

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	73
ประวัติผู้เขียน	88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางอาหารของผลส้มเขียวหวานต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้	9
ตารางที่ 2.2 ชนิดแถบในสเปกตรัมเนียร์อินฟราเรด	14
ตารางที่ 2.3 ตำแหน่งพีกในสเปกตรัมเนียร์อินฟราเรดที่เด่นชัดขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร	15
ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การพิจารณาค่า R และ R ²	29
ตารางที่ 4.1 น้ำหนัก และขนาดของผลส้มในระดับความฟ้ามต่างๆ	48
ตารางที่ 4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มในระดับความฟ้ามต่างๆ	49
ตารางที่ 4.3 ค่าความชื้นของผลส้มในระดับความฟ้ามต่างๆ	50
ตารางที่ 4.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำของผลส้มในระดับความฟ้ามต่างๆ	51
ตารางที่ 4.5 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลส้มในระดับความฟ้ามต่างๆ	52
ตารางที่ 4.6 ผลของสมการเทียบมาตรฐานปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มปกติและ ผลส้มฟ้ามที่สร้างด้วยเทคนิค PLSR	58
ตารางที่ 4.7 ผลของสมการเทียบมาตรฐานปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ของผลส้มปกติและผลส้มฟ้ามที่สร้างด้วยเทคนิค PLSR	59
ตารางที่ 4.8 ผลของสมการเทียบมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลส้มปกติและ ผลส้มฟ้ามที่สร้างด้วยเทคนิค PLSR	60
ตารางที่ 4.9 ผลของสมการเทียบมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายได้ในน้ำ และ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลส้มปกติและ ผลส้มฟ้ามที่ดีที่สุดทั้งวัดที่ชั่วผล และ วัดที่แก่ผล ที่สร้างด้วยเทคนิค PLSR	61
ตารางที่ 4.10 ผลของการทำนายอาการฟ้ามของผลส้มด้วยวิธี MLR-DA โดยใช้ ความยาวคลื่นและตัวแปรที่สำคัญ	64
ตารางภาคผนวก 1 ผลของการทำนายอาการฟ้ามของผลส้มโดยใช้วิธี MLR-DA	76

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆของผลส้ม	8
ภาพที่ 2.2 ช่วงคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรด	12
ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนในแถบโอเวอร์โทนอันดับต่างๆ	14
ภาพที่ 2.4 รูปแบบที่วัตถุเกิดอันตรกิริยา (interaction) กับแสง NIR	17
ภาพที่ 2.5 ความแตกต่างเมื่อแปลงสเปกตรัมด้วย 2nd derivative	20
ภาพที่ 2.6 ความแตกต่างเมื่อแปลงสเปกตรัมด้วย MSC	20
ภาพที่ 2.7 การแปลงข้อมูล spectrum ด้วยวิธี smoothing	21
ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัม NIRs	22
ภาพที่ 3.1 วิธีการประเมินความฟามในแต่ละตำแหน่ง	36
ภาพที่ 3.2 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้ม	37
ภาพที่ 3.3 (ก) แสดงการผ่าส้มออกเป็น 3 ส่วนตามขวาง (ข) แสดงการหั่นเป็น 6 ชั้นของแต่ละส่วน	38
ภาพที่ 3.4 แสดงตำแหน่งกลีบที่นำมาทำน้ำคั้นในผลส้มแต่ละผล	38
ภาพที่ 3.5 ตำแหน่งที่วัดสเปกตรัมบนผลส้ม (1) ขั้วผล (2) แก้มผล และ (3) ด้านล่างผล	40
ภาพที่ 3.6 ตำแหน่งการวางผลส้มบน probe ในการเก็บข้อมูลรอบๆ (1) ขั้วผล (2) แก้มผล (3) ด้านล่างผล	41
ภาพที่ 3.7 แสดงวิธีการวางผลส้มและหมุนไปทางขวากลับละ 90°	41
ภาพที่ 3.8 สรุปขั้นตอนการทดลองทั้งหมดในงานวิจัย	43
ภาพที่ 4.1 ลักษณะเปลือกและเนื้อของผลส้ม (ก) ผลที่มีอาการฟามด้านขั้วผล (ข) ผลปกติด้านขั้วผล (ค) ผลที่มีอาการฟามด้านแก้มผล (ง) ผลปกติด้านแก้มผล	45
ภาพที่ 4.2 ลักษณะการฟามของผลส้มในระดับต่างๆ (ก) อาการฟามเริ่มจากขั้วผล (ข) อาการฟามตรงแก้มผล (ค) อาการฟามเริ่มจากด้านล่างผล	46
ภาพที่ 4.3 อาการฟามของผลส้มในระดับต่างๆ (ก) คะแนน A ไม่มีอาการฟาม (ข) คะแนน B มีอาการฟามน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว (ค) คะแนน C มีอาการฟาม 26-50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว (ง) คะแนน D มีอาการฟาม 51-75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว (จ) คะแนน E มีอาการฟามมากกว่า 76 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.4 สเปกตรัมดั้งเดิม (original spectrum) ของผลส้ม	53
ภาพที่ 4.5 สเปกตรัมของผลส้ม แปลงข้อมูลด้วยวิธี second derivative	54
ภาพที่ 4.6 ผลของ PCA ในการแยก ผลส้มปกติ และ ผลส้มฟ้ามในเปอร์เซ็นต์ต่างๆ	55
ภาพที่ 4.7 ผลของ PCA ในการแยก ผลส้มปกติ ผลส้มฟ้าม 51-75% และผลส้มฟ้าม 76% ขึ้นไป	56
ภาพที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ของ MC ของชุดข้อมูล Calibration set ที่บริเวณข้าวผล แปลงข้อมูลโดย Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides)	62
ภาพที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ของ MC ของชุดข้อมูล Validation set ที่บริเวณข้าวผล แปลงข้อมูลโดย Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides)	62
ภาพที่ 4.10 แผนภาพค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ MC ของผลส้มที่บริเวณข้าวผล แปลงข้อมูลโดย Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides)	63
ภาพภาคผนวก 1 เครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Near infrared spectrophotometer, NIRSystem 6500, Foss NIR system, Silver spring, USA)	74
ภาพภาคผนวก 2 กราฟความสัมพันธ์ของ MC ของชุดข้อมูล Calibration set ที่บริเวณข้าวผล แปลงข้อมูลโดย Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides)	75
ภาพภาคผนวก 3 กราฟความสัมพันธ์ของ MC ของชุดข้อมูล Calibration set ที่บริเวณข้าวผล แปลงข้อมูลโดย Savitzky-Golay smoothing (10 nm average for left and right sides)	75