อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2531 ถึง เมษายน 2532 คุณสมบัติของดินและสภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลองแสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1 และภาพที่ 1 ตามลำดับ

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ split-plot ประกอบด้วย 3 ซ้ำ

Main plot กำหนดให้มี 6 วันปลูก คือ

1. วันที่ 1 พฤศจิกายน 2531 (PD_1)
2. วันที่ 24 พฤศจิกายน 2531 (PD_2)
3. วันที่ 13 ธันวาคม 2531 (PD_3)
4. วันที่ 3 มกราคม 2532 (PD_4)
5. วันที่ 24 มกราคม 2532 (PD_5)
6. วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2532 (PD_6)

สำหรับทานตะวันใน PD_6 ได้รับความเสียหายจากพายุลูกเห็บ เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2532 ขณะที่อยู่ในระยะ R_5 ทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จึงไม่ได้นำข้อมูลของ PD_6 มาวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้

Sub plot ได้แก่ พันธุ์ทานตะวัน มี 2 พันธุ์ คือ

1. Hysun 33
2. S101

พื้นที่ปลูกใช้วิธียกร่องและปลูกแบบหยอดหลุม ใช้ระยะระหว่างแถว 75 ซม. ระยะระหว่างต้น 25 ซม. แปลงปลูกมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 9 เมตร ก่อนปลูกใส่ปุ๋ย เกรด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

15-15-15 ในอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ผงโบแรกซ์ 2 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีหว่านรองพื้นก่อนปลูก หลังจากทานตะวันงอกแล้วประมาณ 10 วัน (มีใบจริง 2-4 คู่) ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม มีการให้น้ำเมื่อจำเป็นทุก ๆ 10-15 วัน เมื่อทานตะวันอายุประมาณ 35 วัน ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบถางวัชพืชออกและใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 21-0-0 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชใช้สารเคมีฟูราดาน (คาร์โบฟูราน) หว่านก่อนปลูกในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช และพ่นสารเคมีแอมบุช (เปอร์เมทริน) อโซดริน (โมโนโครโตฟอส) เทอราคลอและเบนเลท เมื่อพบว่ามีการระบาดของหนอน เพลี้ย โรคเน่าคอดิน และโรคใบจุดตามลำดับ และฉีดพ่นสารโบรอน ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซนต์ เมื่อพบว่าพืชเริ่มมีอาการขาดธาตุโบรอน

การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บตัวอย่างเมื่อทานตะวันอายุประมาณ 21 วัน หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างทุก ๆ 12-14 วันต่อครั้ง จนถึงช่วงออกดอกและหลังช่วงออกดอก 7 วัน เก็บตัวอย่างทุก 7-10 วัน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีดังนี้ คือ

1. พื้นที่ใบและจำนวนใบ วัดจากตัวอย่างทานตะวัน ที่เก็บมาแต่ละครั้งจำนวน 5 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย นับจำนวนใบของแต่ละต้นและนำไปวัดพื้นที่โดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (leaf area meter)

2. น้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างที่เก็บแต่ละครั้งจำนวน 5 ต้น แยกส่วนต่าง ๆ ออกเป็น ลำต้น ใบ จานดอกและเมล็ด แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน จากนั้นนำน้ำหนักแห้งของใบไปวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl

3. เส้นผ่าศูนย์กลางของจานดอก โดยวัดจากตัวอย่างที่เก็บมา 5 ต้น ในแต่ละครั้ง

4. บันทึกช่วงระยะการพัฒนา (phenology) ของทานตะวัน โดยใช้วิธีของ Schneiter and Milter (1981) ซึ่งในระยะการเจริญเติบโตทางใบและลำต้นของทานตะวันจะนับระยะการเจริญเติบโตจากจำนวนใบจริงซึ่งมีความยาวไม่ต่ำกว่า 4 ซม. เช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะ V_1 = มีใบจริงซึ่งยาวไม่ต่ำกว่า 4 ซม. จำนวน 1 ใบ

V_2 = มีใบจริงซึ่งยาวไม่ต่ำกว่า 4 ซม. จำนวน 4 ใบ

ส่วนระยะที่ทานตะวันเริ่มมีตาดอก จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) แบ่งช่วงการเจริญเติบโตเป็น 9 ระยะ คือ ตั้งแต่ R_1 ถึง R_9

5. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต เมื่อทานตะวันถึงระยะเก็บเกี่ยวแล้ว เก็บตัวอย่างในพื้นที่ 4 ตารางเมตรเพื่อหาผลผลิต โดยนำจานดอกที่ได้มากระเทาะเปลือกและฝัดแยกส่วนเมล็ดเสียออก แล้วชั่งหาน้ำหนักเมล็ด (Ovendry) สำหรับการวัดหาองค์ประกอบผลผลิต เช่น น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อจานดอกได้จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ต้น นอกจากนี้สุ่มตัวอย่างเมล็ดที่ใช้วัดผลผลิต นำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำมัน ตามวิธี AOAC (Horwitz, 1984) และ IUPAC (Paquot, 1975) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตและดัชนีพื้นที่ใบ จากข้อมูลน้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบ โดยก่อนคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ทำการปรับข้อมูลน้ำหนักแห้งของทานตะวันให้อยู่ในรูป logistic function โดยใช้สมการ

$$W_1 = Y_{imax}/[1 + \exp(a + bt_1)]$$

$$W_2 = Y_{imax}/[1 + \exp(a + bt_2)]$$

จากนั้นนำข้อมูลน้ำหนักแห้ง ซึ่งปรับให้อยู่ในรูป logistic function แล้ว ไปคำนวณอัตราการเจริญเติบโต ดังสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1 $CGR = (W_2-W_1)/(t_2-t_1)$ (Radford, 1967)

