

การประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบยอดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลเปรียบเทียบกับการใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502)

Estimation of Nitrogen Content in Y-leaf of Rice cv. Khao Dok Mali 105

by Analyzing Color Digital Camera Image Compared with Chlorophyll Meter (SPAD-502)

นิญา ปันดอนไฟ (Niya Pundonfai)* ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา (Dr.Sakda Jongkaewwattana)**

ดร.อรวรรณ ฉัตรสิริรุ่ง (Dr.Arawan Shutsrirung)***

บทคัดย่อ

สีเขียวของใบข้าวสามารถบ่งบอกปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในต้นข้าวได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพลวัตของปริมาณไนโตรเจนในใบข้าวที่ประเมินด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) เปรียบเทียบกับภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัล การประเมินความเขียวของใบถูกใช้เป็นดัชนีค่าสีใบในการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในการปลูกข้าว ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และให้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) ในอัตราที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 30 60 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ที่สิ้นสุดระยะการแตกกอ และใช้ SPAD-502 กับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลประเมินระดับสีใบของใบยอดที่คลี่เต็มที่แล้ว (Y-leaf) และนำไปวัดปริมาณไนโตรเจนในใบยอดนั้นตามแต่ละระยะการเจริญเติบโต ซึ่งพบว่าทั้ง 2 วิธีในการประเมินดัชนีสีใบแสดงความสัมพันธ์ในทางที่นำพอกับปริมาณไนโตรเจนในใบ นอกจากนี้ผลของการศึกษานี้พบว่าระยะกำเนิดช่อดอกค่าที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่มากกว่า 29 และค่าดัชนีสีใบที่ประเมินจากภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลที่มากกว่า 8.8 เป็นตัวชี้วัดที่บอกความเพียงพอของไนโตรเจนในข้าวในการสร้างผลผลิตสูง

ABSTRACT

Green color of rice leaves could be used to indicate the availability of nitrogen content in rice plant. This study aims to investigate the dynamic of nitrogen content of rice leaves using chlorophyll meter (SPAD-502) in comparison with photo taken using digital camera. The evaluation of greenness of leaves could be used as color index for optimum nitrogen fertilizer management in rice production practices. Design of the experiment was Randomized Complete Block Design with 3 replications. Rice cv. KDML105 was planted under 5 differences nitrogen application level ie.0, 30, 60, 90 and 120 kg.N/rai. Nitrogen (46-0-0) was applied at the end of tillering stage. Fully expanded young leaves (Y-leaf) was evaluated the level of greenness using SPAD 502 and digital camera at each growth stage prior to measure leaf nitrogen content. Result indicated that both methods of evaluating color index of leaves showed satisfactory relationship with leaf nitrogen content. Furthermore, the results of this study suggested that the spad value greater than 29 and color index greater than 8.8 obtained at panicle initiation were indicator of sufficient nitrogen in rice for producing high yield.

คำสำคัญ: ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์มิเตอร์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

Key Word: Nitrogen, Chlorophyll meter, Digital camera

*นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ (พืชไร่) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**รองศาสตราจารย์สาขาวิชาพืชไร่ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

***อาจารย์ สาขาวิชาพืชไร่และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทนำ

สีเขียวของพืชที่เรามองเห็นเป็นผลจากการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ภายในเซลล์พืช ซึ่งคลอโรฟิลล์มีหน้าที่จับพลังงานแสงมาใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างสารสังเคราะห์ (assimilate) และถ่ายเทไปยังส่วนต่างๆของพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (เฉลิมพล, 2542) โดยคลอโรฟิลล์มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ไนโตรเจน (Slocum, 1991) ถ้าพืชขาดไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงส่งผลให้ใบพืชมีสีซีดเหลือง (Chlorosis) ทำให้การสังเคราะห์แสง และสร้างสารสังเคราะห์ลดลงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทางด้านต้นและใบ และส่งผลต่อผลผลิตของพืชในที่สุด ดังนั้นไนโตรเจนจึงเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการผลิตพืช ในการปลูกข้าวถ้าต้นข้าวได้รับไนโตรเจนที่เพียงพอจะทำให้มีการสังเคราะห์แสงสร้างสารสังเคราะห์ที่เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านต้นและใบ (การขยายพื้นที่ใบ การแตกกอ) การเจริญเติบโตในระยะแพร่พันธุ์ (การสร้างรวง จำนวนดอกที่สมบูรณ์ และขนาดของเปลือก) และผลผลิตของข้าว (Mac, 2010)

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกข้าวจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด ถ้าเราทราบปริมาณความต้องการไนโตรเจนของข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตซึ่งสามารถดูได้จากปริมาณของไนโตรเจนในต้นข้าว (Pagola, 2008) ข้าวเป็นพืชที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนและจะแสดงออกทางสีใบและลักษณะการเจริญเติบโตของต้น (Mac, 2010) ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในดินจึงมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนภายในต้นพืชและคลอโรฟิลล์ในใบ จึงได้มีการนำความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ในใบและสีใบมาเป็นดัชนีชี้วัดการขาดไนโตรเจนในต้นข้าว ปัจจุบันมีการประเมินปริมาณไนโตรเจนในพืชหลายวิธี เช่น การใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบพืชเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ไม่ทำลายพืช

และเป็นวิธีที่มีการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ (Ladha et al., 1998; Hussain, 2000) และมีการใช้งานในพืชหลายชนิด เช่น ข้าว (Hussain, 2000; Debtanu, 2004; Esfahani, 2007; อริรัตน์, 2542) ข้าวโพด (กิ่งเพชร, 2554: สืบสกุล, 2554) ผักโขม (Liu et al., 2006), ธัญพืช (Lebail et al., 2005; Arregui et al., 2006) มันฝรั่ง (Wu et al., 2007) เป็นต้น ซึ่งทำให้ได้ผลในการประเมินปริมาณไนโตรเจนที่น่าเชื่อถือ แต่มีข้อจำกัดคือมีราคาค่อนข้างสูง (Debtanu, 2004) การถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลเป็นวิธีการประเมินไนโตรเจนโดยการใช้กล้องดิจิทัลถ่ายภาพใบพืชแล้ววิเคราะห์หาองค์ประกอบสี R (Red), G (Green) และ B (Blue) ไปคำนวณหาค่าดัชนีความเข้มของสีใบ (Pagola, 2008) ซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกใช้ในพืชหลายชนิดแล้ว เช่น ข้าวสาลี (Jia, 2007) ข้าว (Jia, 2009) และข้าวโพด (กิ่งเพชร, 2554; สืบสกุล, 2554) เป็นต้น พบว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการประเมินไนโตรเจนโดยใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์

ซึ่งทั้ง 2 วิธีเป็นวิธีที่เกษตรกรสามารถทำได้เอง ง่าย และรวดเร็ว โดยมีการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นแล้วพบว่าวิธีที่มีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ แต่ยังไม่สามารถบ่งบอกถึงปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ให้ข้าวได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่ศึกษาพลวัตของปริมาณไนโตรเจนในใบยอดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ประเมินด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) และการวิเคราะห์ภาพถ่ายสีจากกล้องดิจิทัลตามระยะพัฒนาการ เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดปริมาณไนโตรเจนที่เพียงพอในข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมกับความต้องการไนโตรเจนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงสุด

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ได้ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองสถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม-

