รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินความสุกแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการส่งออกและการประเมินคุณภาพการรับประทานของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการขายในห้างสรรพสินค้าโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสแปกโทรสโกปี

Evaluation of maturity of durian (Durio zibethinus Murray CV. Mon Thong) for export and its eating quality for sale in department store by near infrared spectroscopy technique

นางสาวปานมนัส ศิริสมบูรณ์

นายพลนน อ่อนไสว

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินความสุกแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการส่งออกและการประเมินคุณภาพการรับประทานของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการขายในห้างสรรพสินค้าโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสแปกโทรสโกปี

Evaluation of maturity of durian (Durio zibethinus Murray CV. Mon Thong) for export and its eating quality for sale in department store by near infrared spectroscopy technique

นางสาวปานมนัส ศิริสมบูรณ์

นายพลนน อ่อนไสว

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

หน้า

สารบัญ.....iii
สารบัญตาราง.....v
สารบัญภาพ.....x
บทคัดย่อภาษาไทย.....xiii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....xiv
กิตติกรรมประกาศ.....xv
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....3
1.6 ขั้นตอนของการศึกษาวิจัย.....5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....9
2.1 ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง.....9
2.2 คลื่นเนียร์อินฟราเรด (Near Infrared Radiation).....11
2.3 เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี **(**Near Infrared Spectroscopy**)**.....14
2.4 PLS Modelling.....20
2.5 คุณสมบัติการรับประทานทุเรียน.....29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....31
3.1 การเตรียมผลทุเรียนสำหรับการทดลอง.....31
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....31
3.3 วิธีการ.....35
3.4 การตรวจวัดคุณภาพเนื้อทุเรียน.....38
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....39
3.6 การทดสอบความแม่นยำของการวัดค่าทางเคมี.....42

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....43
4.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....43
4.2 การวิเคราะห์สเปกตรัมดิบ.....45
4.3 ข้อมูลทางสถิติเพื่อสร้างแบบจำลอง.....54
4.4 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ผลการทำนายของแบบจำลอง PLS.....55
4.5 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ผลการทำนายของแบบจำลอง SIMCA และ PLS-DA.....87
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....89
5.1 ความเป็นไปได้ในการใช้งานแบบจำลอง**..**.....89
5.2 สรุปผลการใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการประเมินความสุกแก่ของ
ทุเรียนพันธุ์หมอนทองกับตัวอย่างใหม่.....91
เอกสารอ้างอิง.....92

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 องค์ประกอบหลักทางเคมีของเนื้อทุเรียน....3
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง....11
2.2 ตำแหน่งพีคในแถบสเปกตรัม NIR ที่เด่นชัดขององค์ประกอบต่างๆ ในผลผลิตทางการเกษตร....14
2.3 การแปลความหมายของค่า R และ R^2....27
2.4 การอธิบายผลของค่า RPD และRER....29
4.1 สถิติคุณภาพการรับประทานของทุเรียนพันธุ์หมอนทองตามอายุการเก็บเกี่ยว สี ความหวาน ปริมาณความชื้นและปริมาณมวลแห้ง....43
4.2 สถิติคุณภาพการรับประทานของทุเรียนพันธุ์หมอนทองตามอายุการเก็บเกี่ยว เนื้อสัมผัส....44
4.3 สถิติคุณภาพการรับประทานของทุเรียนพันธุ์หมอนทองตามอายุการเก็บเกี่ยว สี ความหวาน และความชื้นสำหรับตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างใหม่ (Unknown)....44
4.4 สถิติคุณภาพการรับประทานของทุเรียนพันธุ์หมอนทองตามอายุการเก็บเกี่ยว เนื้อสัมผัส สำหรับตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างใหม่....45
4.5 ข้อมูลทางสถิติที่ใช้สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม OPUS และโปรแกรม unscrambler X....54
4.6 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และเนื้อสัมผัส ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณพู สแกนด้วย FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....55
4.7 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเนื้อสัมผัส ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณก้น สแกนด้วย FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....56
4.8 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเนื้อสัมผัส ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียน สแกนด้วย FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....57
4.9 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเนื้อสัมผัส ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....58

