บทที่ 4

วิจารณ์

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนจากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนจากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า ค่าความสัมพันธ์ของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์จากใบลองกองทุกเดือนที่ทำการศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาณีและสายัณห์ (2545) ที่ทำการศึกษาการใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ เพื่อประเมินปริมาณไนโตรเจนของใบลองกองและเงาะ ซึ่งพบว่าค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งในใบลองกองและเงาะ โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R^2) เท่ากับ 0.82** และ 0.79** ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์ของทุกเดือนมาหาความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า สมการความสัมพันธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีสมการความสัมพันธ์เป็น $Y= 0.19X + 10.10$, $R^2 = 0.58$** (ภาพที่ 5) ซึ่งสมการนี้สามารถใช้เป็นสมการตัวแทนในการหาปริมาณไนโตรเจนของเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคมได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษาในช่วงเดือนมกราคม ถึงเมษายน เนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง มีฝนตกน้อยและมีการระเหยน้ำสูง (ภาพที่ 2) มีผลทำให้ต้นลองกองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความสมบูรณ์ มีใบร่วง จึงทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาได้ แต่จากการศึกษาในเดือนอื่นๆ พบว่า สมการความสัมพันธ์ของทุกเดือนมีความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะนำคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาประเมินปริมาณไนโตรเจนของใบลองกองได้ เช่นเดียวกับที่ใช้ได้ผลกับพืชชนิดอื่น โดยการศึกษาในข้าว พบว่า ค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์จะมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ใบ จำนวนใบ จำนวนกอของข้าว ซึ่งจากการประเมินปริมาณไนโตรเจนโดยใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า ต้นข้าวที่มีปริมาณไนโตรเจนในใบและยอดสูงจะส่งผลให้มีการแตกกอและออกดอกได้ดีด้วย (Ladha *et al*., 1998) นอกจากนี้จากการนำคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาศึกษาในข้าวโพด โดยเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่ต่างกัน และทำการประเมินปริมาณไนโตรเจนด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า ค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับข้าวโพดในเชิงเส้นตรง โดยมีค่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.81 (Chapman and Barreto, 1997)

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์กับปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะนำคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาใช้ในการประเมินความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนของลองกองได้ในทางหนึ่ง โดยใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนของลองกอง จากการศึกษาของ บุญส่ง และจำเป็น (2545) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนของใบลองกองในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 20.1 – 26.10 กรัมต่อกิโลกรัม ใบที่เหมาะสมสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารของลองกองคือ ใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 จากใบที่มีอายุ 3-6 เดือน เนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารโดยส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงน้อย ในการนำคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาใช้ถ้าหากค่าที่วัดได้เมื่อนำมาคำนวณจากสมการความสัมพันธ์แล้วมีค่าน้อยหรือมากกว่าค่าดังกล่าวมาก ก็จะทำให้สามารถทราบระดับของปริมาณไนโตรเจนของต้นลองกองในขณะนั้นได้ ถ้าหากมีค่าน้อยก็ควรมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม แต่หากมีค่าสูงก็ไม่ควรมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่ายรวดเร็วโดยไม่ต้องทำลายใบพืช (Azia and Stewart, 2001) ถ้าหากใช้วิธีการของเคลดาล ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในใบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นเกษตรกรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการวิเคราะห์ และต้องใช้เวลานานด้วย (Anonymous, 1986) มีการนำคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาใช้สำหรับจัดการโปรแกรมการให้ปุ๋ยกับพืชหลายชนิด ซึ่งพบว่า สามารถใช้ได้ดี จากการศึกษาของ Li และคณะ (1998) ที่ทำการศึกษาการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับ grapefruit ใน 3 ระดับ แล้วทำการวัดด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า อัตราของปุ๋ยที่ให้จะสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์โดยการให้ปุ๋ยในระดับที่สูงจะให้ค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่สูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nielsen และคณะ (1995) ที่ทำการศึกษาการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับกับต้นแอปเปิล พบว่า เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่าที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามระดับของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์จากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบลองกองจากการสกัดด้วยสาร DMSO กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยใช้ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์จำนวน 50 ตัวอย่างต่อเดือน ทำการศึกษาข้อมูลเป็นระยะเวลา 8 เดือน (พฤษภาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2546) พบว่า ค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกเดือน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาณี และสายัณห์ (2545) ที่พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบลองกองที่สกัดโดยใช้สารอะซีโตน 80% มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ แสดงว่า ทั้งวิธีการสกัดคลอโรฟิลล์

ด้วยสาร DMSO และอะซีโตน มีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ทั้งสองชนิดสาร ดังนั้นในการเลือกใช้สารที่จะนำมาสกัดคลอโรฟิลล์จะไม่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์กับปริมาณคลอโรฟิลล์จากการวิเคราะห์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ได้ของทั้ง 8 เดือนที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของใบลองกองมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมโดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 และมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคมมีค่าเท่ากับ 0.88 (ตารางที่ 2) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์รวมกับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ของใบแตงเทศ (muskmelon) พบว่า ค่าทั้งสองมีค่าความสัมพันธ์กันเช่นเดียวกับลองกอง โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.85 และ 0.94 เมื่อเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อน้ำหนักสดตามลำดับ (Azia and Stewart, 2001) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Marquard และ Tipton (1987) ซึ่งพบว่า ค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการสกัด ในพืชแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาโดยจะให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์เอ จากการสกัดด้วยสาร DMSO กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงธันวาคม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกเดือนที่ทำการศึกษาและเมื่อนำปริมาณคลอโรฟิลล์เอที่ได้จากการวิเคราะห์ในทุกเดือนมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่าสมการความสัมพันธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.72** (ภาพที่ 9) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สามารถใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ในการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์เอของใบลองกองได้ เช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น โดยจากการศึกษาของ Azia และ Stewart (2001) ที่พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ จากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ของใบแตงเทศมีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.84 และ 0.92 เมื่อเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่และน้ำหนักสดตามลำดับ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์บีที่สกัดโดยการใช้สาร DMSO กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2546 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และธันวาคม ส่วนเดือนพฤษภาคม ตุลาคมและพฤศจิกายน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ซึ่งอาจมีผลเนื่องจากในช่วงก่อนเดือนพฤษภาคม ตุลาคมและพฤศจิกายนมีสภาพอากาศค่อนข้างร้อนและมีฝนตกน้อย (ภาพที่ 2) ต้นลองกองเกิดสภาวะเครียดน้ำจึงสร้างคลอโรฟิลล์ได้น้อย ดังนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์บีที่สกัดโดยการใช้สาร DMSO กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์จึงไม่มีความสัมพันธ์กัน สำหรับค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 0.81 และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคมโดยมี

ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.21 (ตารางที่ 4) และเมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการวิเคราะห์จากทุกเดือนมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่าสมการความสัมพันธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีสมการความสัมพันธ์เป็น $Y= 0.08X - 1.41$, $R^2 = 0.48$* (ภาพที่ 14) จะเห็นได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์บีที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ในบางเดือนเท่านั้น ดังนั้นถ้าหากต้องการที่จะประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์บีด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์จึงต้องพิจารณาสมการความสัมพันธ์ในเดือนที่มีความสัมพันธ์กันสูงนำมาใช้เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน ที่จะเกิดขึ้นลดลง

3. การใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ประเมินปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในช่วงสภาวะเครียดน้ำ

โดยแบ่งเป็น 3 วิธีการทดลอง ได้แก่ 1) ให้น้ำทุกวัน 2) ให้น้ำ 1 ครั้งที่ 7 วัน และ 3) งดการให้น้ำ จากการศึกษา พบว่า ปริมาณความชื้นดินจะลดลงตามระยะเวลาที่ทำการงดน้ำโดยในวันที่ 14 ของการทดลองซึ่งเป็นวันสุดท้ายวิธีการทดลองที่งดการให้น้ำจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินต่ำที่สุด ส่วนการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นลองกองได้แก่ ค่าศักย์ของน้ำในใบและค่าการชักนำปากใบ พบว่า มีการลดลง โดยเมื่อระยะเวลาการงดน้ำเพิ่มขึ้น ค่าศักย์ของน้ำในใบจะต่ำที่สุดในวันที่ 14 ของการทดลองในวิธีการทดลองที่งดการให้น้ำ เช่นเดียวกับค่าการชักนำปากใบ สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบและค่าการชักนำปากใบในรอบวัน พบว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบจะสูงในช่วงเช้าและต่ำสุดในช่วงเที่ยงและจะเพิ่มอีกในช่วงเย็น ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจุสัมพันธ์กับปริมาณแสงในรอบวัน โดยในช่วงเช้านั้นมีปริมาณแสงต่ำ ดังนั้น พืชจะปิดปากใบและมีการคายน้ำน้อยจึงทำให้มีน้ำในใบสูง เมื่อแสงเพิ่มขึ้นในช่วงเที่ยงทำให้พืชมีการเปิดปากใบและการคายน้ำมากขึ้น ดังนั้นจึงมีน้ำในใบน้อย และเมื่อแสงน้อยลงในช่วงเย็นจึงมีน้ำในใบเพิ่มขึ้นอีก สำหรับในวิธีการที่งดการให้น้ำนั้นจะพบว่า เมื่อระยะเวลานานขึ้นค่าศักย์ของน้ำในใบและค่าการชักนำปากใบลดลงเรื่อยๆ เนื่องมาจากเมื่องดการให้น้ำจะมีผลทำให้ปริมาณความชื้นดินมีน้อยลง (ภาพที่ 15) พืชจึงดูดน้ำเข้าไปในลำต้นและใบได้น้อยลง มีผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบและค่าการชักนำปากใบของพืชลดลง และพืชจะเกิดสภาวะเครียดน้ำ นอกจากนั้นสภาวะเครียดน้ำยังส่งผลกระทบต่อพืชในด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักแห้งของพืชลดลง (Delfine *et al*., 2001) และยังส่งผลให้การการทำงานของเอนไซม์ ribulose bisphosphate carboxylase ลดลง (Castrillo and Calcagno, 1989) ซึ่งเอนไซม์ ribulose bisphosphate carboxylase เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นเมื่อเกิดสภาวะเครียดน้ำจะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีน และการสร้าง

คลอโรฟิลล์ของพืชลดลงด้วย (เฉลิมพล, 2535) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งพบว่า สภาวะเครียดน้ำจะส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนของใบลองกองลดลงทั้งจากการวิเคราะห์และการใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์ในการวัด โดยจากการศึกษาพบว่า ในวันที่ 14 ของการทดลอง ปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์และปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการคำนวณ จากสมการความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์มิเตอร์ต่ำที่สุดเช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการวิเคราะห์และปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการคำนวณจากค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ เนื่องมาจากในช่วงสภาวะเครียดน้ำพืช พืชมีการตอบสนองในด้านต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ของพืชด้วย จากการศึกษาของ Castrillo และ Calcagno (1989) พบว่า สภาวะเครียดน้ำส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ ribulose bisphosphate carboxylase ลดลง ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชลดลงด้วย เมื่อค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงจนกระทั่งถึง –3.0 MPa จะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของคลอโรฟิลล์ของมะเขือเทศลดลงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ หลังจากให้น้ำแก่พืชอีกครั้ง พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์จะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าศักย์ของน้ำในใบและการทำงานของเอนไซม์ ribulose bisphosphate carboxylase นอกจากนี้ในช่วงสภาวะเครียดน้ำพืชจะดูดแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ได้น้อยลง ซึ่งในที่นี้ลองกองดูดไนโตรเจนไปใช้ได้น้อยลงจึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลดลง

จากการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นไปได้ที่จะใช้เครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ไปใช้ในการประเมินปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ของลองกอง ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็วและไม่ต้องทำลายใบพืชด้วยแต่ในการนำเครื่องมือชนิดนี้มาใช้ควรมีการศึกษาอิทธิพลอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องนอกจากนี้ด้วย เช่น อิทธิพลของสภาพปลูกที่อาจมีผลทำให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความแปรปรวนไปได้ ดังรายงานของ Campbell และคณะ (1990) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแอปเปิลที่ปลูกในสภาพแปลงปลูกและในเรือนกระจกมีความตกต่างกัน เมื่อวัดด้วยเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ นอกจากนี้ Sibley และคณะ (1996) แนะนำว่าควรมีการทดสอบการวัดในรอบปีเพราะฤดูกาลอาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในใบพืชด้วย ดังนั้นในการประเมินผลต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ประกอบด้วย เพื่อช่วยให้การประเมินผลมีความถูกต้อง