พฤศจิกายน 2554 ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปลุกโดยใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยมีกรรมวิธี (treatment) ให้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) ในอัตราที่แตกต่างกัน 5 อัตรา ได้แก่ 0, 30, 60, 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ที่สิ้นสุดระยะแตกกอของข้าวเพียงครั้งเดียว ทำการปักดำข้าวโดยใช้ต้นกล้าอายุ 25 วัน ปักดำต้นกล้า 2 ต้น /หลุม โดยปลูกเป็นแถวในแปลงย่อยขนาด 6 x 3 เมตร ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร ทำคั่นกันระหว่างแปลงย่อยทุกแปลง รวมแปลงย่อยทั้งหมด 15 แปลง ทำการปักดำวันที่ 7 สิงหาคม 2554 ในระหว่างการดำเนินการทดลองมีการควบคุมดูแลการให้น้ำ การป้องกันศัตรูพืชและกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม และใส่ปุ๋ยทริปปี้ลซูปเปอร์ฟอสเฟต (สูตร 0-46-0) อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (สูตร 0-0-60) อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ในทุกแปลงปลูก เมื่อปักดำได้ 15 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. การวัดค่าความเข้มสีของใบข้าว

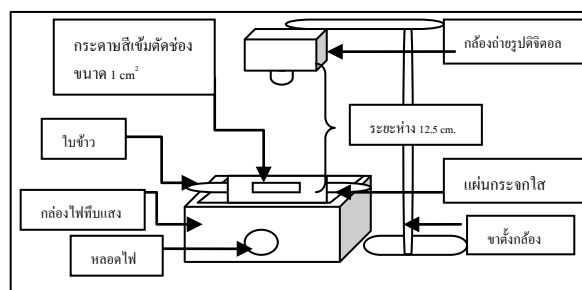
1.1 การใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502)

ใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ยี่ห้อ Minolta วัดค่าความเข้มของสีใบยอดโดยวัดที่ใบอ่อนที่ใกล้เต็มที่แล้ว (Y-leave) ที่ส่วนยอดของต้นแม่ (main stem) ตามระยะพัฒนาการที่กำหนด ได้แก่ ระยะกล้า ระยะเริ่มแตกกอ ระยะกำลังแตกกอ ระยะแตกกอเต็มที่ ระยะกำเนิดช่อดอก ระยะตั้งท้อง ระยะออกรวง และระยะแป้งอ่อน โดยสุ่มตัวอย่างต้นข้าวจำนวน 2 กอ และเลือกต้นแม่กอละ 1 ต้น (ต้นที่อยู่ตรงกลางกอและเป็นต้นที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุดที่สุด) แล้ววัดค่าความเข้มของสีใบยอดโดยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ดังนี้

1.2 ประเมินระดับสีของใบยอดด้วยภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล

1.2.1) การถ่ายภาพสีใบยอดของข้าว(Y-leave) ด้วยกล้องดิจิทัลเริ่มด้วยการตัดใบยอดของข้าวซึ่งเป็นใบเดียวกับที่ถูกวัดค่าดัชนีความ

เข้มของสีใบโดยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยนำใบยอดนั้นมาถ่ายภาพโดยใช้กล้องดิจิทัล SLR SONY รุ่น α 200 ใช้เลนส์ Sigma Macro 100 mm. และกล้องที่บแสงที่มีหลอดไฟตะเกียบฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 8 วัตต์ ชนิด day light ติดอยู่ด้านในเพื่อลดความแปรปรวนของแสง ส่วนด้านบนของกล้องจะติดเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วปิดด้วยกระจก ด้านข้างของกล้องติดขาตั้งกล้องโดยระยะของขาตั้งกล้องกับตัวกล้องเท่ากับ 28.5 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างเลนส์และใบข้าวสูง 12.5 เซนติเมตร ตั้งค่ากล้องโดยการปรับ shutter speed 1/13, iso 200 และ F 5.6 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงวิธีการตั้งกล้องถ่ายภาพสีของใบยอดด้วยกล้องดิจิทัล

แล้วนำรูปที่ได้ตามวิธีการข้างต้นไปเลือกเอาส่วนที่ไม่ใช่ภาพของสีใบออกให้เหลือเฉพาะสีเขียวของใบเท่านั้น โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop cs3 หลังจากนั้นนำภาพไปประเมินค่า R (Red), G (Green) และ B (Blue) โดยอ่านค่าสีที่ฟังก์ชัน Histogram แล้วคำนวณตามสูตรดัชนีความเข้มสีใบ (Leaf color index) ดังสมการ

$$\text{ดัชนีความเข้มสีใบ} = \left[\frac{1}{(0.7582IR - BI - 0.1168IR - GI + 0.6414IG - BI)} \right] \times 1000$$

(ดัดแปลงจากวิธีการของ Pagola *et al.*, 2008 โดย กิ่งเพชร, 2554)

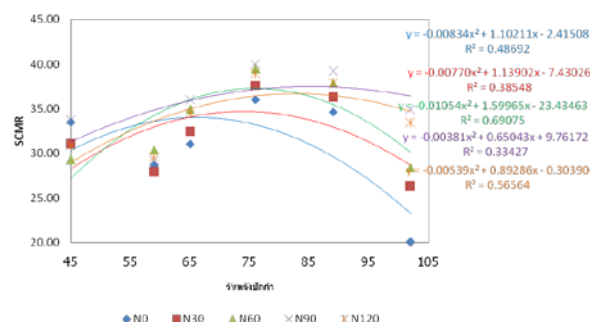
3. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืช

วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในส่วนใบยอด ซึ่งเป็นใบเดียวกับที่ถูกวัดค่าดัชนีความเข้มของสีใบ โดยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) และถูกถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลนำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาบดละเอียด และนำไปอบแห้งอีกครั้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำออกมาเก็บไว้ในหม้อแก้วที่มีสารดูดความชื้นเพื่อรอให้เย็นตัวลง แล้วนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่มีในตัวอย่างดังกล่าวต่อไป โดยการวิเคราะห์ไนโตรเจนด้วยวิธี Micro Kjeldahl (McKenzie, 1954)

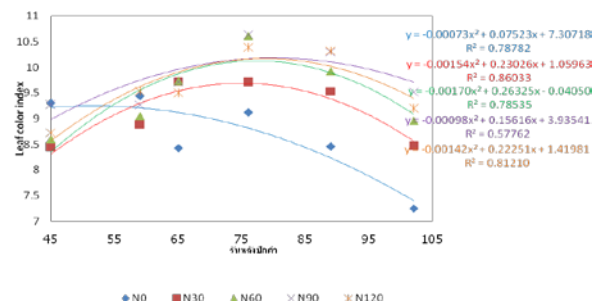
ผลการวิจัย

1) พลวัตของค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), Leaf color index และ ปริมาณไนโตรเจน (%)

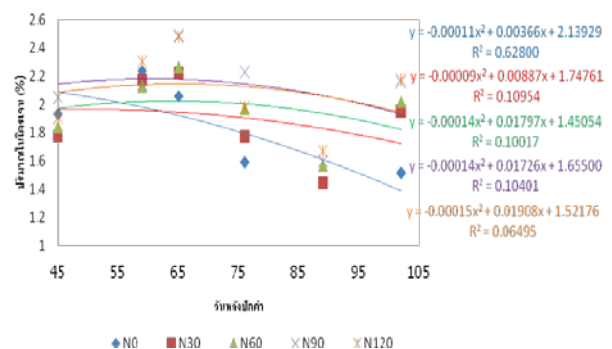
ภาพที่ 2, 3 และ 4 แสดงค่า SCMR, Leaf color index และ ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดข้าวตามระยะพัฒนาการ พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มของค่า SCMR, Leaf color index และ ปริมาณไนโตรเจน (%) เพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะแตกกอ-ตั้งท้อง แล้วหลังจากนั้นจะเริ่มลดลง ส่วนข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจะมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ระยะแตกกอ ส่วนผลของอัตราไนโตรเจน พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่า SCMR, Leaf color index และ ปริมาณไนโตรเจน (%) เพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ย



ภาพที่ 2 ค่า SCMR ของใบยอดของข้าวตามระยะพัฒนาการ (ระยะกำลังแตกกอ-ระยะแป้งอ่อน)



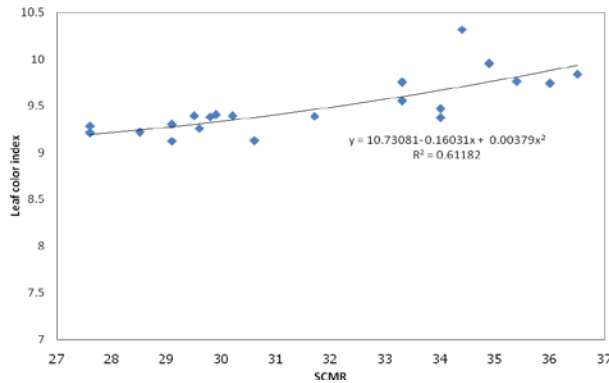
ภาพที่ 3 ค่า Leaf color index ของใบยอดของข้าวตามระยะพัฒนาการ (ระยะกำลังแตกกอ-ระยะแป้งอ่อน)



ภาพที่ 4 ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดของข้าวตามระยะพัฒนาการ (ระยะกำลังแตกกอ-ระยะแป้งอ่อน)

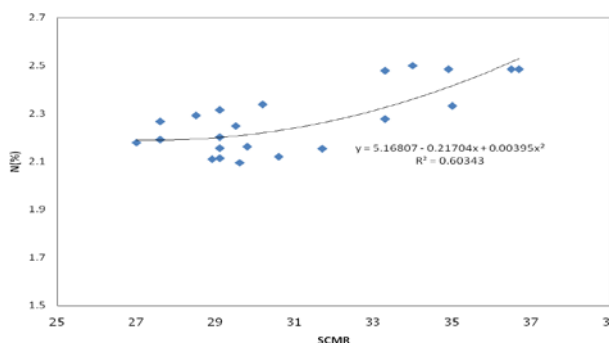
2) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) และ Leaf color index กับ ปริมาณไนโตรเจน (%)

ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Leaf color index กับค่า SCMR ตามระยะพัฒนาการ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิง Quadratic Response โดย $y = 10.73081 - 0.16031x + 0.0379x^2$ โดย y เป็นค่า Leaf color index และ x เป็นค่า SCMR ซึ่งสมการดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าทุกๆ 1 หน่วยของค่า Leaf color index ที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า SCMR 0.0379 หน่วย



ภาพที่ 5 ค่า Leaf color index กับ ค่า SCMR ตั้งแต่ระยะแตกกอ –ระยะแป้งอ่อน

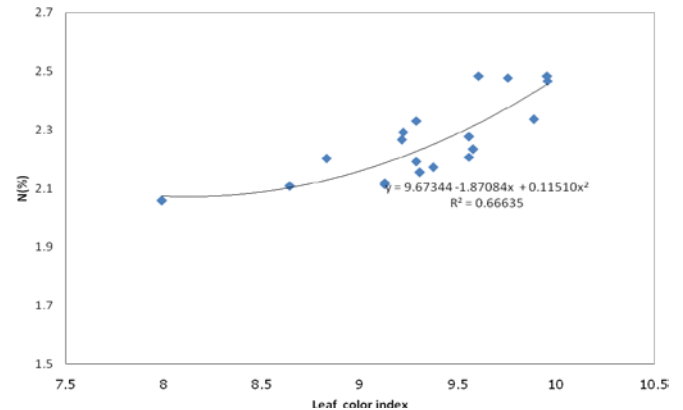
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดกับ ค่า SCMR เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับความสัมพันธ์ระหว่างค่า Leaf color index กับค่า SCMR (ภาพที่ 5) พบว่ามีความสัมพันธ์เชิง Quadratic Response โดย $y = 5.16807 - 0.21704x + 0.00395x^2$ โดย y เป็นปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอด และ x เป็นค่า SCMR ซึ่งสมการดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าทุกๆ 1 หน่วยของค่า ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า SCMR 0.00395 หน่วย