และ $CGR_{max} = (Y_{imax} \times b)/4$

เมื่อ CGR = อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตารางเมตร/วัน)

CGR_{max} = อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด (กรัม/ตารางเมตร/วัน)

W_1 = น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ (จากการคำนวณ) ในระยะเริ่มต้น (กรัม/ตารางเมตร)

W_2 = น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ (จากการคำนวณ) เมื่อสิ้นสุดการวัดการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร)

t_1 = อายุของทานตะวันหลังงอกในระยะเริ่มต้นวัดน้ำหนักแห้ง(วัน)

t_2 = อายุของทานตะวันเมื่อสิ้นสุดการวัดน้ำหนักแห้ง (วัน)

Y_{imax} = ค่าสูงสุดของน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ จากการทดลองในแต่ละวันปลูก (กรัม)

a = ช่วงตัด (intercept) ของเส้นตรงรีเกรสชั่นกับแกนตั้ง (Y)

b = สัมประสิทธิ์ของรีเกรสชั่น (regression coefficient)

1.2 ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) = $\frac{\text{พื้นที่ใบของทานตะวัน}}{\text{พื้นที่ดิน}}$ (Radford, 1967)

1.3 คำนวณอุณหภูมิกลางวันและอุณหภูมิกลางคืน เพื่อหาความสัมพันธ์กับการสะสมน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ โดยใช้สูตร

$$T_{day} = T_{mean} + \left\{ \left\{ (T_{max}-T_{min}) \times \frac{(11+t_o)}{4\pi(12-t_o)} \right\} \left\{ \sin\left(\frac{\pi(11-t_o)}{(11+t_o)} \right) \right\} \right\}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ $$T_{night} = T_{mean} - \left\{\left\{(T_{max}-T_{min}) \times \frac{(11+t_o)}{4\pi t_o}\right\}\left\{\sin\left(\frac{\pi(11-t_o)}{(11+t_o)}\right)\right\}\right\}$$

(de Wit, 1978)

เมื่อ

T_{day} = อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย (°ซ)

T_{night} = อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย (°ซ)

T_{mean} = อุณหภูมิเฉลี่ยประจำวัน (°ซ)

T_{max} = อุณหภูมิสูงสุดประจำวัน (°ซ)

T_{min} = อุณหภูมิต่ำสุดประจำวัน (°ซ)

t_o = (12-0.5n)

n = ความยาวนานของวัน (ชม.)

2. คำนวณอุณหภูมิสะสม (GDD) เพื่อหาความสัมพันธ์กับระยะการพัฒนา (phenology) ของทานตะวัน

จากสูตร $$GDD. = \sum_{i}^{n} \{(T_{xi} + T_{Ni}) /2 - 7\}$$

(Gilmore and Rogers, 1958)

โดยที่ GDD = ผลรวมของอุณหภูมิ (growing degree day summation)

T_{xi} = อุณหภูมิสูงสุดประจำวัน

T_{Ni} = อุณหภูมิต่ำสุดประจำวัน

3. หาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับสภาพแวดล้อม โดยใช้ path analysis ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์รีเกรสชั่นเส้นตรง ที่มีตัวแปรปรวนอิสระหลายตัว (multiple linear regression analysis) เพื่อดูความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของตัวแปรปรวนอิสระที่มีต่อผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการของ path analysis (Wright, 1921) คือ

$$r_{iy} = \sum_{j=1,} r_{ij} b_j$$

โดยที่ r_{ij} คือ สหสัมพันธ์ของตัวแปรสภาพแวดล้อม i^{th} กับตัวแปร y

b_j คือ path coefficient ของตัวแปร i กับ y

4. ทดสอบแบบจำลอง SUNMOD3 ของทานตะวัน ซึ่งพัฒนาโดย University of Western Australia แบบจำลองนี้เป็นแบบง่าย ข้อมูลที่ต้องการ คือ ปริมาณไนโตรเจน ของใบที่ระยะเริ่มเห็นตาดอก (ระยะ R_1) และข้อมูลของสภาพอากาศ คืออุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และความเข้มแสงนอกจากนั้นยังต้องการความยาวของวัน ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม DAYLIH3 ในส่วนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช ได้ใช้พื้นฐานของวิธีการของ Hammer et al.(1982) แล้วเพิ่มเติมในส่วนของการผลิตเมล็ดและน้ำมัน ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ที่ใช้ในโมเดลไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงกับวันปลูก การพัฒนาใบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยเท่านั้น ส่วนการสะสมน้ำหนักแห้งขึ้นกับพลังงานแสงและดัชนีพื้นที่ใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved