.11	55.2	54.5	46.5	2.1	1.7	1.4	2.05	2.15	1.2	1.2	1.25	8.9
418	M040752_418	84.78	54.5	53.1	48.5	1.75	2.45	1.7	1.7	2	1.3	1.6	1.35	8
419	M040752_419	66.21	51.7	49.7	37.4	3.25	3.25	3.4	3.2	2.6	1.3	1.2	1.45	6.7
420	M040752_420	80.41	53.4	52.4	44.7	1.6	1.5	1.7	1.4	1.3	1.3	1.2	1.35	8.8
421	M040752_421	65.65	50.6	49.8	41	2.9	3.1	1.85	2.4	2.3	0.75	1.15	1	6.9
422	M040752_422	55.77	48.4	47.1	39.9	3.9	3.95	2.2	3.9	4.05	1.2	1.5	1.75	5.5
423	M040752_423	53.61	47.6	45.2	31.7	2	2	1.25	1.2	1.2	1	1.1	1.1	6
424	M040752_424	60.38	48.1	47.5	42.1	1.5	1.95	1.4	1.1	1.45	1	1.2	1.3	5.9
425	M040752_425	68.1	52.1	50	41.9	2.95	2.7	1.8	2.75	2.75	1.7	1.15	1.3	5.6
426	M040752_426	58.47	48.1	47.6	38.8	3.4	3	3.1	3.1	3.6	1.2	1.1	1.2	7.1
427	M040752_427	53.73	47.1	45.8	38.1	2.2	1.5	2.1	1.6	1.3	1.2	0.95	1	7.2
428	M040752_428	69	52.1	48.4	43.4	2.9	2.4	2.05	1.9	3.3	1.15	1.15	1.4	6
429	M040752_429	50.24	46.8	45.2	32.3	3.5	2.5	3.3	3.3	2.5	1.15	1.1	1.2	5.4
430	M040752_430	76.47	53.9	52.4	54	3	3	3.4	3.4	2.95	1.3	2.2	1.2	7.1
431	M040752_431	50.54	46.6	45.1	39.5	2.2	1.75	1.2	2.3	1.2	1.3	1.2	1.1	5.1
432	M040752_432	68.57	52.5	51.8	38.5	3.05	3	2.95	2.75	3.05	1.3	1.3	1.05	6.5
433	M040752_433	59.59	49.3	48.1	38.9	2.4	3.75	3.35	2	2.9	1.1	1.3	1.2	5.5
434	M040752_434	59.05	50.1	47.4	40.3	2.9	2.3	1.9	1.75	1.4	1.4	1.3	1.3	4.3
435	M040752_435	71.33	51.6	50.7	48.3	3.45	2.45	2.8	3.05	3.4	1.25	1.3	1.4	9.6
436	M040752_436	53.83	47.6	45.8	38.6	3	2.9	2.1	2.7	2.9	1.2	1.1	1.2	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

437	M040752_437	63.32	49.8	49	38.5	3	3	2.55	2.9	2.7	1	1.2	1.5	8.1
438	M040752_438	60.39	48.7	48.1	44.8	3.2	2.9	3.2	3.1	2.9	1.3	1.6	1.3	5.5
439	M040752_439	66.58	52.5	51.4	36.5	3.5	3.6	3.3	3	3.5	1	1.3	1.4	6.2
440	M040752_440	56.17	49.4	46.4	42.9	3.7	3.65	3.2	3.4	3.55	1.2	1.85	1.2	5.7
441	M040752_441	57.56	46.6	46.3	45.2	2.85	2.3	1.4	1.6	3.05	1.1	1.5	1.2	7.7
442	M040752_442	53.24	46.8	46.4	40.1	3.25	3.2	2.95	3	2.9	1.35	1.1	1.1	4.1
443	M040752_443	68.59	51.4	49.6	43.5	3	3.55	2.45	3	2.2	1.1	1.3	1.3	6.4
444	M040752_444	50	47.2	44.5	39.3	2.7	2	2.2	1.75	1.4	1.1	1.15	0.9	5.2
445	M040752_445	59.82	50.4	47	37	2.95	2.5	1.3	2.55	2.5	1.15	1.5	1.3	5.7
446	M040752_446	47.38	45.34	44.6	40.7	3.6	3.2	1.9	3.75	3.5	1.2	1.2	1.5	4.6
447	M040752_447	53.79	47.5	46.98	41	2.9	2.7	1.55	1.8	3.1	1.3	1.25	1.1	6.4
448	M040752_448	52.39	48.3	46.4	40	3.35	3.8	3.4	2.4	3.6	1.25	1.4	1.2	5.5
449	M040752_449	61.33	49.5	49	41.1	3.5	3.3	2.3	3	3.1	1.2	1.3	1.05	6.9
450	M040752_450	54.56	47.6	46	36.1	3.6	3.4	3.3	3.6	3.4	1.4	1.45	1.4	5.8
451	M040752_451	63.39	49	48.5	38.3	2.7	2.7	2	3.3	3.3	1.3	1.1	1.3	5.8
452	M040752_452	54.97	48.8	47.1	41.5	3.9	2.6	3.4	3.9	3.5	1.5	1.8	1.7	5.8
453	M040752_453	55.31	47	46.8	38.1	2.6	1.9	2.05	2.5	2.3	0.8	1	1.4	6.6
454	M040752_454	47.35	46.6	44.2	40.3	3.5	4.7	2.55	3.5	3.3	1.25	1.2	1.3	5.4
455	M040752_455	80.67	54.1	53.3	44.7	3.8	3.4	2.3	3.2	3.1	1.5	1.9	1.2	7.3
456	M040752_456	57.26	50.1	48.3	41.2	3.6	2.7	3.7	3.7	3.55	1.5	1.6	1.7	5.8
457	M040752_457	54.55	48.6	47.6	37.5	3.9	3.9	3.8	3.8	3.6	1.15	1.4	1.4	6.8
458	M040752_458	94.6	57.5	56	47.5	2.6	2.6	2.25	2.75	2.75	1.3	1.4	1.6	7.5
459	M040752_459	61.59	50.6	48.6	44.2	2.9	2.8	2.85	2.55	2.4	1.45	1.1	1.8	6.5
460	M040752_460	69.55	52.3	50.2	42.6	3.5	3.15	3	3.25	3.3	3.35	1.2	1.1	6.3
461	M040752_461	57.09	49	47.1	34.4	2.9	2.45	1.6	2.3	2.4	1.65	1.6	1.5	6.8
462	M040752_462	62.7	51.5	50.8	38.1	3.3	3.4	3.8	3.2	1.8	1.3	1.4	1.4	7.6
463	M040752_463	54.29	49.8	45.9	40.9	3.65	2	1.8	3.55	3.6	1.35	1.35	1.4	6.3
464	M040752_464	63.99	50.5	48.6	44.6	1.6	1.9	1.8	2.4	1.8	1.7	1.2	1.15	6.9
465	M040752_465	57.64	48.7	47.6	41.5	2.7	1.9	1.7	2.2	2.65	1.2	1.3	1.4	5.2
466	M040752_466	68.15	52.9	51.1	45.2	3	2.2	3.2	2.6	2.6	1.5	1.4	1.7	5.4
467	M040752_467	57.6	47.3	46.2	38.2	2.35	2.1	1.6	2.75	3	1.5	1.5	1.4	7.2
468	M040752_468	59.51	49	48.6	39.7	2	1.7	1.8	2	2.8	1.5	1.4	1.55	6.5
469	M040752_469	64.54	51.1	49.2	39.3	2.15	1.2	2.9	2	2.05	1.6	1.15	1.25	5.4
470	M040752_470	59.79	50.3	47.8	35.5	2.75	2.7	2.55	3.2	3.1	1.3	1.3	1.3	4.5
471	M040752_471	46.82	44.2	43.8	38.6	3.2	2.3	2.4	2.5	2.75	1.05	1.5	1.45	7.5
472	M040752_472	72.73	53.2	51.9	45.2	3.9	3.8	3.4	3.5	3.5	1.35	1.3	1.2	7.9
473	M040752_473	56.13	47.8	47.6	36.3	3.25	2.9	3.1	3.1	3.15	1.2	1.2	1.05	9.6
474	M040752_474	78.73	54.7	53.1	44.9	2.9	3.6	3	3.35	3.35	2.1	2	1.85	7.6
475	M040752_475	69.21	50.1	49.7	38.5	3.3	3.7	2.55	3.1	3.5	1.4	1.1	1.4	8.5
476	M040752_476	67.98	52.1	50.4	36.8	4.2	4.05	3.3	3.65	3.9	1.4	1.5	1.5	7
477	M040752_477	63.94	50.9	49.3	41.2	3	3	2.5	2.7	3	1.4	1.25	1.45	5.1
478	M040752_478	52.5	47.2	46.6	32	3.7	3.7	3.3	3.2	3.4	1.4	1.35	1.4	5.7
479	M040752_479	55.95	47	46	38.6	3	2.9	2.05	2.2	2.5	1.3	1.5	1.3	6.6
480	M040752_480	46.94	45.8	44.6	36.1	3.6	3.4	3.2	2.8	3.9	2.35	1.25	1.2	6.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

481	M040752_481	54.7	48.9	46.5	38.7	3.4	2.5	1.6	3.1	3.3	1.2	1.3	1.3	5.3
482	M040752_482	53.12	47	46.3	35.5	3.4	3.5	1.5	2.4	3.2	1.15	1.35	1.4	5.1
483	M040752_483	54.37	46.5	45.8	36.5	2.2	3.05	3.1	2.8	3.55	1.5	1.4	1.85	8.6
484	M040752_484	65.15	51.4	47.3	38.2	1.95	2.55	1.55	2.4	2.2	1.55	1.5	1.65	4.3
485	M040752_485	52.21	46.9	46	34.9	3.65	3.6	3.65	3.75	4	2.8	3.2	3.55	11.1
486	M040752_486	57.93	48.7	46.7	35.2	2.4	2	2.65	2.2	2.2	1.2	1.3	1.45	5.6
487	M040752_487	57.87	48.4	47.2	34.7	2.5	2.75	1.9	1.95	2.7	1.6	1.1	1.35	5.6
488	M040752_488	81.38	54.9	52.9	46.5	3.65	3.75	3.25	3.55	3.55	2.95	1.3	1.8	10.2
489	M040752_489	48.83	45.6	45.4	36.3	2.35	2.05	3.3	3.1	3.4	1.3	1.3	1.2	7.2
490	M040752_490	60.43	47.2	46.9	34.1	3.3	2.1	3	2.8	3	1.35	1.25	1.35	8.5
491	M040752_491	72.44	51.6	51	37.8	3.25	3.3	3.2	2.9	2.3	1.3	1.3	1.55	10.5
492	M040752_492	55.6	48.7	46.2	35.7	3.9	2.55	3.5	3.55	2	1.25	1.4	1.5	5.8
493	M040752_493	70.49	52.1	51.6	40.6	3.1	3	2.8	1.55	2.1	1.35	1.25	1.4	9.4
494	M040752_494	51.85	46.8	45.9	39.2	3.5	3.3	3.35	3.4	3.8	1.1	2.2	1.4	6.6
495	M040752_495	70.48	51.8	50	43.5	3.25	3.2	2	2.8	3	1.25	1.75	1.55	6
496	M040752_496	65.97	48.3	47.5	37.9	3.45	3.3	2.45	3.3	3.55	1.2	1.45	1.65	9.1
497	M040752_497	73.21	52	51.5	43.2	3.45	2.95	3.15	3.2	2.9	2.45	1.25	1.4	5.3
498	M040752_498	60.14	48.9	48.1	41.1	3.4	3.4	3.3	3.45	3.1	1.3	1.15	1.3	6.9
499	M040752_499	65.52	49.5	47.8	41.9	2.6	1.8	1.6	2.2	2.3	1.7	1.6	1.5	6.2
500	M040752_500	96.72	59.2	56.2	46.3	3.8	3.55	3.8	3.55	3.65	3.3	2.45	2.9	7.6
501	M040752_501	89.24	56.6	55.3	40.2	3.1	3	3	3.15	3.2	2.8	2.8	3.25	9.5
502	M040752_502	59.08	48.4	47.8	37	2.8	1.8	1.8	3.2	3.2	1.3	1.3	1.5	8.1
503	M040752_503	58.32	48.4	47.2	37.7	2	2.1	2.2	2.2	2.1	1.5	1.4	1.4	6.1
504	M040752_504	105.88	59.7	58.6	46.6	3.2	3.2	3.3	3.5	3.7	1.7	1.9	1.3	8.3
505	M040752_505	69.67	52.9	50.9	41.8	1.9	1.5	1.4	1.2	1.2	1.5	1.35	1.35	5.4
506	M040752_506	62.78	48.4	47.8	39.9	2.1	2.35	2.3	1.8	1.55	1.4	1.4	1.4	7.2
507	M040752_507	65.58	50.9	49.7	35.9	3.65	3.8	3.4	3.4	3.6	1.6	1.4	1.3	7.8
508	M040752_508	57.54	47.5	46.4	36.1	3.55	3.65	2.95	3.2	3.15	1.2	1.4	1.7	9.4