ภาพที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนในใบยอด (%) กับ ค่า SCMR ตามระยะพัฒนาการ (ระยะกำลังแตกกอ-ระยะแป้งอ่อน)

ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดค่า Leaf color index ตามระยะพัฒนาการ พบว่า พบว่ามีความสัมพันธ์เชิง Quadratic Response โดย $y = 9.67344 - 1.87084x + 0.11510x^2$ โดย y เป็นปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบ

ยอด และ x เป็นค่า Leaf color index ซึ่งสมการดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าทุกๆ 1 หน่วยของค่า ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า Leaf color index 0.11510 หน่วย



ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในใบยอด (%) กับ ค่า Leaf color index ตั้งแต่ระยะแตกกอ –ระยะแป้งอ่อน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าพลวัตของค่า SCMR และค่า Leaf color index เป็นไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของระดับปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดข้าว เพราะคลอโรฟิลล์มีเตอร์และภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลเป็นเครื่องมือที่วัดค่าความเข้มของสีใบ ซึ่งค่าความเข้มของสีใบสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในใบ (Slocum, 1991) และสอดคล้องกับงานศึกษาอีกหลายงาน เช่น Pagola (2008) ที่ทดลองใช้ภาพถ่ายสีของใบข้าวบาร์เลย์ ไปคำนวณหาระดับความเข้มของสีเขียวของใบข้าวบาร์เลย์ โดยวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (R, G และ B) เพื่อประเมินค่าไนโตรเจนในใบข้าวบาร์เลย์โดยเปรียบเทียบกับการใช้คลอโรฟิลล์มีเตอร์ (SPAD-502) พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลมีความแม่นยำไม่แตกต่างจากการใช้เครื่องมือ SPAD-502 และสัมพันธ์กับผลผลิตของข้าวบาร์เลย์ และสอดคล้องกับ Jia (2007) ได้ทำการทดลองปลูกข้าวสาลีโดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราแตกต่างกันแล้ว ถ่ายภาพด้วยกล้อง

ดิจิทัลแล้วนำมาหาค่าความถี่ของสีแดง(red) เขียว(green) และน้ำเงิน(blue) แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ และการวิเคราะห์ไนโตรเจนจากน้ำเลี้ยงในดินพืชที่พบว่าการวิเคราะห์ภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลเป็นเครื่องมือที่ใช้บ่งบอกความต้องการไนโตรเจนของพืชได้ โดยสอดคล้องกับคลอโรฟิลล์มิเตอร์ และการวิเคราะห์ไนโตรเจนจากน้ำเลี้ยงในดินพืช

จากผลการศึกษานี้สามารถใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์และภาพถ่ายสีด้วยกล้องดิจิทัลประเมินระดับไนโตรเจนของใบข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ โดยควรประเมินไนโตรเจนที่ระยะกำเนิดช่อดอกเพราะเป็นระยะที่สำคัญในการสร้างผลผลิต (Mae, 2010) ค่าวิกฤตของปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบยอดของข้าวที่ระยะกำเนิดช่อดอกเท่ากับ 2.24 % ถ้าต่ำกว่านี้ข้าวจะขาดไนโตรเจน และจะต้องใส่ปุ๋ยแต่งหน้าไนโตรเจนเพิ่มให้ข้าว (ณัฐพงศ์, 2544) จากการทดลองนี้พบว่าค่าวิกฤต 2.24 % นี้มีค่าเท่ากับ 29 และ 8.8 ในค่า SCMR และ Leaf color index ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิ่งเพชร แก้วประเสริฐ. 2554. การพัฒนาดัชนีชี้วัดปริมาณไนโตรเจนในใบของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 82 หน้า
- เฉลิมพล แชมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 284 หน้า.
- ณัฐพงศ์ ศรีภูม้น. 2544. การประเมินอัตราให้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโดยพิจารณาจากความเข้มข้นของไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบอ่อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 หน้า.

