

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(2)
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
สารบัญ	(5)
สารบัญรูป	(6)
สารบัญตารางผนวก	(8)
สารบัญรูปผนวก	(9)
บทนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ ระยะเวลา สถานที่ทำการทดลอง	5
วิธีการ	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุป	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	41

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ลักษณะการดูดซับแสงของคลอโรฟิลล์ของใบไม้ต่างชนิดกัน	3
รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องต้นแบบ	4
รูปที่ 3 การใช้เครื่องมือต้นแบบวัดข้อมูล (ก.) เปรียบเทียบ กับเครื่อง SPAD-502 (ข.)	7
ในการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบข้าวในกระถางทดลอง	
รูปที่ 4 การใช้เครื่องต้นแบบวัดใบข้าว เพื่อใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ และไนโตรเจนในใบข้าวในสภาพแปลง	8
รูปที่ 5 เป็นวงจรไดอะแกรม ของเซ็นเซอร์กำเนิดแสง	9
รูปที่ 6 ต้นแบบโครงสร้างของหัวเซ็นเซอร์	10
รูปที่ 7 คริปหัวเซ็นเซอร์	11
รูปที่ 8 แสดงในส่วนของ IR LED และ RED LED และ โฟมสำหรับกันแสงจากภายนอก	11
รูปที่ 9 แสดงให้เห็นในส่วนของ photo detector ที่วางไว้ด้านล่างสุดของหลุม	12
รูปที่ 10 วงจรสร้างแรงดันอ้างอิงสำหรับ LED สีแดงและ อินฟราเรด	13
รูปที่ 11 แสดง Pin configuration ของ LCB110	14
รูปที่ 12 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ Opto analog switch LCB110	14
รูปที่ 13 วงจรควบคุม voltage ที่จะป้อนให้กับวงจรขับ LED	15
รูปที่ 14 สัญญาณควบคุม RED LED และ IR LED	15
รูปที่ 15 วงจร ขับ LED	17
รูปที่ 16 วงจร Regulator 5 volt	18
รูปที่ 17 บล็อกไดอะแกรมภายในของ 78L05	18
รูปที่ 18 วงจรสร้างแรงดันไฟเลี้ยงลบ 5 volt	19
รูปที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพ และ กระแส load	20
รูปที่ 20 วงจรแปลงความเข้มแสงเป็นแรงดัน	20
รูปที่ 21 Photodiode spectral responsivity	21
รูปที่ 22 Flowchart การทำงาน	22
รูปที่ 23 Flowchart การทำงาน	23
รูปที่ 24 วงจรตรวจจับ Low battery	24
รูปที่ 25 วงจรสร้างแรงดันอ้างอิงสำหรับ A/D	25
รูปที่ 26 บล็อกไดอะแกรมของ dsPIC30F2010	27
รูปที่ 27 การเชื่อมต่อหน่วยแสดงผลกับ CPU	28

## สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 28 เปรียบเทียบค่า คลอโรฟิลล์อินเด็ก กับสัดส่วนของ $\frac{\Delta R}{\Delta IR}$	29
รูปที่ 29 แสดงความสัมพันธ์ของ chlorophyll index กับ ln value ของอัตราส่วน del RED/ del IR	30
รูปที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือต้นแบบกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบข้าวที่ปลูกในกระถางทดลอง	32
รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือต้นแบบกับปริมาณไนโตรเจนของใบข้าวที่ปลูกในกระถางทดลอง	32
รูปที่ 32 ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD-502 (ก) และเครื่องมือต้นแบบ (ข) ที่วัดจากใบของต้นข้าว (จำนวน 60 ใบ) ในกระถางทดลองที่มีการให้น้ำที่แตกต่างกัน 3 สิ่งทดลองในช่วง 28 วันหลังใส่ปุ๋ย (เส้นตั้ง LSD 0.05)	33
รูปที่ 33 ค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (A และ B ตามลำดับ) ค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์ และปริมาณไนโตรเจนจากการวิเคราะห์ (C และ D ตามลำดับ) ของต้นข้าวในกระถางทดลองที่มีการให้น้ำแตกต่างกัน 3 สิ่งทดลอง	34
รูปที่ 34 ค่าเฉลี่ยการแตกกอเฉลี่ยของต้นข้าวในกระถางทดลองที่มีการให้น้ำแตกต่างกัน 3 สิ่งทดลอง (เส้นตั้งคือ LSD 0.05)	35
รูปที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือต้นแบบและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบข้าวในแปลงทดลอง	35
รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือต้นแบบกับปริมาณไนโตรเจนของใบข้าวในแปลงทดลองรูปที่ 37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดของเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ และเครื่อง SPAD ในแปลงทดลองของใบข้าวในแปลงทดลอง	36

## สารบัญตารางผนวก

	หน้า
ตารางผนวกที่ 1 แสดงธาตุอาหาร N P K และ pH ของดินที่ใช้ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยสุ่ม จำนวน 6 ตัวอย่าง	43

## สารบัญรูปผนวก

	หน้า
รูปผนวกที่ 1 รูปแบบของเครื่องมือ	42
รูปผนวกที่ 2 ส่วนประกอบและวงจรภายในเครื่องต้นแบบ	43
รูปผนวกที่ 3 ขั้นตอนการสกัดคลอโรฟิลล์โดยใช้โคมทิลซัลโฟไซด์ (ก) ลักษณะการตัดใบข้าวเป็นชิ้นเล็กๆ (ข) ใบข้าวที่ทำการชั่งน้ำหนัก แล้วใส่ในหลอดทดลอง (ค) เดิมสารโคมทิลซัลโฟไซด์ ลงในหลอดทดลอง (ง) นำไปตัวอย่างไปใส่ในอ่างควบคุม อุณหภูมิ (จ) ลักษณะสีของสารละลายที่ได้จากการสกัดคลอโรฟิลล์ (ฉ) การกรองสารละลายที่ได้จากการสกัด	
รูปผนวกที่ 4 เครื่องวัดการส่องผ่านของแสง (Spectrophotometer)	46
รูปผนวกที่ 5 สภาพต้นข้าวในกระถางที่ปลูกในโรงเรือนกระจกภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีการให้น้ำแตกต่างกัน 3 ระดับ	47
รูปผนวกที่ 6 สภาพต้นข้าวในแปลงนาที่ปลูกในศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดพัทลุง	48
รูปผนวกที่ 7 การเก็บตัวอย่างใบข้าวที่ปลูกในศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดพัทลุง เพื่อนำไปวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ	48