509	M040752_509	58.02	48.4	47.7	37.1	3.4	3.8	3.4	2.9	2.8	1.3	1.2	1.6	7.5
510	M040752_510	56.32	48.3	47.6	38.1	3	3	2.4	3	3.3	1.25	2.9	1.3	6
511	M040752_511	70.38	51.3	49.7	41.3	3.05	3.1	2.9	2.8	2.8	1.4	1.75	1.6	5.4
512	M040752_512	54.31	47	46.6	32.3	3.05	3.1	3.2	3.7	3.3	1.6	1.2	1.45	8.9
513	M040752_513	69.39	51.4	49.8	42.4	3.8	2.2	2.8	2.8	2.4	1.55	1.5	1.5	5.7
514	M040752_514	58.24	48.6	47.9	35.8	3.1	3.4	3.4	3.4	3.75	1.5	1.55	1.6	8.2
515	M040752_515	61.12	50	48.9	41.6	3.6	2.7	3.35	2.15	3	1.6	1.4	1.3	5.4
516	M040752_516	61.24	48.2	48	38.4	3.6	3.3	3.55	3.65	3.65	1.7	1.95	1.2	7.3
517	M040752_517	63.01	49.7	48.3	42.4	2.95	1.95	1.6	2.7	2.5	1.6	1.4	1.2	6.9
518	M040752_518	51.21	46.8	45.5	39.8	1.7	1.7	1.4	1.4	1.35	1.3	1.3	1.2	6.1
519	M040752_519	60.87	50	48.8	38.7	3	3.05	3.05	2.9	3	1.4	1.4	1.6	6.3
520	M040752_520	61.04	48.7	48.4	42.8	3	2.6	2.65	2.55	2.5	1.3	1.15	1.4	5.1
521	M040752_521	63.3	51	50.4	36.8	3.9	3.55	3.2	3.05	3	1.4	1.55	1.3	5.5
522	M040752_522	56.2	48.5	47.3	38.3	3.3	3.2	3.2	2.9	3.25	1.35	1.3	1.15	6.6
523	M040752_523	53.45	47.9	46.9	41.9	3.4	3.55	3.65	3.75	3.4	1.1	1.3	1.3	5.3
524	M040752_524	47.1	47.5	45	35.4	3.3	1.75	1.7	3.1	2.45	1.2	1.4	1.75	5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

525	M040752_525	49.47	46.2	45.7	35.3	3.4	3.45	3.7	3.6	3.8	1.75	1.7	1.5	9.3
526	M040752_526	51.16	47.8	45.5	34.8	3.3	3	2.8	2.4	2.35	1.3	1.2	1.2	5.1
527	M040752_527	56.92	47.6	47.4	38.1	3.9	3.65	3.7	3.8	3.65	2.25	1.6	1.65	9
528	M040752_528	54.79	46.3	46	38.2	3	2.65	1.9	2.8	2.8	3.5	1.3	1.25	7.4
529	M040752_529	50.05	46.3	45.5	39.7	2.8	2.6	2	2.4	1.2	1.15	1.1	1.1	5.7
530	M040752_530	56.24	47.2	46.5	41.9	1.55	2.9	2.9	2.65	2.35	1.35	1.25	1.35	5.8
531	M040752_531	47.52	44.8	43.9	36.6	2	1.7	2.8	1.8	2.9	1.1	1.15	1.3	7.1
532	M040752_532	53.77	47.3	46.9	42.4	2.4	2.1	1.45	2.5	2.15	1.85	1.45	1.3	4.7
533	M040752_533	52.12	46.8	46.3	37.9	2.8	2.2	2	1.8	1.8	1.35	1.25	1.3	7.1
534	M040752_534	51.64	47.2	46.3	35.5	2.4	2.4	1.4	1.4	2.4	1.1	1.45	1.4	4.5
535	M040752_535	54.44	47.4	46.1	36	1.2	1.8	1.6	1.5	1.6	1.1	1.3	1.2	6.2
536	M040752_536	46.75	43.4	43.2	34.4	3.1	2.8	3.1	3.2	2.65	1.3	1.3	1.1	7.1
537	M040752_537	42.63	44.1	43.6	35.6	3.55	3.2	2.1	3.2	3.2	1.2	1.2	1.3	6.8
538	M040752_538	47.72	45.4	44.6	37.7	3.1	2.3	3	2.6	2.95	1.3	1.2	1.2	6.6
539	M040752_539	47.7	45.4	43.3	39.3	3.1	3	2.2	2.85	2.55	1.6	1.5	1.55	4.2
540	M040752_540	47.41	44.6	44.1	37.5	1.7	2.5	1.7	2.2	2	1.25	1.75	1.8	7
541	M040752_541	44.81	43.4	42.8	35.6	2.4	2.65	1.55	2.65	2.4	1.3	1.3	1.3	3.9
542	M040752_542	47.95	46.2	44.8	40.6	2.9	2.9	3.05	3.5	3.5	1.2	1.25	1.55	4.9
543	M040752_543	53.19	47.1	46.5	33.8	2.7	2.7	2.2	2	2.85	1.55	1.4	1.4	5.2
544	M040752_544	59.76	47.8	46.3	38.4	2.45	2.95	2.15	1.95	1.7	1.35	1.35	1.3	5.6
545	M040752_545	65.88	49.9	49.1	43.6	3	2.8	2.7	2.75	2.2	1.4	1.5	1.5	7.2
546	M040752_546	53.29	47.6	45	40	3.3	3.45	3.4	2.2	2.35	1.55	1.6	1.7	5.1
547	M040752_547	44	44	41.9	35.3	2.15	1.65	2.15	1.2	2.1	1.2	1.3	1.5	4.9
548	M040752_548	65.89	51	50.3	38.6	3.5	3.5	3.4	3.8	3.5	1.9	2.05	1.25	8.7
549	M040752_549	55.28	46.4	45.4	38.5	2.7	2.2	2.45	1.9	2.4	1.4	1.5	1.3	6.7
550	M040752_550	52.4	48	45.7	40.3	3.4	2.9	2.85	2.8	2.85	2.1	1.6	1.4	4.5
551	M040752_551	58.53	47.5	46.9	43.7	2.5	2	1.5	1.45	2.1	1.5	1.4	1.25	6.2
552	M040752_552	48.04	42.9	42.4	37.2	2.65	2.5	2.1	2	2.1	1.25	1.4	1.55	6.6
553	M040752_553	55.41	47.3	46.4	43.6	3	2.85	2.6	3	2.85	1.25	1.9	1.25	6.8
554	M040752_554	54.36	45.6	45.4	43.3	2	2	1.5	2.15	2	1.1	1.2	1.25	7.8
555	M040752_555	52.59	47.3	45.8	34.4	2.7	3	2.9	2.5	2.05	1.3	1.2	1.3	6.2
556	M040752_556	63.79	50.7	48.8	40	2.25	2.8	1.15	2	1.65	1.65	1.55	1.55	6
557	M040752_557	61.8	49	48.6	40.8	2.7	3.05	3	2.5	2.7	1.65	1.5	1.3	4.7
558	M040752_558	51.98	45.8	45.5	40.9	2.7	2.65	2	2.2	2	1.25	1.4	1.45	5.8
559	M040752_559	56.39	47.9	45.4	40.8	3	2.5	2.65	2.25	1.7	1.2	1.5	1.3	4.9
560	M040752_560	57.89	47.6	45.9	38.2	1.8	2.4	2.25	1.75	1.7	1.3	1.5	1.5	5.4
561	M040752_561	58.52	48.4	47.6	40.6	2.15	2	1.7	2.55	2.2	1.6	1.4	1.7	6.7
562	M040752_562	52.03	50.7	49	42.4	3.6	3.4	2.65	3.2	3.05	1.4	1.75	1.4	5.7
563	M040752_563	54.92	48.4	47	10.7	3.3	3.6	3.45	3.3	3.6	1.3	1.25	1.3	6.2
564	M040752_564	48.16	44.8	44.5	42.4	3.05	2.6	1.9	2.4	2.3	1.3	1.35	1.35	6.7
565	M040752_565	63.65	49.8	47.7	40.8	2.42	2.2	2.3	1.85	2.1	1.4	1.2	1.2	5.3
566	M040752_566	51.86	46.8	45.6	36.1	3.15	3.3	2.7	3.05	3	1.5	1.4	1.5	7
567	M040752_567	59.05	49.1	46.7	42.6	2.1	1.7	1.75	1.25	1.35	1.2	1.5	1.25	5.1
568	M040752_568	62.42	47	46.6	33.9	1.75	1.4	1.55	1.85	1.65	1.3	1.45	1.45	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้