

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ	5
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
กรอบแนวคิด	23
สมมุติฐานการวิจัย	23
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
กลุ่มตัวอย่าง	23
เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ และสารเคมี	23
ขั้นตอนการดำเนินงาน	25
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การศึกษาการใช้โทรศัพท์มือถือหลายยี่ห้อ/รุ่นกับกล่องวัดค่าสี	46

การศึกษาผลจากแสงรบกวนภายนอก	50
ความสัมพันธ์ของค่าสีที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	52
ตรวจสอบความสม่ำเสมอของผลกาแฟสุก	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การตรวจสอบคุณภาพการคั่วเมล็ดกาแฟด้วยกล้องวัดค่าแม่สี	66
การประยุกต์กล้องตรวจวัดค่าแม่สีสำหรับการตรวจสอบการสุกของผลไม้	76
บทที่ 5 การสรุปผล อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
สรุป และอภิปรายผล	84
ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก การเตรียมสารละลาย	92
ภาคผนวก ข ข้อมูลค่าแม่สี	93
ภาคผนวก ค การนำเสนอผลงานที่ได้จากโครงการวิจัย	110
ประวัติผู้วิจัย	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 อุณหภูมิสำหรับคั่วเมล็ดกาแฟลาว แม่ฮ่องสอน และดอยอินทนนท์	39
4.1 ขนาดของโทรศัพท์มือถือที่นำมาทดสอบความสามารถในการยึดจับ	47
4.2 ค่าแม่สีจากสารละลายสีโบรโมไทมอลบลูในละลายบัฟเฟอร์ pH 13	48
4.3 ผลการวัดค่าแม่สีในแต่ละสภาวะแสง	51
4.4 ค่าสี RGB ของโบรโมไทมอลบลูที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	52
4.5 ค่าสี RGB ของโบรโมคลีซอลกรีนที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	55
4.6 ค่าสี RGB ของเมทิลเรดที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	57
4.7 ค่าสี RGB มาตรฐานของผลกาแฟวิเคราะห์จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	60
4.8 ค่าสี RGB ของผลกาแฟสุกที่สุ่มตรวจวิเคราะห์จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	62
4.9 ร้อยละความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐานของผลกาแฟสุกที่สุ่ม	64
4.10 ค่าแม่สี RGB ของกาแฟดอยแม่ฮ่องสอนและดอยอินทนนท์ ทั้งแบบบดและไม่บดที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	66
4.11 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (ไม่บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	70
4.12 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	71
4.13 ค่าแม่สี RGB และค่าความคลาดเคลื่อนของกาแฟลาว (คั่วกลาง) ที่วิเคราะห์โดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	74
4.14 ค่าแม่สี RGB และค่าความคลาดเคลื่อนของกาแฟลาว (คั่วกลาง) ที่วิเคราะห์โดยใช้กล่องวัดค่าแม่สี	74
4.15 ค่าแม่สี RGB และค่าความคลาดเคลื่อนของกาแฟลาว (คั่วเข้ม) ที่วิเคราะห์โดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	75

4.16 ค่าแม่สี RGB และค่าความคลาดเคลื่อนของกาแฟลาว(คั่วเข้ม) ที่วิเคราะห์โดยใช้กล่อง วัดค่าแม่สี	75
4.17 ค่าแม่สี RGB ของกล้วยที่วิเคราะห์โดยใช้และการไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	77
4.18 ค่าแม่สี RGB ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	81

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.1 สูตรการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH ต่างๆโดยการผสมสารละลายแต่ละชนิด	92
ค.1 ค่าสีจากเครื่องวัดสี Hunter Lab ของสารละลายอินดิเคเตอร์	103
ค.2 ค่าแม่สี RGB ของกาแฟดอยแม่สลอง (ไม่บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัด ค่าแม่สี	104
ค.3 ค่าแม่สี RGB ของกาแฟดอยแม่สลอง (บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	105
ค.4 ค่าแม่สี RGB ของกาแฟดอยอินทนนท์ (ไม่บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่า แม่สี	106
ค.5 ค่าแม่สี RGB ของกาแฟดอยอินทนนท์ (บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	107
ค.6 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (ไม่บด) ที่วิเคราะห์โดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	108
ค.7 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (ไม่บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้กล่องวัดค่าแม่สี	119
ค.8 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (บด) ที่วิเคราะห์โดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	110
ค.9 ค่าแม่สี RGB มาตรฐานของกาแฟลาว (บด) ที่วิเคราะห์โดยใช้กล่องวัดค่าแม่สี	111
ค.10 ค่าแม่สี RGB ของกล้วย จากการใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	112
ค.11 ค่าแม่สี RGB ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ จากการใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	114

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผลเซอร์รูกาแฟ	7
2.2 สารกาแฟ (Green bean)	9
2.3 สีของกาแฟคั่วแต่ละระดับ (ก) คั่วอ่อน (ข) คั่วกลาง และ (ค) คั่วเข้ม	9
2.4 สีของกล้วยระยะการสุกระยะที่ 1-8 (ดิบ-งอม)	13
2.5 ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่	14
2.6 ภาพโครงสร้างการผสมสี	16
2.7 โครงสร้างการผสมสีแบบบวก	17
2.8 โครงสร้างการผสมสีแบบลบ	17
2.9 แผนภาพระบบสี L-a-b ของ CIE Lab scale	19
2.10 แอปพลิเคชัน Rgb color picker	20
2.11 แอปพลิเคชัน Color match	20
3.1 โครงสร้างแต่ละส่วนของกล่องวัดค่าแม่สี	26
3.2 แผ่นอะคริลิคส่วนฝาเปิดด้านหน้ากล่อง	28
3.3 ชั้นส่วนยึดจับโทรศัพท์มือถือในแนวตั้งและแนวนอน	29
3.4 โครงสร้างภายนอกกล่องเมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์	29
3.5 แสดงการติดตั้งส่วนควบคุมแสงสว่างภายในกล่อง	30
3.6 (ก) ส่วนบรรจุตัวอย่างด้วยหลอดทดลอง (ข) ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบกล่อง (ค) แสดงการใส่เข้า - ออกจากกล่องควบคุมสภาวะ	30
3.7 ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบใช้หลอดทดลอง (ก) โครงสร้าง (ข) ภาพอุปกรณ์จริง	31
3.8 ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบใช้กล่อง (ก) โครงสร้าง (ข) ภาพอุปกรณ์จริง	31
3.9 ที่ค้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนบรรจุสารละลายพลิกตัวเมื่อเกิดการกระแทก	32
3.10 แอปพลิเคชัน Play store	32
3.11 การค้นหาแอปพลิเคชัน RGB color picker ในแถบค้นหา	33
3.12 เลือกแอปพลิเคชัน RGB color picker	33

3.13	การติดตั้งแอปพลิเคชัน	34
3.14	หน้าแรกของแอปพลิเคชัน	34
3.15	การบันทึกค่าแม่สี RGB	35
3.16	รายละเอียดค่า RGB	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.17	รูปตัวอย่างการแปลงค่า $L^*a^*b^*$ เป็น RGB โดย Color match	36
3.18	สีมาตรฐานผลกาแพ (ก) สีเขียว (ข) สีเขียวส้ม (ค) สีแดงส้ม (ง) สีแดง และ (จ) สีแดงเข้ม	38
3.19	ลักษณะของเมล็ดกาแพดิบและคั่วจากแหล่งต่างๆ	42
3.20	ขั้นตอนการวัดกาแพคั่วโดยใช้กล่องวัดสี (ก) ไม่บด และ (ข) บด	43
3.21	ขั้นตอนการวัดกาแพคั่วโดยไม่ใช้กล่องวัดสี (ก) ไม่บด และ (ข) บด	43
3.22	ขั้นตอนการวัดกาแพคั่ว (ก) ใช้กล่องวัดสี และ (ข) ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	44
3.23	ขั้นตอนการวัดสีของกล้วยวิเคราะห์โดย (ก) ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และ (ข) ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	45
3.24	การวัดสีของมะม่วงหาวมะนาวโห่ วิเคราะห์โดย (ก) ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และ (ข) ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	45
4.1	การยื่นที่ยึดจับโทรศัพท์มือถือของกล่องวัดค่าสีตามแนวขวางและแนวตั้ง	46
4.2	แสดงการยึดจับโทรศัพท์มือถือทั้ง 7 เครื่อง	47
4.3	กราฟเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีโบรมไท- มอลบลู กับค่า RGB-based value	50
4.4	ค่าแม่สีของโบรมไทมอลบลูจากการวัดด้วยโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	53
4.5	ค่าแม่สีของโบรมโคลีซอลกรีนจากการวัดด้วยโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	56
4.6	ค่าแม่สีของเมทิลเรดจากการวัดด้วยโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	58

4.7	ค่าแม่สีของผลกาแฟจากการวัดด้วยโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab	61
4.8	ค่าแม่สีของกาแฟดอยแม่สลอง(ไม่บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	67
4.9	ค่าแม่สีของกาแฟดอยแม่สลอง(บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	67
4.10	ค่าแม่สีของกาแฟดอยอินทนนท์(ไม่บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	68
4.11	ค่าแม่สีของกาแฟดอยอินทนนท์(บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	68
4.12	ค่าแม่สีของกาแฟลาว(ไม่บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	72
4.13	ค่าแม่สีของกาแฟลาว(บด) จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	72
4.14	ระยะการสุกของกล้วยหอม	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4.15	ค่าแม่สีของกล้วยที่ระยะการสุกทั้งหมด 4 ระยะ จากการวัดโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	78
4.16	ระยะการสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่	80
4.17	ค่าแม่สีของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ระยะการสุก 5 ระยะ จากการวัดโดยใช้ และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี	82
ง.1	ต้นกาแฟขุนช่างเคี่ยน	116
ง.2	ผลกาแฟขุนช่างเคี่ยน	116
ง.3	ผลกาแฟขุนช่างเคี่ยนที่เกษตรกรเก็บเกี่ยว	117
ง.4	เครื่องบดกาแฟ ยี่ห้อ L-Beans	117