- สืบสกุล ศิริยุทธ์ 2554. การประเมินระดับคลอโรฟิลล์ในใบ ด้วยดัชนีชี้วัดที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 119 หน้า

- อารีรัตน์ นื่องสินธุ์. 2542. อิทธิพลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการสะสมและการถ่ายเทไนโตรเจนในต้นข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 หน้า.

Arregui, L.M., B. Lasa, A. Lafarga, I. Iran eta, E.

Baroja and M. Quemada. 2006. Evaluation of chlorophyll meter as tool for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean condition. Eur.J. Argon. 24, 140-148.

- Debtanu mati, D.K. Das, Tanmoy Karak and Mahua Banerjee. 2004. Management of Nitrogen Though the use of Leaf Color Chart (LCC) and Soil Plant Analylysis Development (SPAD) or Chlorophyllmeter in rice Under Irrigated Ecosystem. The Scientific World Journal. 4:838-846.

- Hassain, F., K.F. Broson, Y. Singh, B. Singh, and S. Peng. 2000. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. J. Argon. 92: 875-879.

- Jia LL, Fan Ms, Zhang FS, Chen XP, Lu SH and Sun YM. 2009. Nitrogen status diagnosis of rice by using a digital camera. PubMed. 29(8):2176-9.

- Jia LL, Chen XP, Zhang FS, Buerkert A and Roemhold V. 2007. Optimum Nitrogen Fertilization of Winter Wheat Based on Color Digital camera Images. *Soil Science and Plant Analysis*. 38(11-12). 1385-1394.
- Jia LL, Chen XP, Zhang FS, Buerkert A and Roemhold V. 2007. Use of Digital Camera to Assess Nitrogen Status of Winter Wheat in the Northern China Plain. *Journal of Plant Nutrition*. 27(3):441-450.
- Ladha, J.K., Kirk, G.J.D., Bennett, J., Peng, S., Reddy, C., Reddy, P.M., and Singh, U. 1998, Opportunities for increased nitrogen-use efficiency. From improved loeland rice germplasm. *Field Crop Res.*, 56, 41-71
- LeBail, M., M.H. Jeuffroy, c. Bouchard, and A. Barbottin. 2005. Is it possible to forecast the grain quality and yield of different varieties of winter wheat from Minolta SPAD meter measurements? *Eur.J.Agron*. 23:379-391.
- Liu, Y., Y. Tong, Y. Zhu, H. Ding, and E.A. Smith. 2006. Leaf chlorophyll readings as an indicator for spinach yield and nutritional quality with different nitrogen fertilizer application. *J.Plant Nutr*. 29:1207-1217.
- M. Esfahani, H.R. Ali Abbasi, B. Rabiei and M. Kavousi. 2008. Improvement of Nitrogen management in rice paddy fields using chlorophyll meter (SPAD). *Paddy and Water Environment*. 6(2):181-188.
- Mae, T. and Makino, A. 2010. Nitrogen utilization, growth and yield in rice plant. *Reserch Signpost*. 17:243-253.
- McKenzie H. and H. Wallace. 1954. The Kjeldahl determination of Nitrogen : A critica study of digestion conditions-Temperature, Catalyst,and Oxidatizing agent. *Australian Journal of Chemistry*, 7(1): 55-70.
- Pagola, M., R. Ortiz, I. Irigoyen, H. Bustince, E. Barrenechea, P. Aparicio-Tejo, C. Lamsfus, and B. Lasa. 2008. New method to assess barley nitrogen nutritio status based on image color analysis Comparison ewith SPAD-502 . *Computers and Electronics in Agriculture*.65: 213-218.
- Slocum, R.D., Kaur-Sawhney, R., Galson, A.W. The physiology and biochemistry of polyamines in plants.-*Arch. Biochem. Biophys*. 235: 283-303, 1984.
- Wu, J.D., Wang, D., Rosen, C.J., Bauer, M.E., 2007. Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and Quickbird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. *Field Crop, Res*, 101, 96-103.