บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. สตรอเบอรี่พันธุ์ไทโอก้า (Tioga) จำนวน 1,984 ต้น
2. ปุ๋ยเคมีเกรด 0-45-0 , 15-15-15 และ 13-13-21
3. สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง
4. บีกเกอร์ ขนาด 1 ลิตร
5. บ้วรดน้ำ
6. ใบตองเหียงแห้ง
7. เครื่องวัดปากใบ (porometer)
8. เครื่องวัดแสง (photometer)
9. เครื่องหาความชื้นสัมพัทธ์ (psychrometer)
10. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
11. เครื่องวัดเปอร์เซนต์น้ำตาล (hand sugar refractometer)
12. อุปกรณ์ไตเตรท
13. ตู้อบ
14. ตาชั่งแบบละเอียด
15. สถานีตรวจอากาศศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดลอง

การทดลองกระทำที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block การทดลองมี 4 วิธีการ (treatments) ตามปริมาณการให้น้ำเป็นจำนวนเท่าของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) ของวันที่ผ่านมา ทำ 4 ซ้ำ ขนาดของแปลงปลูกกว้าง 0.5 เมตร ยาว 4 เมตร ปลูก 2 แถว ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตรขุดดินลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ฝังผ้าพลาสติกกั้นระหว่างแต่ละวิธีการและแต่ละซ้ำ ปลูกสตรอเบอรี่เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2530 คลุมแปลงด้วยใบตองเหียงแห้ง หลังจากนั้นประมาณ 1 เดือน เมื่อสตรอเบอรี่ตั้งตัวดีแล้ว จึงเริ่มทดลองให้น้ำในปริมาณที่ต่างกันดังนี้

วิธีการที่ 1 ให้น้ำในระดับ 0.5 เท่า ของ ETc ของวันที่ผ่านมา
วิธีการที่ 2 ให้น้ำในระดับ 1.0 เท่า ของ ETc ของวันที่ผ่านมา
วิธีการที่ 3 ให้น้ำในระดับ 1.5 เท่า ของ ETc ของวันที่ผ่านมา
วิธีการที่ 4 ให้น้ำในระดับ 2.0 เท่า ของ ETc ของวันที่ผ่านมา

ปริมาณการให้น้ำในแต่ละวันคำนวณจากการนำข้อมูลอากาศของวันที่ผ่านมา จากสถานีตรวจอากาศ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ข้อมูลประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ) ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ความยาวนานที่ได้รับแสง (ชั่วโมง) ความเร็วลม (กิโลเมตร/ชั่วโมง) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/วัน) นำไปคำนวณหาศักยภาพการคายระเหย (Potential evapotranspiration, ETp หรือ ETo) จากสูตรการคำนวณของ Penman ที่ได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1948 (วิบูลย์ 2526) ดังนี้

$$ETp = \frac{\Delta Qn + \gamma Ea}{\Delta + \gamma} \quad \text{.....(3)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดย ETp คือ อัตราการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่เป็นหญ้า เป็น มิลลิเมตร/วัน

Ea คือ ปริมาณการระเหยของน้ำเนื่องจากลมและความชื้นในอากาศ เป็น มิลลิเมตร/วัน

Δ คือ ความลาดเทของกราฟของความดันไออิ่มตัว (saturated vapor pressure) กับอุณหภูมิที่จุดซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเฉลี่ย

γ คือ ค่า Psychrometric constant

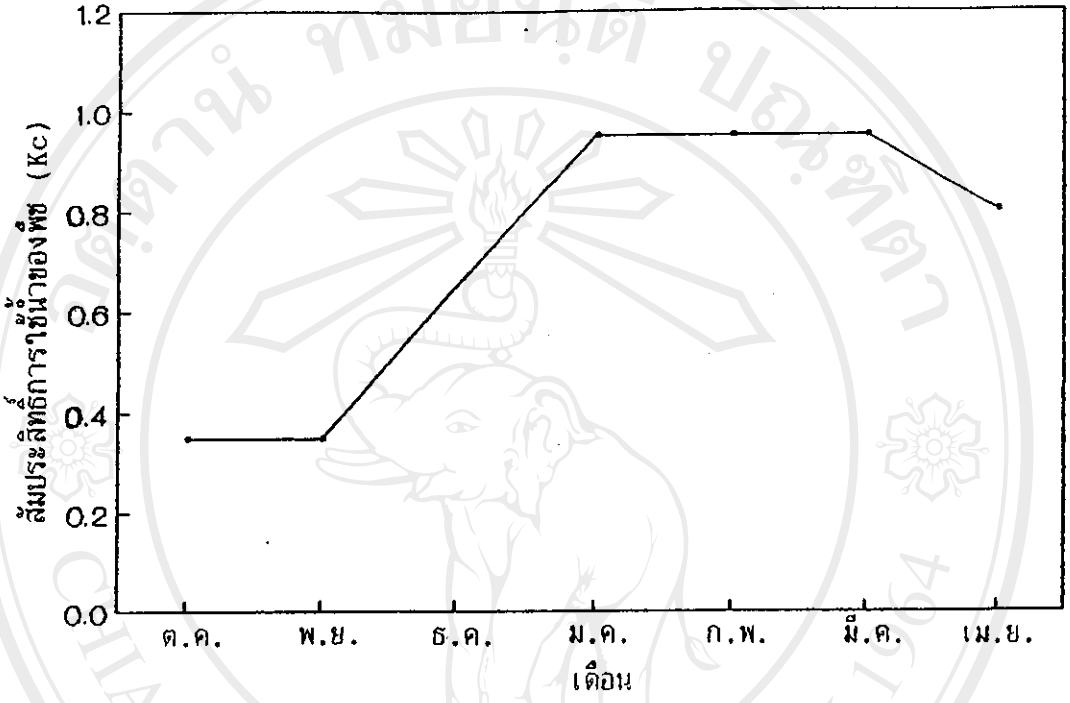
Qn คือ รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มิลลิเมตร/วัน

จากนั้นหาค่าอัตราการคายระเหยน้ำของพืชจากสูตร

$$ETc = Kc \cdot ETp \qquad \text{.....(4)}$$

โดย Kc คือ ประสิทธิภาพการให้น้ำของพืช และเนื่องจากไม่มีข้อมูลค่า Kc ของสตรอเบอรี่ จึงอาศัยเทียบค่านี้จากพืชตระกูลกะหล่ำซึ่งผันแปรตามระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต (ชูศักดิ์ 2528) โดย Kc มีค่าต่ำ (0.35) เมื่อเริ่มปลูกในเดือนตุลาคม และสูงขึ้นจนถึง 0.95 ในเดือนมกราคม และคงที่ไปจนถึงสิ้นเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นค่า Kc จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 0.80 ในเดือนเมษายน (รูปที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตระกูลกะหล่ำในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

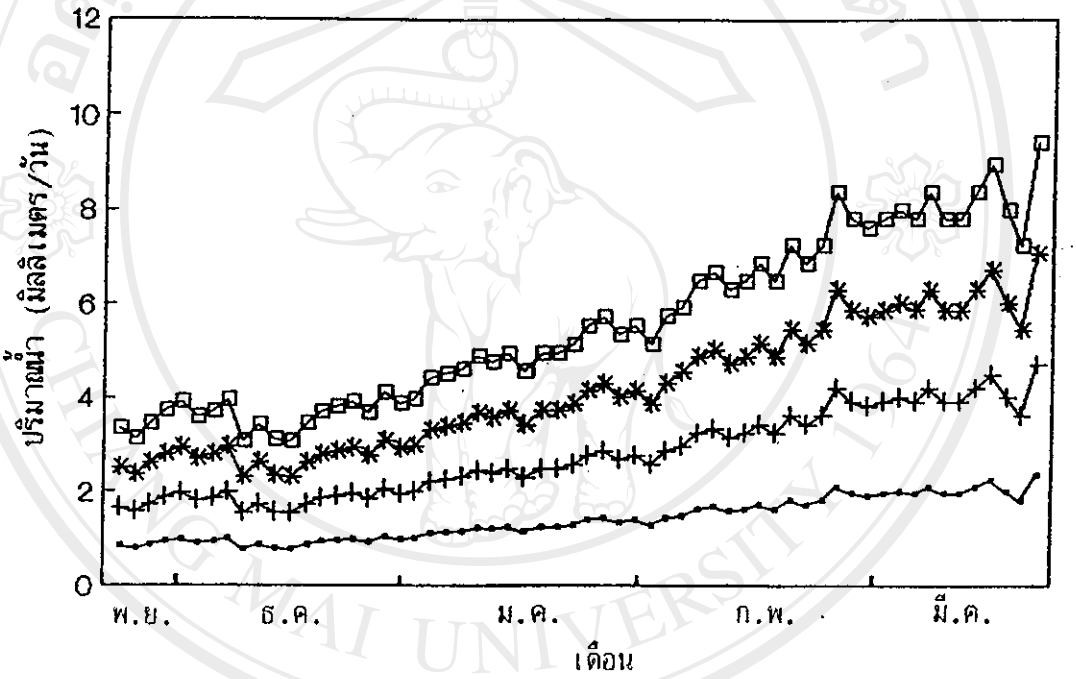
นำค่า ETc ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะให้แก่สตรอเบอรี่ ดังนี้

ปริมาณน้ำ (ลิตร) = ETc (มิลลิเมตร) x พื้นที่ให้น้ำ (ตารางเมตร) .....(5)

นำค่าปริมาณน้ำที่คำนวณได้นำไปหาการให้น้ำเป็นจำนวนเท่าของ ETc ตามวิธีการที่กำหนดไว้ จากนั้นตวงน้ำใส่บัวรดน้ำเพื่อนำไปรดสตรอเบอรี่ต่อไป รดน้ำทุกวันยกเว้นวิธีการทดลองที่ 1 คือ ให้น้ำ 0.5 เท่าของ ETc เนื่องจากปริมาณน้ำต่อแปลงน้อยมากทำให้ไม่สามารถรดได้ทั่วถึงทั้งแปลงได้จึงรวมการให้น้ำเป็น 2 วัน รด 1 ครั้ง ในกรณีที่ฝนตกจะหักค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ (มิลลิเมตร) ออกจากค่า ETc ก่อนจะนำไปคำนวณปริมาณการให้น้ำ ถ้าปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงกว่า ETc ก็จะไม่มีการให้น้ำในวันนั้นและปริมาณน้ำฝนที่ยังเหลืออยู่จะถูกหักออกจากค่า ETc ในวันต่อ ๆ ไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการคำนวณปริมาณน้ำที่ให้แก่สตรอเบอรี่ตลอดการทดลองนั้น การให้น้ำที่ระดับ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เท่าของ ETc คือ 190.011 380.022 570.033 และ 760.044 มิลลิเมตร หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1.48 2.97 4.45 และ 5.94 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงปริมาณน้ำที่ให้แก่สตรอเบอรี่ที่ระดับการให้น้ำต่างกัน 0.5 (.) 1.0 (+) 1.5 (*) และ 2.0 ETc (□)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการศึกษา

เก็บข้อมูลครั้งแรกเมื่อเริ่มทดลอง หรือหลังจากปลูกประมาณ 30 วัน หลังจากนั้นเก็บข้อมูลทุก 15 วัน เป็นจำนวน 10 ครั้ง จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง รวมระยะเวลาที่ทดลอง 135 วัน (17 พฤศจิกายน 2530 ถึง 28 มีนาคม 2531) โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วนคือ

1. ผลของปริมาณน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอเบอรี่

1.1 การเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่

1.1.1 จำนวนหน่อและใบ สุ่มเก็บตัวอย่างพืช วิธีการละ 3 ต้น โดยขุดห่างจากลำต้นเป็นรัศมีประมาณ 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ล้างดินออก วัดความยาวของราก นับจำนานหน่อและใบ

1.1.2 น้ำหนักแห้ง แยกส่วนต่าง ๆ ของสตรอเบอรี่ออกเป็น 4 ส่วน คือ ราก ลำต้นที่รวมก้านใบ ใบ ช่อดอกและผล นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 °ซ นาน 48 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนเฉลี่ยเป็นกรัมต่อต้น

1.1.3 พื้นที่ใบ คำนวณจากการสุ่มตัดใบขนาด 2 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 ชิ้น อบให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเทียบหาพื้นที่ใบ จากน้ำหนักแห้งของใบต่อต้น มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร (Olsen et al, 1985)

1.1.4 ความต้านทานของปากใบ เลือกใบที่คลี่ออกเต็มที่แล้วประมาณ 1 สัปดาห์ วัดค่าความต้านทานของปากใบทางด้านใต้ใบด้วยเครื่อง porometer ต้นละ 3 ใบ ทุก ๆ 2 ชั่วโมง เริ่มจาก 10.00 12.00 14.00 จนถึง 16.00 น.

1.1.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบตามวิธีการของ Witham ปี 1971 สุ่มใบสด ชั่งให้ได้น้ำหนัก 0.5 กรัม บดให้ละเอียด แล้วสะกัดคลอโรฟิลล์ด้วยอะซิโตน (acetone) เข้มข้น 80% หาค่า optical density ของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 nm. ตามลำดับ จากเครื่อง spectrophotometer คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์จากสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์} = \frac{(20.21\ D_{645} + 8.02\ D_{663}) \times V}{1{,}000 \times W} \quad \ldots\ldots\ldots(6)$$

เมื่อ D_{645} คือ ค่า optical density วัดที่ความยาวคลื่น 645 nm.

D_{663} คือ ค่า optical density วัดที่ความยาวคลื่น 663 nm.

V คือ ปริมาณอะซิโตนที่ใช้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

W คือ น้ำหนักสดของใบ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1.6 วิเคราะห์การเจริญเติบโต จากน้ำหนักแห้งของทั้งต้น ใบ และพื้นที่ใบ (Coombs et al, 1985) ดังนี้

ก. อัตราการสร้างน้ำหนักแห้งต่อหน่วยน้ำหนักเริ่มต้นต่อวัน

(Relative Growth Rate, RGR)

$$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad \text{.....(7)}$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักแห้งของทั้งต้นเมื่อเวลา t_1

W_2 คือ น้ำหนักแห้งของทั้งต้นเมื่อเวลา t_2

ข. อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักแห้งทั้งหมด

(Leaf Area Ratio, LAR)

$$LAR = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{น้ำหนักแห้งของทั้งต้น}} \quad \text{.....(8)}$$

ค. ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) $= \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก}}$ .....(9)

1.2 ผลผลิตของสตรอเบอรี่

1.2.1 ปริมาณผลผลิต (กรัม/ต้น) แต่ละวิธีการจะแบ่งสตรอเบอรี่ไว้ 15 ต้น เพื่อหาจำนวนและน้ำหนักของผลผลิตที่ได้ตลอดการทดลอง

1.2.2 คุณภาพผลผลิต

ก. วัดขนาดผลโดยใช้เวอร์เนีย แบ่งขนาดผลตามมาตรฐานของโครงการหลวง (ชูพงษ์ 2531) เป็น 5 ขนาดตามความกว้างของผล คือขนาดพิเศษ (> 3.75 เซนติเมตร) A (3.26-3.75 เซนติเมตร) B (2.76-3.25 เซนติเมตร) C (2.50-2.75 เซนติเมตร) และขนาดส่งโรงงาน (< 2.5เซนติเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) วัดด้วยเครื่อง hand sugar refractometer มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}$brix)

ค. ปริมาณกรดรวม (TA) ทำตามวิธีของ Horwitz ปี 1980 โดยผสมน้ำคั้น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับน้ำกลั่น 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณเปอร์เซนต์กรดออกมาในรูปกรดซิตริก (citric acid) เนื่องจากกรดซิตริกมีปริมาณมากกว่ากรดชนิดอื่น จากสูตร

$$Z = \frac{V \times N \times Meq.\ wt.}{Y} \times 100 \qquad \text{.....(10)}$$

เมื่อ Z คือ เปอร์เซนต์กรดซิตริก

V คือ ปริมาณ NaOH ที่ใช้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

N คือ ความเข้มข้นของ NaOH (N)

Meq.wt. คือ milliequivalents ของกรดซิตริก (= 0.06404)

Y คือ ปริมาณน้ำคั้น (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ง. ปริมาณวิตามินซี คำนวณจากปริมาณไอโอดีนที่ใช้ไตเตรทกับน้ำคั้น นำไปเทียบหาปริมาณวิตามินซีจาก standard curve ตามวิธีการของ Collins and Webb (1979)

2. ปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอเบอรี่

2.1 แนวโน้มการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต โดยใช้สมการ regression

2.2 ความแตกต่างของการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จาก analysis of variance

2.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีต่อผลผลิต จาก simple correlation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved