บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย (เรวัต, 2541) จากข้อมูลในปี 2547 ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวได้มากถึง 9,989,730 ตัน เป็นมูลค่า 108,393.25 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2548) สำหรับการผลิตข้าวนั้นการให้ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง ซึ่งหากเกษตรกรสามารถทราบถึงความต้องการที่เหมาะสมของธาตุอาหารข้าวก็จะสามารถลดต้นทุนการผลิตและสามารถให้ปุ๋ยแก่ข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย ดังนั้นการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถวัดปริมาณไนโตรเจนในใบข้าวจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยเกษตรกรในการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมได้ ในปัจจุบันมีเครื่องมือทางการค้าที่ใช้ในการวัดปริมาณไนโตรเจนในใบพืชซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ เครื่องมือ SPAD-502 และมีรายงานของการวัดเพื่อประเมินธาตุอาหารในใบพืชหลายชนิดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ปริมาณไนโตรเจนในใบพืช ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังเช่นรายงานของ Nielsen และคณะ (1995a, b) ที่ใช้เครื่องมือ SPAD-502 เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในใบของแอปเปิล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการใส่ปุ๋ยอย่างเหมาะสม Sibley และคณะ (1996) พบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือ SPAD-502 มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ในใบเมเปิลแดง ดังนั้นมีการนำไปประเมินธาตุอาหารในใบไม้ผลชนิดอื่นๆ เช่น ส้มเกลี้ยง (Hong and Xiang, 1999), ส้มเกรปฟรุต (grapefruit) (Li *et al.*, 1998) และสาลี่ (Peryea and Kammereck, 1997) เป็นต้น แต่ในปัจจุบันเครื่องมือดังกล่าวประเทศไทยต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศและมีราคาค่อนข้างสูงสำหรับเกษตรกร คือ ประมาณ 80,000 บาทต่อเครื่อง (ข้อมูลติดต่อส่วนตัวจากบริษัทไทยวิคตอรี่ประเทศไทย ในปี 2548) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวให้เป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้สะดวกในสภาพนาข้าวของประเทศไทยและเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูก โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบเพื่อประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบข้าว เพื่อช่วยให้ชาวนาสามารถนำไปตรวจวัดเพื่อประเมินความสมบูรณ์ของข้าวเพื่อปรับปรุงการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวได้

การตรวจเอกสาร

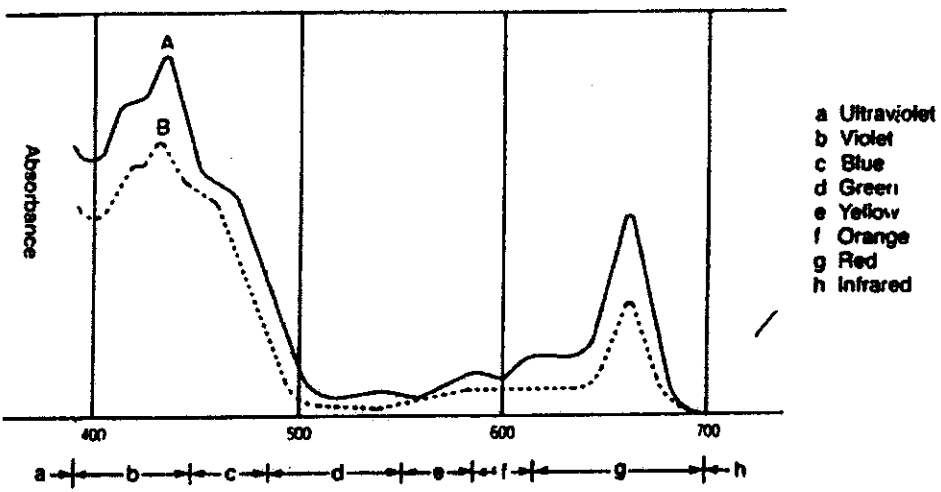
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

