สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	35
อุปกรณ์	35
วิธีการ	35
ผลและการวิจารณ์	40
สรุป	95
ข้อเสนอแนะ	99
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	100
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก	105
ภาคผนวก ข	114
ภาคผนวก ค	116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ช่วงคลื่นย่านอินฟราเรด	10
2	ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในอาหารกับช่วงอินฟราเรด	13
3	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณกรด ของแก้วมังกรทั้ง 3 แบบ	42
4	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของแก้วมังกรทั้ง 3 แบบที่แบ่งกลุ่ม Calibration และกลุ่ม Validation	45
5	ผลจากการสร้างสมการ Calibration ด้วยวิธี MLRเพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล ปอกเปลือก และคั้นน้ำ	46
6	ค่าปริมาณกรด ของแก้วมังกรทั้ง 3 แบบที่แบ่งกลุ่ม Calibration และกลุ่ม Validation	49
7	ค่าสถิติที่เป็นผลจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี MLR เพื่อทำนายค่าปริมาณกรด ของผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล ปอกเปลือกและคั้นน้ำ	49
8	ค่าสถิติจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ผลแก้วมังกรทั้งแบบใช้ทั้งผล แบบปอกเปลือก และ แบบคั้นน้ำ	54
9	ค่าสถิติจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณกรดในผลแก้วมังกรทั้งแบบใช้ทั้งผล แบบปอกเปลือก และแบบคั้นน้ำ	58
10	ค่าทางเคมีของแก้วมังกรที่อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยวต่างกัน	62
11	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของแก้วมังกรที่อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยวต่างกันที่แบ่งกลุ่ม Calibration และ กลุ่ม Validation	63
12	ผลจากสมการ Calibration เพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลแก้วมังกร แบบใช้ทั้งผล และปอกเปลือก	64
13	ค่าปริมาณกรด ของแก้วมังกรที่อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยวต่างกันที่แบ่งกลุ่ม Calibration และ กลุ่ม Validation	66
14	ผลจากสมการ Calibration เพื่อทำนายค่าปริมาณกรด ของผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล และปอกเปลือก	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ค่าสถิติจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลแก้วมังกรทั้งแบบใช้ทั้งผล และแบบปอกเปลือก	70
16	ค่าจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล และแบบปอกเปลือก	74
17	ค่าจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณกรดใน ผลแก้วมังกรทั้งแบบใช้ทั้งผล และแบบปอกเปลือก	76
18	ค่าจากสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR เพื่อทำนายค่าปริมาณกรดในผลแก้วมังกรทั้งแบบใช้ทั้งผล และแบบปอกเปลือก	80
19	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของการปรับปรุงค่าความแม่นยำในการทำนายค่าของสมการCalibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR	86
20	ปริมาณกรดของการปรับปรุงค่าความแม่นยำในการทำนายค่าของสมการ Calibration ที่สร้างด้วยวิธี PLSR	88
21	สมการเพื่อทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ในผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล ด้วยการแบ่งกลุ่มตามอายุของวันเก็บรักษา ด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR)	93
22	สมการเพื่อทำนายค่าปริมาณกรด ในผลแก้วมังกรแบบใช้ทั้งผล ด้วยการแบ่งกลุ่มตามอายุของวันเก็บเก็บรักษา ด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR)	94
23	ผลการทำนายค่าความแม่นยำของสมการด้วยวิธี MLR, PLSR, PLSRแบบเฉลี่ยทั้งผล และ อิทธพลจากเปลือก	95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ก1	ค่าทางเคมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	108
ค1	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด ในผลแก้วมังกรการทดลองที่ 1	117
ค2	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด ในผลแก้วมังกรการทดลองที่ 2	123
ค3	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด ในผลแก้วมังกรการเก็บรักษา 1 วัน	135
ค4	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด ในผลแก้วมังกรการเก็บรักษา 7 วัน	139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างและผลไม้	5
2	ตำแหน่งที่สัมพันธ์กัน ต้นกำเนิดแสง ตัวอย่าง และตัวตรวจจับ สำหรับการวัดการสะท้อนแสง	6
3	ตำแหน่งที่สัมพันธ์กัน ต้นกำเนิดแสง ตัวอย่างและตัวตรวจจับ สำหรับการวัดการส่งผ่านของแสง	7
4	ตำแหน่งที่สัมพันธ์กัน ต้นกำเนิดแสง ตัวอย่างและตัวตรวจจับ สำหรับการวัดการส่งผ่านส่วนหนึ่งของตัวอย่าง	7
5	การกระทำกับสารในแบบต่าง ๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	11
6	เครื่อง NIR Spectroscopy ที่เชื่อมต่อกับโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์	14
7	ไดอะแกรมแสดงรายละเอียดการทำงานภายในเครื่อง Near Infrared Spectroscopy รุ่น InfraAlyzer 500	14
8	เทคนิคการวัดตัวอย่าง	16
9	ขนาด Segment และ Gap ที่กำหนดในสเปกตรัมเพื่อคำนวณ Derivative	17
10	สเปกตรัม และ Second derivative ของสเปกตรัม	19
11	NIR สเปกตรัม ที่ได้รับผลกระทบแบบ Multiplicative effect ก่อนการปรับแก้ด้วย MSC	19
12	NIR สเปกตรัม ที่ได้รับผลกระทบแบบ Multiplicative effect หลังการปรับแก้ด้วย MSC	20
13	เครื่อง Near Infrared spectrophotometer ยี่ห้อ Bran+Luebbe รุ่น InfraAlyzer 500	37
14	แสดงจุดที่ทำการสแกนผลแก้วมังกร และ แสดงตัวอย่างการทดสอบ	37
15	สเปกตรัมผลแก้วมังกร จากเครื่อง NIR Near Infrared Spectrophoto meter ยี่ห้อ Bran+Luebbe รุ่น InfraAlyzer 500	41
16	Second derivative สเปกตรัมผลแก้วมังกร	41
17	กราฟการวิเคราะห์ชนิดน้ำตาลในชมพู่โดยวิธี HPLC	43
18	กราฟSecond derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกใน การหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยวิธี MLR แบบใช้ทั้งผล	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยวิธี MLR แบบปอกเปลือก	47
20	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ด้วยวิธี MLR แบบคั้นน้ำ	47
21	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณกรดได้ ด้วยวิธี MLR แบบใช้ทั้งผล	50
22	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณกรดได้ ด้วยวิธี MLR แบบปอกเปลือก	50
23	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณกรดได้ ด้วยวิธี MLR แบบคั้นน้ำ	51
24	กราฟระหว่างค่าLog (SSR) กับช่วงความยาวคลื่น จากวิธี MWPLSR เพื่อช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่น เพื่อสร้างสมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลแก้วมังกร แบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข) และ คั้นน้ำ (ค)	55
25	กราฟแสดงค่าการประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล(ก) ปอกเปลือก (ข) และ คั้นน้ำ (ค)	56
26	กราฟระหว่างค่า Log (SSR) กับช่วงความยาวคลื่น จากวิธี MWPLSR เพื่อช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่น เพื่อสร้างสมการทำนายค่าปริมาณกรดในผลแก้วมังกร แบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข) คั้นน้ำ (ค)	59
27	ค่าการประเมินปริมาณกรดในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข) คั้นน้ำ (ค)	60
28	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยวิธี MLR แบบใช้ทั้งผล	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	กราฟ Second derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกในการหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยวิธี MLR แบบปอกเปลือก	65
30	กราฟSecond derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกใน การหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณปริมาณกรดได้ด้วยวิธี MLR แบบใช้ทั้งผล	68
31	กราฟSecond derivative correlation ที่ใช้สำหรับเลือกความยาวคลื่นของเทอมแรกใน การหาสมการ Calibration ทำนายค่าปริมาณปริมาณกรดได้ด้วยวิธี MLR แบบปอกเปลือก	68
32	กราฟระหว่างค่าLog (SSR) กับช่วงความยาวคลื่น จากวิธี MWPLSR เพื่อช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่น เพื่อสร้างสมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลแก้ว มังกรในอายุการเก็บที่แตกต่างกัน แบบทั้งผล (ก) และ ปอกเปลือก (ข)	71
33	ค่าการประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข)	72
34	ค่าการประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข)	75
35	กราฟระหว่างค่าLog (SSR) กับช่วงความยาวคลื่น จากวิธี MWPLSR เพื่อช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่น เพื่อสร้างสมการทำนายค่าปริมาณกรดในผลแก้วมังกรในอายุการเก็บที่แตกต่างกัน แบบทั้งผล (ก) และ ปอกเปลือก (ข)	77
36	ค่าการประเมินปริมาณกรดในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข)	78
37	ค่าการประเมินปริมาณกรดในกลุ่ม Validationของผลแก้วมังกรแบบทั้งผล (ก) ปอกเปลือก (ข)	81
38	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล และ แบบปอกเปลือก	82
39	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล ลบ แบบปอกเปลือก	83
40	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล ลบ แบบปอกเปลือกทำ Second derivative แสดงให้เห็นความแตกต่างของช่วงพีค	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

41	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล และ แบบปอกเปลือกทำ Second derivative แสดงให้เห็นความแตกต่างของช่วงพีค	84
42	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล และ แบบปอกเปลือกที่ได้จากการหารด้วยความยาวคลื่นของเปลือก	85
43	สเปกตรัมของแบบใช้ทั้งผล และ แบบปอกเปลือกที่ได้จากการหารด้วยความยาวคลื่นของเปลือกทำ Second derivative แสดงให้เห็นความแตกต่างของช่วงพีค	85
44	ค่าการประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกร 1100/1384 (ก) 1100-2500/1486 (ข) 1100-2500/1876 (ค)	87
45	ค่าการประเมินปริมาณของกรดได้ในกลุ่ม Validation ของผลแก้วมังกร1100-2500/1384 (ก) 1100-2500/1486 (ข) 1100-2500/1876 (ค)	89
46	ค่า Absorbance ในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ในผลแก้วมังกร	91
47	ความหนาของเปลือกอายุเก็บเกี่ยว (ก) 1 วัน และ (ข) 7 วัน	92

ภาพผนวกที่

ก1	จุดที่ทำการหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในแนวขั้วผลถึงปลายของผลแก้วมังกร	106
ก2	จุดที่ทำการหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในแนวระดับของผลแก้วมังกร	107
ก3	จุดที่ทำการวัดระยะหาเมล็ดแก้วมังกร (ก) แบ่งผลแก้วมังกรเป็น 4 ส่วน(ข) ในแต่ละด้านแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (ค) แบ่งด้านที่วัดเป็น 5 จุด	113