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเนื้อสัมผัส
ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนที่บริเวณพู สแกนด้วย
Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....59
4.11 ผลการทำนายค่า สี ปริมาณมวลแห้ง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และเนื้อสัมผัส
ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนที่บริเวณก้น สแกนด้วย
Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....60
4.12 ผลการทำนายค่า สี L* และ a* ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....60
4.13 ผลการทำนายค่า สี b* ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย
Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....61
4.14 ผลการทำนายค่า ปริมาณมวลแห้ง (DM) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....62
4.15 ผลการทำนายค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) ด้วยแบบจำลองที่สร้าง
ด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....63
4.16 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (AF) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย
Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....64
4.17 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (APF) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....65
4.18 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (PE) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....66
4.19 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (RF) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....67
4.20 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (T) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....68

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.21 ผลการทำนายค่า สี L* a* และ b*ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู
ที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....68
4.22 ผลการทำนายค่าปริมาณมวลแห้งด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พูที่
ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....69
4.23 ผลการทำนายค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัม
เนื้อทุเรียนที่พูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....70
4.24 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (AF) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พูที่ห่อ
หุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....71
4.25 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (APF) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พูที่
ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....72
4.26 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (PE) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พูที่
ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....73
4.27 การสร้างแบบจำลองการทำนายเนื้อทุเรียนบริเวณพูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติกกับค่า เนื้อสัมผัส (RF)
ด้วยสเปกตรัมจากเครื่อง Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer โดยวิธี Partial Least Square Regression.....74
4.28 การสร้างแบบจำลองการทำนายเนื้อทุเรียนบริเวณพูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติกกับค่า
เนื้อสัมผัส (T) ด้วยสเปกตรัมจากเครื่อง Visible and NIR short wavelength
diode array spectrometer โดยวิธี Partial Least Square Regression.....75
4.29 ผลการทำนายค่า สี L* a* และ b*ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณพู
สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ.....76

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.30 ผลการทำนายค่า ปริมาณมวลแห้ง (DM) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณพู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometerห้องปฏิบัติการ....76
4.31 ผลการทำนายค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) และ ค่าเนื้อสัมผัส (AF) (APF) (PE) (RF) และ (T) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณพู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....77
4.32 ผลการทำนายค่า สี (L*) (a*) และ(b*) ค่า ปริมาณมวลแห้ง (DM) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) และ ค่าเนื้อสัมผัส (AF) (APF) (PE) (RF) และ (T) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเปลือกทุเรียนบริเวณก้น สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....78
4.33 ผลการทำนายค่า สี (L*) และ (a*) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....79
4.34 ผลการทำนายค่า สี (b*) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....79
4.35 ผลการทำนายค่าปริมาณมวลแห้ง (DM) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....80
4.36 ผลการทำนายค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....81
4.37 ผลการทำนายค่าเนื้อสัมผัส (AF) (APF) (PE) (RE) และ (T) ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พู สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....82
4.38 ผลการทำนายค่า สี (L*, a* และb*) ปริมาณมวลแห้ง (DM) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (SSC) และเนื้อสัมผัส (AF, APF, PE, RF และT ด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยสเปกตรัมเนื้อทุเรียนที่พูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก สแกนด้วย Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ....83
4.39 สรุปค่าการวิเคราะห์ปริมาณมวลแห้ง (DM) ของตัวอย่างใหม่โดยใช้แบบจำลองที่ดีที่สุด....84
4.40 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ที่สแกนบริเวณพูบนต้น ด้วยวิธี SIMCA....87
4.41 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Longwave linear variable filter spectrometer ที่สแกนบริเวณพูบนต้น ด้วยวิธี SIMCA....87

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.42 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ที่สแกนบริเวณพูบนต้น ด้วยวิธี PLS-DA.....88

4.43 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Longwave linear variable filter spectrometer ที่สแกนบริเวณพูบนต้น ด้วยวิธี PLS-DA.....88

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส....4
1.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำวิจัย....8
2.1 ช่วงสเปกตรัมของคลื่นแสงอินฟราเรด....12
2.2 การเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานการสั่น....13
2.3 การเปลี่ยนแปลงพันธะของโมเลกุลในรูปแบบต่างๆ....13
2.4 การออกแบบเครื่องมือแบบพื้นฐาน A = light source; B = wavelength selection system; C = detector; D = computer; S = sample....15
2.5 ความแตกต่างของ path length ระหว่างเครื่องมือแบบ transmittance และแบบ reflectance....16
2.6 แบบวิธีการวัดด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี a. การส่องผ่าน (transmittance) b. การส่องผ่านสะท้อน (transflectance) c. การสะท้อนแบบแพร่ (diffuse reflectance) d. อินเทอร์แอกแทนซ์ (interactance) e. การส่องผ่านตัวอย่างที่มีการกระเจิงแสง (transmittance through scatting medium) (I_o = incident light, I_s = light comes from the sample)....16
2.7 ไดอะแกรมการทำงานของฟูเรียร์ทรานฟอร์มสเปกโทรโฟโตมิเตอร์....19
2.8 การทำแบบจำลองแคลิเบรชั่นด้วยวิธี MLR, PCR และ PLS....25
2.9 ชุดตัวอย่างในการ full cross validation....26
2.10 ชุดตัวอย่างในการ Prediction testing....26
3.1 เครื่อง FT-NIR Spectrometer....32
3.2 เครื่อง Visible and NIR Short wavelength Diode Array Spectrometer....32
3.3 เครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer....33
3.4 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ Brix Refractometer....33
3.5 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer....33
3.6 เครื่องบด....34
3.7 เครื่องชั่งความละเอียด 0.001 g Shimadzu BX300 และเครื่องชั่งความละเอียด 0.0001 g AR2140 Adventurer....34

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.8 เครื่อง Microcentrifuge....34
3.9 ตู้อบลมร้อน....35
3.10 การสุ่มสแกนทุเรียนบนต้นด้วยเครื่อง Visible and NIR Short wavelength Diode Array Spectrometer และ Longwave linear variable filter spectrometer....35
3.11 การสแกนด้วยเครื่อง FT-NIR Spectrometer....37
3.12 การสแกนด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer....37
3.13 การสแกนด้วยเครื่อง Visible and NIR Short wavelength Diode Array Spectrometer....38
4.1 สเปกตรัมเฉลี่ยของเนื้อทุเรียนที่บริเวณพูที่ทำการวัดด้วยเครื่อง FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....45
4.2 สเปกตรัมเฉลี่ยของตัวอย่างเนื้อทุเรียนที่บริเวณพูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติกที่ทำการวัดด้วยเครื่อง FT-NIR Spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....46
4.3 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณพูที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในสวนทุเรียน ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....47
4.4 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณก้นที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในสวนทุเรียนที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....48
4.5 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณพู ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....48
4.6 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณก้น ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน....49

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

4.7 สเปกตรัมเฉลี่ยของเนื้อทุเรียนที่บริเวณพู ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....49
4.8 สเปกตรัมเฉลี่ยของเนื้อทุเรียนที่บริเวณพูห่อหุ้มด้วยพลาสติก ด้วยเครื่อง Visible and NIR short wavelength diode array spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....50
4.9 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณพูที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในสวนทุเรียนที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....51
4.10 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณก้นที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในสวนทุเรียนที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....52
4.11 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณพูที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....52
4.12 สเปกตรัมเฉลี่ยของเปลือกทุเรียนที่บริเวณก้นที่ทำการวัด ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....53
4.13 สเปกตรัมเฉลี่ยของเนื้อทุเรียนที่บริเวณพู ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....53
4.14 สเปกตรัมเฉลี่ยของตัวอย่างเนื้อทุเรียนที่บริเวณพูที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก ด้วยเครื่อง Longwave linear variable filter spectrometer ในห้อง ปฏิบัติการ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 80, 90, 100, 110, 120 และ 127 วันหลังดอกบาน.....54
4.15 การเปรียบเทียบปริมาณมวลแห้ง (DM) ในเนื้อทุเรียน ที่ทำนายโดยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีจากเครื่อง FT-NIR Spectrometer กับวิธีอ้างอิงของชุดตัวอย่างใหม่.....84
4.16 การเปรียบเทียบปริมาณมวลแห้ง (DM) ในของเนื้อทุเรียนที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก ที่ทำนายโดยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีจากเครื่อง FT-NIR Spectrometer กับวิธีอ้างอิงของชุดตัวอย่างใหม่.....84

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)// การประเมินความสุกแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการส่งออกและการประเมินคุณภาพการรับประทานของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการขายในห้างสรรพสินค้าโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสแปกโทรสโกปี

แหล่งเงิน// งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 297,900 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 เดือนตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 เดือนกันยายน 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นางสาวปานมนัส ศิริสมบูรณ์และผู้ร่วมโครงการวิจัย นายพลนน อ่อนไสว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีถูกใช้เป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายในการประเมินคุณภาพการรับประทาน (เนื้อสัมผัส มวลแห้ง และความหวาน) ของทุเรียน ทุเรียน 25 ผล ถูกสแกนแบบสุ่มที่ต้นทุเรียนบริเวณพูที่ใหญ่ที่สุด ด้วยเครื่อง Short wavelength Diode Array Spectrometer (FQA-NIR GUN Fantec, Japan) and longwave linear variable filters near infrared spectrometer (MicroNIR, JDSU, Germany) ในทุกๆ 10 วัน นับจาก 80 วันจนถึง 127 วันหลังดอกบาน (80 days, 90 days, 100 days, 110 days, 120 days and 127 days) ตัวอย่างทั้ง 6 ช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวครอบคลุมความสุกแก่ทุเรียนตั่งแต่ทุเรียนอ่อนจนทุเรียนสุก ใช้ Ethephon ที่ขั้วผลทุเรียนเก็บรักษาไว้ 3 วันที่อุณหภูมิห้องและปล่อยให้สุก ทำการทดลองทั้งหมดที่อุณหภูมิห้อง 26±2 สแกนด้วยเครื่อง FT-NIR Spectrometer, Longwave linear variable filter spectrometer (MICRONIR JDSU, USA) และ Visible and NIR Short wavelength Diode Array Spectrometer ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปหา (เนื้อสัมผัส มวลแห้ง และความหวาน) ด้วยวิธีทางเคมี แบบจำลองที่ดีที่สุดคือปริมาณมวลแห้ง (DM) ที่เนื้อทุเรียน และเนื้อทุเรียนที่หุ้มพลาสติกด้วยเครื่อง FT-NIR Spectrometer ให้ค่า coefficient of determination (r^2) เท่ากับ 0.89, root mean square error of prediction (RMSEP) เท่ากับ 3.60% และ r^2 เท่ากับ 0.83, RMSEP เท่ากับ 4.60% ตามลำดับ เมื่อทดสอบกับตัวอย่างใหม่ พบว่าปริมาณมวลแห้ง (DM) ส่งผลให้ค่า r^2, เท่ากับ 0.88 และ 0.85 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ความสุกแก่ การส่งออก คุณภาพการรับประทาน เนียร์อินฟราเรดสแปกโทรสโกปี

Research Title: Evaluation of maturity of durian (Durio zibethinus Murray CV. Mon Thong) for export and its eating quality for sale in department store by near infrared spectroscopy technique

Researcher: Panmanas Sirisomboon and Phalanon Onsawai

Faculty: Engineering **Department:** Agricultural Engineering

ABSTRACT

Near infrared spectroscopy was used as a non-invasive technique for the evaluation of eating quality (Texture, Dry matter and Soluble solids) of durian. A set of 25 fruits was randomly scanned on tree at the cheek of the biggest locule of each fruit for spectral data using visible and NIR short wavelength diode array spectrometer (FQA-NIR GUN Fantec, Japan) and longwave linear variable filters near infrared spectrometer (MicroNIR, JDSU, USA), every 10 days starting from 80 days until 127 days after fruit onset development covering six levels of maturity (80, 90, 100, 110, 120 and 127 days). After applying ethephon on the fruit stems, the fruits were kept for 3 days at room temperature and allowed to ripen. The laboratory experiment was performed at room temperature (26±2 ℃). Fourier transform near infrared (FT-NIR), FQA-NIR GUN and MicroNIR spectrometers were used to scan the spectrum at the cheek of the biggest locule of fruit, the bottom of fruit, the durian pulp and the plastic wrap-covered pulp. Then, the texture, dry matter and soluble solids values were immediately determined by their standard methods. The optimum models were obtained from dry matter determination scanning at the durian pulp and the plastic wrap-covered pulp by FT-NIR spectrometer. It showed the coefficient of determination (r^2) and root mean square error of prediction (*RMSEP*) of 0.89 and 3.60%, 0.83 and 4.60%, respectively. In addition, the models were used to predict 120 unknown durian samples showing the r^2 of 0.88 and 0.85 for the durian pulp and the plastic wrap-covered pulp, respectively.

Keywords : Durian (Cv. Mon Thong), maturity, export, eating quality, near infrared spectroscopy

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวปานมนัส ศิริสมบูรณ์
นายพลนน อ่อนไสว