คลอโรฟิลล์มิเตอร์ จัดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ได้โดยไม่ต้องทำลายใบพืช เป็นวิธีการที่สะดวกและวัดผลได้รวดเร็ว (Minolta Corp., Ltd, 1986; Chang and Robison, 2003; Ladha *et al.*, 1998; Azia and Stewart, 2001; Li *et al.*,1998) เครื่องมือชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นในญี่ปุ่นเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณไนโตรเจนและความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว (Chubachi *et al.*,1986. อ้างโดย Chang and Robison, 2003.) ต่อมาได้มีการศึกษาการใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ในการประเมินปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในพืชหลายชนิดด้วยกัน เช่น ข้าว (Yang *et al.*, 2003; Ladha *et al.*, 1998; Hassain *et al.*, 2000) ข้าวโพด (Chapman and Barreto, 1997) ฝ้าย (Feibo *et al.*, 1998) แอปเปิล (Neilsen *et al.*, 1995) ส้มเกรปฟรุต (Li *et al.*, 1998) เมเปิลแดง(Sibley *et al.*, 1996) เงาะและลองกอง (สุภาณีและสายัณห์, 2545) จากการศึกษาของ Li และคณะ (1998) ซึ่งได้ทำการศึกษาการใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์วัดปริมาณของคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนของใบส้มเกรปฟรุต พบว่าปริมาณไนโตรเจนและค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์ กันสูง Azia และ Stewart (2001) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากน้ำคั้นของใบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ของใบแตงเทศ (muskmelon) พบว่า ค่าที่ได้จากน้ำคั้นและค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง Shi และ Byrne (1995) ทำการศึกษาอัตราการเกิดอาการใบด่างเหลือง (chlorosis) กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ของต้นตอของพืช ปรากฏว่าอัตราการเกิดใบด่างเหลืองกับค่าที่ได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่วัดได้มีค่าต่ำและอัตราการเกิดคลอโรซิสจะสูง Sibley และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาระดับไนโตรเจนในใบด้วยเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) และการสกัดคลอโรฟิลล์ในใบสำหรับคัดเลือกพันธุ์ของเมเปิลแดง ในปี 1995 Neilsen และคณะ ได้ทำการศึกษาปริมาณไนโตรเจนในใบของแอปเปิลจำนวน 4 พันธุ์ โดยปลูกในแปลงที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรทโดยวิธีการให้ทางระบบน้ำ เมื่อทำการวัดผลด้วยเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ปรากฏว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ นอกจากนี้ Kodani และคณะ (2002) ได้ใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ในการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในทรงพุ่มของ *Fagus crenata* ในปี 2002 Czapar และคณะ ได้ใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์วัดปริมาณไนโตรเจนในใบข้าวโพดที่มีการปลูกแฮรีเวทช์ (hairy vetch) เป็นพืชคลุมอีกด้วย สำหรับประเทศไทยนั้นการศึกษาการใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ยังมีอยู่น้อย โดยจากการศึกษาของ สุภาณีและสายัณห์ (2545) ได้ทำการศึกษาการใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบของลองกองและเงาะ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่

อ่านได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบ พบว่า ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบของเงาะและลองกองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

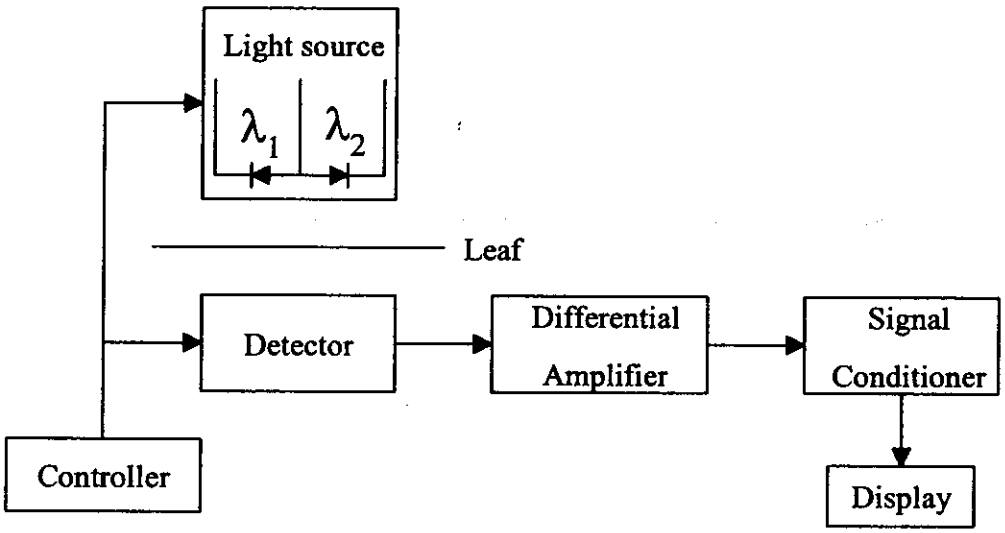
หลักการพื้นฐานของตัวตรวจวัดของเครื่องวัดคลอโรฟิลล์

เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบไม้ของพืชมีหลักการทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติการดูดซับแสงของคลอโรฟิลล์ในใบไม้ของพืชพิจารณาในรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ในใบไม้ที่แตกต่างกัน 2 ชนิดคือใบไม้ชนิด A และชนิด B ซึ่งจะสังเกตได้ว่าใบไม้ชนิด A และชนิด B สามารถดูดกลืนแสงได้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันโดยที่ใบไม้ B จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่น้อยกว่าใบไม้ A



รูปที่ 1 ลักษณะการดูดซับแสงของคลอโรฟิลล์ของใบไม้ต่างชนิดกัน

ด้วยหลักการดังกล่าวนี้ทำให้สามารถสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับในการวัดคลอโรฟิลล์ด้วยการส่องแสงที่มีช่วงความยาวคลื่น 650 nm ซึ่งเป็นแสงสีแดงและช่วงความยาวคลื่น 940 nm ซึ่งเป็นแสงอินฟาเรดผ่านใบไม้ของพืชที่ต้องการวัดคลอโรฟิลล์ซึ่งในใบไม้ของพืชจะดูดซับแสงส่วนหนึ่งไว้ทำให้แสงที่ผ่านมีปริมาณน้อยลง สำหรับบล็อกไดอะแกรมของเครื่องต้นแบบจะแสดงไว้ดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องต้นแบบ

จากรูปที่ 2 จะมีหัวเซ็นเซอร์ที่ให้แสงแดงที่มีความยาวคลื่น λ_1 = 650 nm และแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่น λ_2 = 940 nm เริ่มต้นหัวเซ็นเซอร์จะปล่อยแสงสีแดง ตัวตรวจจับแสง (Photo detector) จะวัดค่าความเข้มแสงหลักจากที่แสงผ่านใบไม้ไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นไดโอดเปล่งแสงสีแดงก็จะหยุดทำงาน ต่อไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดจะปล่อยแสงออกไป ตัวตรวจจับแสงจะวัดค่าความเข้มแสงอินฟาเรดอีกเช่นกัน จากนั้นไดโอดเปล่งอินฟาเรดจะหยุดทำงาน ขั้นตอนเหล่านี้จะสลับกันทำงานเรื่อยโดยอาศัยการควบคุมจากชุดควบคุมที่ต่ออยู่ สำหรับค่าแรงดันจากแสงแต่ชนิดที่ตรวจวัดได้จากหัวเซ็นเซอร์จะนำไปหาค่าอัตราส่วน R โดยกำหนดให้

$$R = \frac{V_{\lambda_1}}{V_{\lambda_2}}$$

โดยที่ V_{λ_1} เป็นระดับแรงดันของแสงสีแดงที่ตัวตรวจวัดแสงวัดได้

V_{λ_2} เป็นระดับแรงดันของแสงสีอินฟาเรดที่ตัวตรวจวัดแสงวัดได้

ซึ่งในใบไม้ที่มีค่าคลอโรฟิลล์ต่างกันจะให้ค่า R ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การหาอัตราส่วน R จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดจากความหนาและสภาพทางกายภาพภายนอกของใบไม้แต่ละชนิดที่แตกต่างกันได้ด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบในการวัดคลอโรฟิลล์ในใบเพื่อใช้ประเมินคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนของใบข้าวในสภาพนาข้าวของไทย

2. เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศให้ได้เครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้กับการประเมินใบข้าวพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย และเป็นการช่วยลดการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศด้วย

ระยะเวลา เมษายน 2549 – มีนาคม 2550

สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์
2. โรงเรือนกระจกภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์
3. แปลงทดลองข้าว ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง