

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลของการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตขมิ้นชันพันธุ์พื้นเมือง

Water Deficit Effects on Growth and Yield
of Local Turmeric Cultivar

โดย

รศ.ดร. สมยศ เดชภีรัตน์มงคล

นายรัชชัย อุบลเกิด

นายสมมารธ อยู่สุขยิ่งสถาพร

นางสาวสัจจา ชรรรมาวิสุทธิผล

นายศักดิ์ศิริ บางทิพย์

RCH

SB

317

J8

73046

เลขที่.....

เลข..... ปีน.....

วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

11/11/2551
S.....
i.....

ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน ในทางตรงกันข้าม พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชันจะลดลงเป็นอย่างมาก เมื่อขมิ้นชันขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาวนานที่สุด คือตั้งแต่ขมิ้นชันอายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชันมีมากที่สุดในสิ่งทดลองที่เป็น control คือขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชัน พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (มีการขาดน้ำที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด ในขณะที่ขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำจะมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

longest period of water deficit (water deficit at 30 DAP till harvest). However, the greatest growth and yield were in control treatment. For water use efficiency of turmeric, water deficit at the early growth stage (water deficit at 30 DAP till harvest) gave the highest water used efficiency whereas non-water deficit treatment gave the lowest.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้ทำการวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย ตลอดจนให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวนพวรรณ ประสาทเงิน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผลการวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้มีความ สมบูรณ์และสำเร็จลงด้วยดี

รศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล

นายธวัชชัย อุบลเกิด

นายสมมารท อยู่สุขยิ่งสถาพร

นางสาวสัจจา ธรรมมาวิสุทธิผล

นายศักดิ์ศิริ บางทิพย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | III |
| คำนิยม..... | V |
| สารบัญ..... | VI |
| สารบัญตาราง..... | VIII |
| สารบัญภาพ..... | XI |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความสำคัญของที่มา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 2 |
| 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| บทที่ 2 ตรวจเอกสาร..... | 3 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... | 14 |
| 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... | 14 |
| 3.2 สถานที่และแผนการดำเนินการ..... | 15 |
| 3.3 วิธีการทดลอง..... | 15 |
| 3.4 การเตรียมดินและวิธีการปลูก..... | 16 |
| 3.5 การบันทึกผลการทดลอง..... | 17 |
| 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... | 20 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง..... | 21 |
| บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... | 58 |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง..... | 65 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม.....

หน้า

66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.1 ปริมาณน้ำในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 26 |
| 4.2 คลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) เมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 27 |
| 4.3 อุณหภูมิใบ (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 28 |
| 4.4 อัตราการคายน้ำจากใบ ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 29 |
| 4.5 Total conductance ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 30 |
| 4.6 ความสูงของลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 31 |
| 4.7 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 32 |
| 4.8 ดัชนีพื้นที่ใบของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 33 |
| 4.9 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 34 |
| 4.10 น้ำหนักดินแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 35 |
| 4.11 น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 36 |
| 4.12 น้ำหนักเหง้าสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 37 |
| 4.13 น้ำหนักเหง้าแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 38 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.14 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 39 |
| 4.15 ผลผลิตน้ำหนักรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 40 |
| 4.16 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 41 |
| 4.17 ปริมาณน้ำในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 42 |
| 4.18 คลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) เมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 43 |
| 4.19 อุณหภูมิใบ (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 44 |
| 4.20 อัตราการคายน้ำจากใบ ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 45 |
| 4.21 Total conductance ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 46 |
| 4.22 ความสูงลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 47 |
| 4.23 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 48 |
| 4.24 ดัชนีพื้นที่ใบของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 49 |
| 4.25 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 50 |
| 4.26 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลานานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต..... | 51 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|------|
| 4.27 | 52 |
| 4.28 | 53 |
| 4.29 | 54 |
| 4.30 | 55 |
| 4.31 | 56 |
| 4.32 | 57 |

สารบัญญภาพ

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 4.1 | อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (A), ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (B), ความยาวนานยาวนานของช่วงแสง (C) และการระเหยของน้ำ (D) ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 | 22 |
| 4.2 | ความชื้นในดินรายสัปดาห์ในแปลงปลูกขมิ้นชัน เมื่อได้รับการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตโดยเริ่มเก็บความชื้นในดินตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ.2548 | 24 |
| 4.3 | ความชื้นในดินรายสัปดาห์ในแปลงปลูกขมิ้นชัน เมื่อได้รับการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตโดยเริ่มเก็บความชื้นในดินตั้งแต่วันที่ 2 กุมภาพันธ์ถึงวันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ.2548 | 25 |



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของที่มา

ขมิ้นชัน (turmeric) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย การปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกไม่มากนักและปลูกจำกัดอยู่บริเวณบ้านเรือนเท่านั้น ต่อมาเมื่อมีความต้องการใช้ขมิ้นชันเพื่อผลิตเป็นการค้าในรูปพืชสมุนไพรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มกันมากขึ้น ปัญหาที่พบอยู่บ่อยครั้งของเกษตรกรผู้ปลูกขมิ้นชันก็คือ ขมิ้นชันได้รับน้ำไม่เพียงพอตลอดฤดูปลูกและเกิดการขาดน้ำขึ้นในช่วงต่างๆของการเจริญเติบโตของขมิ้นชันอยู่เสมอ ถึงแม้ว่าขมิ้นชันจะเป็นพืชที่มีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีก็ตาม แต่เมื่อได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง และมีผลกระทบไปถึงผลผลิต เหง้าที่นำมาใช้ทำสมุนไพรลดลงได้ ตามปกติขมิ้นชันต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตประมาณ 1,250 – 2,250 มิลลิเมตรต่อปี (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ขมิ้นชันต้องการใช้ในปริมาณค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ตามปกติ โดยทั่วไปขมิ้นชันจะให้ผลผลิตประมาณ 320 - 350 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกในเขตชลประทาน แต่ถ้ามีการปลูกนอกเขตชลประทานขมิ้นชันจะให้ผลผลิตลดลงต่ำกว่านี้มาก (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

การขาดน้ำของพืชมักเกิดขึ้นอยู่เสมอทั้งในเขตเกษตรน้ำฝนและเขตชลประทาน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ปลูกขมิ้นชัน ทั้งนี้ก็เพราะในเขตเกษตรน้ำฝนการปลูกขมิ้นชัน ปริมาณและการแผ่กระจายของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอบางครั้งก็มีฝนตกเพียงเล็กน้อยและมีการทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ส่วนในเขตชลประทานบางแห่งก็เช่นกันมีแหล่งน้ำชลประทานที่เก็บกักไว้เพียงเล็กน้อย ไม่เพียงพอที่จะให้แก่ขมิ้นชันได้อย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูกได้ ดังนั้นจึงทำให้ขมิ้นชันเกิดการขาดน้ำขึ้น ซึ่งการขาดน้ำนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชันในสภาพไร่เป็นอย่างไร ในปัจจุบันนี้ก็ยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อน จึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้นี้ขึ้น ผลจากการทดลองนี้จะทำให้ทราบว่าเมื่อขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่ได้รับการขาดน้ำและได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่าช่วงโตของขมิ้นชันเมื่อได้รับการขาดน้ำจะเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อที่จะได้นำไปแนะนำให้แก่เกษตรกรได้มีการจัดการให้น้ำชลประทานแก่ขมิ้นชันได้อย่างเหมาะสม เพื่อจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชันให้ได้มากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาช่วงวิกฤตของอายุการเจริญเติบโตของไขมันชั้นเมื่อขาดน้ำในสภาพไร้ออกซิเจน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาความต้องการน้ำของไขมันชั้นตลอดอายุการเจริญเติบโต
- 1.2.3 เพื่อศึกษาว่า ไขมันชั้นเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงต่างๆ กัน ของการเจริญเติบโตทั้งระยะสั้นและระยะยาวให้ผลผลิตเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับไขมันชั้นที่ไม่ได้รับการขาดน้ำ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เพื่อจะได้ทราบว่า ไขมันชั้นเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงอายุต่างๆ กันของการเจริญเติบโตจะมีผลต่อการตอบสนองเป็นอย่างไร และช่วงใดเป็นช่วงวิกฤตที่สุด
- 1.3.2 เพื่อจะได้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับไขมันชั้นควรเป็นเท่าใด จะสามารถทำให้ผลผลิตสูงที่สุด และการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด
- 1.3.3 เพื่อจะได้ทราบว่า ไขมันชั้นเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงต่างๆ กันของการเจริญเติบโตทั้งระยะสั้นและระยะยาวให้ผลผลิตเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับไขมันชั้นที่ไม่ได้รับการขาดน้ำ

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ขมิ้นชันเป็นพืชของเอเชียแถบร้อน ชอบอากาศร้อนชื้น ปลูกเพื่อใช้เหง้าเป็นเครื่องเทศแต่งสีและสมุนไพร มีการเพาะปลูกมากในแถบประเทศอินเดีย อินโดนีเซีย จีนตอนใต้ และไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn. หรือ *Curcuma domestica* Valenton. มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Turmeric, Curcuma, Yellow root จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (พร้อมจิต ศรลัมพ์. 2532 ; พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537) มีชื่อเรียกในท้องถิ่นทั่วไปหลายชื่อได้แก่ ขมิ้น (กลาง) ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขมิ้น ขมิ้น (ใต้) ตายอ (กระเหรี่ยง-กำแพงเพชร) สะยอ (กระเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) (พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537 ; คณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน. 2541)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ขมิ้นชันจัดเป็นพืชล้มลุกข้ามปีเช่นเดียวกับขิงและข่า มีลำต้นใต้ดิน เรียกว่า เหง้า (rhizome) ซึ่งประกอบไปด้วยแง่งที่มีลักษณะต่างๆกันคือ แง่งแม่ (mother rhizome) หรือ แง่งหลัก มีลักษณะกลม จะแตกออกเป็นแขนงที่สองและที่สามต่อไป (secondary และ tertiary branches) แขนงที่แตกออกมาจะมีลักษณะกลม จะเรียกว่าหัว หรือ corm และมีลักษณะยาวคล้ายนิ้วมือ เรียกว่า นิ้ว (finger) เป็นที่เกิดของรากฝอย บริเวณแง่งของหัวและนิ้วจะมีตาอยู่ทั่วไปไม่มีสีค่อนข้างอ่อนๆ มีปลายแหลม ซึ่งต่อไปจะเจริญเติบโตไปเป็นลำต้นและใบ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535) ส่วนลำต้นที่ปรากฏให้เห็นเหนือพื้นดิน เป็นลำต้นเทียมสูงประมาณ 50 - 70 เซนติเมตร (พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541) ลำต้นนี้ประกอบด้วยกาบใบซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ จากโคนถึงปลาย (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535) ซึ่งลักษณะทางจุลทรรศน์ของเหง้าขมิ้นชันนี้เมื่อดูเนื้อเยื่อภาคตัดขวางจะพบเซลล์ที่มีน้ำมันข้น (oleo-resin) เป็นก้อนสีส้มแดง เริ่มจากชั้น cortex เข้ามาเม็ดแป้งซึ่งเห็น lamella ค่อนข้างชัดเป็นรูปรี เกือบจะจมอยู่ในเซลล์ parenchyma เป็นบางเซลล์ชั้น epidermis มีขน (trichome) ชนิดเซลล์เดี่ยวลักษณะผายจะเป็นสีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัวเมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นก้อนแป้งสีเหลืองที่หลอม (altered starch) เนื่องจากถูกความร้อนและเม็ดแป้งที่ยังคงรูปเป็นเม็ดอยู่มีลักษณะรี เห็น hilum และ lamella ชัดเจน ท่อนำอาหาร และน้ำมีลักษณะเป็นชั้นบันได (scalariform) เป็นส่วนมาก ส่วนน้อยที่เป็นเกลียว (spiral) (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538 ; นิจศิริ เรื่องรังษี. 2542)

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ เรียงสลับแบบ 2-ranked และ 3-ranked ส่วนใหญ่มีกาบใบ ซึ่งจะรวมกันทำให้ มองดูคล้ายกับลำต้น ก้านใบยาว 8-15 เซนติเมตร ใบรูปหอกแกมขอบขนาน กว้าง 5-15 เซนติเมตร ยาว 30-50 เซนติเมตร ก้านใบเป็นก้านแคบๆ มีร่องแผ่ครีบอกเล็กน้อย ขั้นด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537) คล้ายกับใบของพุทธรักษา (สถาบันการแพทย์ไทย. 2540) เมื่อโตเต็มที่จะมีใบประมาณ 6 - 10 ใบ

ดอก ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก มีก้านช่อแทงออกจากเหง้าโดยตรง ก้านช่อดอกยาว 5 - 10 เซนติเมตร มีใบประดับช่อดอกมีสีเขียวอ่อนๆ หรือขาวรูปหอกเรียงซ้อนกันใบประดับ 1 ใบ มี 2 ดอก มีใบประดับย่อยขนาดใบยาว 3 - 3.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีขนกลีบดอกสีขาว โดยเชื่อมติดกันเป็นท่อนยาว ปลายแยกออกเป็น 3 ส่วน เกสรตัวผู้คล้ายกลีบดอก มีขน มีอับเรณูอยู่ที่ใกล้ๆ ปลายท่อนเกสรตัวเมียเล็กและยาว ซึ่งเกสรตัวผู้มีทั้งสมบูรณ์และเป็นหมันยอดเกสรตัวเมียรูปปากแตรเกลี้ยง รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 ใบ (Burtt and Smith. 1983) ขมิ้นชันที่ปลูกในประเทศไทย จะมีดอกออกในราวเดือนมีนาคม-พฤษภาคม (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538)

ชนิดและพันธุ์ของขมิ้นชัน

พันธุ์ขมิ้นชันที่ดีในตลาดโลกมีมากกว่า 50 สายพันธุ์ ส่วนมากนำเข้ามาจากประเทศอินเดีย และมีการจำแนกสายพันธุ์จากคุณสมบัติต่างๆทางด้านรูปร่าง ลักษณะ สี กลิ่น และอายุของเหง้าที่สมบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยว (maturity of rhizome) ขมิ้นชันที่ปลูกมีทั้งสายพันธุ์ที่มีอายุสั้นพร้อมเก็บเกี่ยวเพียง 7 เดือน และสายพันธุ์อายุยาวพร้อมเก็บเกี่ยวที่อายุ 9 เดือน นอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีและมีปริมาณสารสำคัญในเหง้าสูง (Atal and Kapur. 1989) เช่น สายพันธุ์ Savarna PCT-8 ของอินเดีย สำหรับประเทศไทยจากรายงานการรวบรวมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ขมิ้นชันนำมาปลูกยังมีผู้ดำเนินการน้อยมาก ส่วนใหญ่ยังคงใช้พันธุ์ที่มีขายอยู่ในท้องถิ่น โดยในปี พ.ศ. 2543 มีรายงานผลการรวบรวมพันธุ์ปลูกไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดตรัง ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่าทั้ง 10 สายพันธุ์ มีผลผลิตใกล้เคียงกัน (กรมวิชาการเกษตร. 2544)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ (2535) กล่าวว่า ขมิ้นชันเป็นพืชที่ชอบอากาศค่อนข้างร้อน และต้องการความชื้นสูงเช่นเดียวกับขิงและข่า อาจปลูกโดยอาศัยน้ำฝน หรือใช้การชลประทานช่วยก็ได้

ดิน ขมิ้นชันชอบดินร่วนซุย มีการระบายน้ำดี พื้นที่ที่มีน้ำขังหรือมีความชื้นสูงเกินไปหรือมีการระบายน้ำไม่ดี จะทำให้เหง้าขมิ้นชันเน่าเสียหายได้ ดังนั้น ดินเหนียวหรือดินที่เป็นกรดหรือดินที่เป็นลูกรังและพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้ง จึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกขมิ้นชัน ซึ่งขมิ้นชันสามารถปลูกบนพื้นที่ที่สูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล จนกระทั่งความสูงประมาณ 1,350 เมตร (พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ ขมิ้นชั้นขอบบริเวณพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ต้องการน้ำฝนเพื่อการเจริญเติบโต ประมาณ 125-225 เซนติเมตร (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2535)

วิธีการปลูก

ขมิ้นชั้นขอบอากาศค่อนข้างร้อนและมีความชุ่มชื้นในเวลากลางคืน (สำนักงาน คณะกรรมการ สาธารณสุขมูลฐาน, 2541) ขอบดินร่วนซุยที่ระบายน้ำได้ดี (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2537) ดิน ลูกรังไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของหัวขมิ้นชั้นดังนั้นในการเตรียมดินปลูกขมิ้นชั้นจำเป็นต้องขุด หรือไถพรวนเพื่อให้ดินร่วนซุยขึ้น ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีวัชพืชมากและหน้าดินแข็ง ควรไถพรวนไม่น้อย กว่า 2 ครั้ง คือ ไถตะเพือกกำจัดวัชพืช และเปิดหน้าดินให้ร่วนซุย แล้วตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ เพื่อ ทำลายไข่แมลง เชื้อโรคในดิน แล้วไถแปรเพื่อกลับหน้าดินทำให้ดินร่วนซุยและละเอียดขึ้น พร้อม ทั้งเก็บเศษไม้ และวัชพืชออกจากแปลงให้หมด (กองวิจัยพืชสมุนไพรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2533) ถ้าเป็นดินเหนียวจัดควรใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตันต่อไร่ เพื่อปรับ ปรับสภาพดิน (กรมวิชาการ เกษตร, 2544) การเตรียมดินควรไถพรวนก่อนต้นฤดูฝน ให้มีสภาพพร้อมปลูกในต้นฤดูฝน (ปรานี ธารณะระระนิต และพีสิรี จิระตระกูล, 2544)

การเตรียมแปลงปลูก มี 2 แบบ (Guzman and Siemonse, 1999) คือ

1. แปลงปลูกสภาพพื้นราบเหมาะกับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี

2. แปลงปลูกสภาพยกคันร่อง หรือยกแปลงให้สูงจากระดับดินเดิม และมีร่องระบายน้ำ เหมาะกับสภาพพื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่ราบต่ำ มีการระบายน้ำไม่ดี เมื่อปลูกพืชแล้วอาจมีน้ำท่วมขังทำ ให้พืชเสียหายได้ การยกคันร่องควรทำสันนูนสูง 20 - 90 เซนติเมตร กว้าง 45 - 50 เซนติเมตร ในกรณียกแปลงปลูก ขนาดที่ยาวต่อการดูแลรักษาควรกว้าง 100 - 150 เซนติเมตร สูง 15 - 20 เซนติเมตร ความยาวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและขนาดของพื้นที่ แปลงปลูกย่อยแต่ละแปลงควร เว้นช่องห่าง 30 - 50 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นทางเดินสำหรับการดูแลรักษา (กองวิจัยพืชสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2533)

วิธีการปลูกขมิ้นชั้น โดยการยกร่องสูงประมาณ 25 เซนติเมตร แปลงมีขนาดกว้าง 45 - 50 เซนติเมตร ระหว่างร่องเป็นร่องน้ำ วิธีปลูกใช้เหง้าแก่ที่มีอายุ 11 - 12 เดือน ตัดเป็นท่อนๆ ในแต่ละ ท่อนมีจำนวนตาประมาณ 1 - 2 ตา ผึ่งท่อนพันธุ์ขมิ้นลึกลับ 5 - 7 เซนติเมตร ระยะปลูกที่ใช้คือ 20 x 20 หรือ 30 x 30 หรือ 35 x 35 เซนติเมตร (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2535) ในพื้นที่ 1 ไร่ จะใช้ท่อน พันธุ์ประมาณ 250 - 400 กิโลกรัม ท่อนพันธุ์ที่ใช้มี 2 ชนิด คือ แง่แม่ หรือหัวที่มีลักษณะกลมหนา ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือแง่นิ้วมือที่มีลักษณะเรียวยาว ท่อนพันธุ์ที่ใช้นี้อาจจะใช้ทั้งท่อนยาวๆ โดยไม่ ต้องตัดหรือจะตัดเป็นท่อนๆ ให้มีตาดูดอยู่ 1 - 2 ตา ก็ได้ ท่อนพันธุ์ที่ได้จะนำไปปลูกในแปลงทันที หรือเพาะก่อนปลูกก็ได้แต่ถ้าเพาะท่อนพันธุ์ไว้ประมาณ 30 วัน ท่อนพันธุ์จะงอกแล้วแตกหน่อขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มา ซึ่งสามารถนำไปปลูกในแปลงได้ โดยจากการที่ท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีหลายแบบแต่แบบที่ให้ผลผลิตสูงกว่าชนิดอื่นก็คือ ท่อนพันธุ์ชนิดแงงแม่หรือหัวซึ่งตัดเป็นท่อนๆ ซึ่งจะให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกด้วยวัสดุปลูกอื่นๆ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535)

ในบางท้องถิ่นซึ่งเป็นป่าเปิดใหม่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีอยู่แล้ว หลังจากถางป่าทำลายพรวนพืช ทำการไถพรวนดินสองครั้ง เกษตรกรจะปลูกโดยไม่ต้องยกดินเป็นร่องสูง ใช้ระยะปลูกตามข้างต้น หลังจากปลูกประมาณ 5 - 7 วัน ขมิ้นจะเริ่มงอก หากฝนไม่ตกควรมีการรดน้ำช่วย (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541) หลังจากปลูกทำการดายหญ้าทุกเดือนและหลังจากขมิ้นชันมีอายุได้ 2 - 4 เดือน ก็ทำการใส่ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก ครั้งละ 2-3 ตันต่อไร่ ขมิ้นชันจะเริ่มงอหลังจากปลูกประมาณ 2 เดือน บางครั้งเกษตรกรจะใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมด้วยโดยเฉพาะพวกโพแทสเซียม หากมีแมลงมากัดกินใบต้องพ่นยาพวกเซฟวิน ส่วนโรคที่สำคัญได้แก่ โรค leaf spot ที่เกิดขึ้นกับขมิ้นชันสามารถป้องกัน ได้โดยฉีดพ่นยาพวกเบนเลท (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541)

ฤดูกาลเพาะปลูกขมิ้น

ส่วนมากจะปลูกอยู่ในช่วงต้นฤดูฝนหรือก่อนฤดูฝนเล็กน้อย คือประมาณ เดือน เมษายน ถึง พฤษภาคม การเพาะปลูกขมิ้นชันในเขตชลประทานจะใช้เวลาออก ประมาณ 15 วัน แต่ถ้าปลูกในที่ราบอาศัยน้ำฝนจะใช้เวลาประมาณ 1 เดือน จากนั้นอีกประมาณ 5 - 6 เดือน จะเป็นช่วงเวลาของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจะสิ้นสุดลง ในราวเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งจะสังเกตได้จากสองใบสุดท้ายที่แตกขึ้นมา จะมีขนาดเล็กกว่าใบก่อนหน้านี้ ต่อไปจะเป็นการเจริญเติบโตของเหง้า และเริ่มออกดอกในช่วง เดือน พฤศจิกายน แต่ขมิ้นชันบางต้น และบางปีเท่านั้นที่จะมีการออกดอก ซึ่งการออกดอกของขมิ้นชันไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรเพราะจะมีผลทำให้เหง้าขมิ้นชันเจริญเติบโตช้า และมีขนาดเล็กลง ดังนั้น เกษตรกรจึงควรตัดช่อดอกทิ้งตั้งแต่ในระยะเริ่มแรก (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

การปฏิบัติดูแลรักษา

ขมิ้นชันเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตอนบน บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ วิธีการปฏิบัติดูแลรักษากระทำดังนี้

1. การให้น้ำ ขมิ้นชันเป็นพืชต้องการความชื้นสูงแต่ไม่ต้องการสภาพพื้นที่ชื้นแฉะ เพราะจะทำให้เหง้าเน่าเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกลบโคน ต้องคอยกลบโคนต้นอยู่เสมอ เพราะแ่งขมื่นชั้นจะเจริญเติบโตได้ดีต้องอยู่ใต้ผิวดิน ที่มีร่มเงาและความชื้นเพียงพอ

3. การใส่ปุ๋ย ควรเร่งใส่ปุ๋ยอินทรีย์เช่นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แต่ก็สามารถใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์แทนได้เช่นเดียวกัน แต่ต้องระมัดระวังอย่าให้ปุ๋ยสัมผัสกับต้นขมื่นชั้นทั้งลำต้นใต้ดินและลำต้นเหนือดิน ปกติไม่ควรปลูกขมื่นชั้นซ้ำๆ อยู่ทีเดียวกันหลายๆ ครั้ง ทั้งนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงแล้วยังหลีกเลี่ยงปัญหาโรค และแมลงรบกวนด้วย (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

การเก็บเกี่ยว

หลังจากที่ปลูกขมื่นชั้นได้ประมาณ 7 เดือน ใบบางๆ ของขมื่นชั้นจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าขมื่นชั้นเริ่มแก่แล้ว ให้ปล่อยให้ขมื่นชั้นไว้ในแปลงจนมีอายุประมาณ 9 - 10 เดือน จึงเริ่มขุด (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541) ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม ถ้าดินแห้งเกินไปในขณะที่จะขุดก็ให้รดน้ำก่อนทุกครั้งเพื่อให้สะดวกต่อการขุดและง่ายต่อการเอาดินออกจากหัวขมื่นชั้น การขุดต้องพยายามไม่ให้ขอบดินแห้ง เสริมแล้วจึงตัดใบรากและล้างน้ำให้สะอาด ขมื่นชั้นกอหนึ่งๆ จะมีหัวประมาณ 2 - 8 อัน และมีแง่นิ้วมือประมาณ 10 - 40 อัน ให้ผลผลิตประมาณไร่ละ 3,200 - 3,500 กิโลกรัม สำหรับบนพื้นที่ที่มีการชลประทาน แต่ถ้าปลูกนอกเขตพื้นที่ชลประทานหรืออาศัยน้ำฝนจะให้ผลผลิตต่ำกว่านี้ นอกจากนี้ผลผลิตของขมื่นชั้นยังขึ้นอยู่กับระยะห่างของการปลูก พันธุ์และแหล่งปลูกด้วย ผลผลิตของขมื่นชั้นหรือแง่นิ้วที่ได้นี้ยังเป็นขมื่นชั้นสดหรือเรียกว่าขมื่นเขียว มีสีเหลืองปนน้ำตาล จะต้องนำไปทำความสะอาด และทำให้แห้งก่อน จึงจะเก็บไว้ได้นานหลังจากทำความสะอาดแล้ว ควรแยกแง่นิ้วที่มีลักษณะเป็นหัว และนิ้วมือออกจากกัน เพราะแง่นิ้วทั้งสองใช้เวลาในการทำให้แห้งแตกต่างกัน อีกทั้งความต้องการของตลาด ตลอดจนราคาแตกต่างกันด้วย กล่าวคือแง่นิ้วมือราคาสูงกว่าชนิดหัว (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

การทำให้แห้ง กระทำได้โดยนำขมื่นชั้นไปต้ม ตากให้แห้งและขัดเปลือกให้สะอาดเวลาใช้ต้มประมาณ 1 - 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณขมื่นชั้น การต้มมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เซลล์ของขมื่นชั้นตายและป้องกันการระเหยของน้ำ เมื่อนำไปตากแห้งแง่นิ้วขมื่นชั้นจะมีลักษณะตึงสวยและเก็บไว้ได้นาน ขมื่นชั้นเมื่อต้มเสร็จแล้วจะมีเนื้ออ่อนนุ่ม สีเหลืองเข้ม บางแห่งนิยมแช่ขมื่นชั้นในน้ำปูนใสก่อนที่จะนำไปตากแห้งเพื่อให้มีความแห้งอย่างสม่ำเสมอ จึงต้องใช้เวลาพอสมควร ซึ่งปกติจะใช้เวลาประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของแง่นิ้วขมื่นชั้นด้วยหัวขมื่นชั้นจะแห้งช้ากว่าขมื่นชั้นนิ้วมือ เนื่องจาก หัวขมื่นชั้นมีขนาดใหญ่และหนากว่า แ่งขมื่นชั้นที่แห้งดีแล้วจะมีลักษณะแข็งเปราะ มีกลิ่นหอมเล็กน้อยหลังจากนั้น จึงนำไปขัดเปลือกหรือลอกเปลือกออกเพื่อให้แง่นิ้วขมื่นชั้นเอกลักษณะนี้เป็นเอกลักษณะที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูสวยขึ้น (นิจศิริ เรื่องรังษี. 2542 ; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545) การขัดเปลือก
กระทำได้โดยใส่ในตะแกรงหรือใส่ในถังเหล็กหรือถังโลหะแล้วเขย่า หรือหมุนจนเปลือกลอกหลุด
ออกหมดเศษหรือผงขี้มันชั้น และเยื่อที่ได้จากการขัดสามารถนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ยพืชสด (รุ่งรัตน์
เหลืองนทีเทพ. 2540)

การจำหน่าย

การค้าขี้มันชั้นระหว่างประเทศจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ขี้มันชั้นชนิดนิ้วมือ ชนิดทั้งเหง้า
และ ชนิดแตกหัก ซึ่งขี้มันชั้นชนิดนิ้วมือมีคุณภาพดีที่สุด ส่วนขี้มันชั้นที่จำหน่ายภายในประเทศนั้น
มีทั้งชนิดหัวและชนิดแ่ง นิ้วมือคละกันแต่ในทางการค้ามักแยกส่วนกลางและแ่งออกจากกันส่วน
แ่งเป็นที่นิยมของตลาดและมีราคาสูง (นิจศิริ เรื่องรังษี. 2542) การที่ขี้มันชั้นจะมีราคาสูงหรือต่ำ
ขึ้นอยู่กับรูปร่างและความมันของเหง้า เหง้าที่เตรียมถูกวิธี จะเปราะและมีสีเหลืองเป็นมัน ในบาง
ท้องถิ่นมีการเตรียมเป็นพิเศษคือนำเหง้ามาแช่ในน้ำสกัดส้มมะขามเปียกเป็นเวลา 10 นาที (นิจศิริ
เรื่องรังษี. 2542 ; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545) ราคาที่จำหน่ายขึ้นอยู่กับปริมาณ
การผลิต และความต้องการของตลาด ขี้มันชั้นที่ส่งออกอาจจะต้มก่อนหรือไม่ต้มก็ได้ แต่ส่วนใหญ่
นิยมต้มก่อน ในการส่งออกจะต้องผ่านการรมยาและขอใบรับรองการตรวจโรคพืชขาออก จากกรม
วิชาการเกษตร สำหรับแ่งชนิดหัวที่ผู้ส่งออกคัดออกนั้นจะถูกนำไปแปรรูปเป็นขี้มันชั้นผงเพื่อ
จำหน่ายต่อไป (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

ส่วนที่ใช้เป็นยา

ส่วนมากนิยมใช้เหง้าแห้งและสด (พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2537 ; สำนักงานคณะกรรมการ
สาธารณสุขมูลฐาน. 2541)

ส่วนประกอบ

ในขี้มันชั้นประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก
วิตามินบี และ วิตามินบี 12 นอกจากนี้ ยังมีน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารต่างๆ ได้แก่
เทอร์เมอโรน (turmerone) เคอร์คิวมิน (curcumin) แอทแลนโทน (atlantone) ซินโทรไบริน
(sytrobirin) และซินจีเบอโรน (zingiberone) (จำลอง ผึ้งชลจิตร. 2542 ; วิภา เติมนุญาติ.
2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสและสรรพคุณยาไทย

ขมิ้นชันจะมีรสฝาด กลิ่นหอม สรรพคุณขมิ้นชัน สามารถแก้โรค ผิวน้ำคั้น ขับลม ท้องร่วงรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (สำนักคณะกรรมการสาธารณสุขาน. 2541) แก้ ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้โรคกระเพาะอาหาร (ลลิตา ธีระสิริ. 2543) มีสารเคอร์คูมิน ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการ หลังของกรดในกระเพาะอาหารช่วยเพิ่มแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรา และ ไวรัส บรรเทาอาการแพ้ ช่วยสมานแผล และบำรุงผิว มีสารต้านอนุมูลอิสระ สาร ชินโทรไปริน ส่งผลให้ถุงน้ำดีบีบตัวสามารถขับน้ำดีได้มาก (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538 ; นิจศิริ เรื่องรังษี. 2542) จึงมีสรรพคุณป้องกันเซลล์ตับจากอันตรายที่เกิดจากยาหรือสิ่งแปลกปลอม รักษาอาการนิ่ว ในถุงน้ำดี (วิณา เติตบุญชาติ. 2543) ใช้บำบัดอาการฟกช้ำ บำบัดอาการไขข้ออักเสบ อาจใช้ในการ รักษาฝีที่มีหนองซึ่งติดจากเชื้อ *staphylococcus aureus* (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538)

สารสำคัญ

สารที่สำคัญในเหง้าขมิ้นชันได้แก่น้ำมันหอมระเหย (essential oil) หรือ สารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) ประมาณ 2-6 % เป็นน้ำมันสีเหลืองและมีสารสีเหลืองส้ม (สำนักงานคณะกรรมการ สาธารณะสุขมูลฐาน. 2541; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545)

สารที่ให้สีเหลืองส้ม รวมเรียกว่า สารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) ซึ่งเป็นสารพวก diaryl heptanoid ประกอบไปด้วยสารที่สำคัญ คือ สารเคอร์คูมิน (curcumin) เป็นสารพวก diferruloylmethane และ caffeoylferulo methane (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538)

สารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถละลายอนุมูล อิสระ และป้องกันอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระด้วย (วิณา เติตบุญชาติ. 2543)

ส่วนคุณสมบัติของสารเคอร์คูมิน (curcumin) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า bis - (4-hydroxyl -3-methoxycinnamoyl) -methane สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียในลำไส้ลดการใช้กลูโคส จึงลด การเกิดก๊าซได้ นอกจากนี้สารเคอร์คูมิน ยังช่วยในการเพิ่มน้ำย่อยทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น อาการจุกเสียดจึงลดลง นอกจากนี้สารเคอร์คูมิน ยังมีสรรพคุณต้านไวรัส ลดอาการอักเสบบรรเทา อาการปวดตามข้อ ลดระดับคอเรสเตอรอล โดยการเร่งการผลิตส่งออกจากตับไปสู่ลำไส้เล็กพร้อมกับ น้ำดี และช่วยให้ฮอร์โมนอินซูลินย่อยสลายน้ำตาล จึงช่วยผู้ป่วยเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาล ในเลือดได้ (วิณา เติตบุญชาติ. 2543)

การใช้ประโยชน์จากไขมันชั้น

จากการที่ไขมันชั้นเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมและให้สีเหลืองสวยงาม จึงมีการนำไขมันชั้นมาใช้เป็นเครื่องเทศใช้ในการประกอบอาหาร (พร้อมจิต ศรลัมพ์. 2532) โดยเราจะแบ่งตามลักษณะการใช้งานดังนี้

สี ของไขมันชั้นใช้ในการปรุงแต่งอาหาร เช่น เป็นผงแกงเผ็ด มาสตาดี ซอสปรุงรส ปรุงสีอาหาร จำพวก ผัก ไข่ เนื้อ และปลา ผักดอง (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545)

ใบ ของไขมันชั้นช่วยในการเพิ่มรสชาติของอาหารได้ดีขึ้น ในอินเดียนิยมใช้ใบไขมันชั้นห่อปลาก่อนนำไปปรุงอาหาร

โอสดีโอเรซิน ใช้ในการแต่งสีของเนยสด เนยแข็ง เนยเทียม เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และเค้ก (นิจศิริ เรืองรังสี. 2542 ; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545)

นอกจากนี้สี ยังใช้เป็นสีย้อมผ้าฝ้าย ไหม และไหมพรม ใช้แต่งสีเครื่องสำอาง โดยเฉพาะสีเหลืองของไขมันชั้นนี้เมื่อถูกด่างจะให้สีน้ำตาลเข้ม เช่น เมื่อใช้ในปูนขาว จะได้สีปูนแดงตามที่ต้องการ (นิจศิริ เรืองรังสี. 2542 ; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545)

นอกจากไขมันชั้นจะใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร และ เครื่องสำอางแล้วก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาโรคได้ทุกส่วนของต้นไขมันชั้น แต่ที่นิยมใช้จะใช้เหง้าสด และแห้งใช้เป็นยาบำรุงธาตุ ฟอกโลหิต แก้โรคผิวหนังผื่นคัน ใช้ผสมกับน้ำมันมะพร้าว ทาเป็นยาสมานแผล แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ไขมันชั้นสดๆ ใช้แก้ท้องร่วงได้ในปัจจุบันยัง พบว่ามีสรรพคุณบำบัด โรคกระเพาะอาหารอักเสบได้ (นิจศิริ เรืองรังสี. 2542 ; ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545)

เนื่องจากสรรพคุณทางยาของไขมันชั้นเป็นที่รู้จักตั้งแต่โบราณมาจนถึงปัจจุบัน จึงได้มีการศึกษาและวิจัยในการใช้ไขมันชั้นรักษาโรคและอาการต่างๆ ซึ่งผลการทดลองที่เบื้องต้นของการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นจะกล่าวถึงตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ทำขึ้นดังนี้

การศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไขมันชั้น โดยการใช้ น้ำคั้นจากหัวไขมันชั้น ให้ผู้ป่วยที่มีอาการท้องอืดท้องเฟ้อ 100 ราย เทียบกับผู้ป่วยที่ใช้ยา Flatulence 100 ราย ได้ผล 77% และ 79% ตามลำดับ ทำให้ทราบว่า น้ำคั้นจากหัวไขมันชั้นมีฤทธิ์ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารที่เกิดจาก acetyl- choline, serotonin และ แบเรียมคลอไรด์ได้ สำหรับการรักษาแผลในกระเพาะอาหารนั้น พบว่า เคอร์คูมิน (curcumin) นั้นจะออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่ง secretin และ gastrin ซึ่งป้องกันโรคกระเพาะอาหารทั้งยังทำให้มีการหลั่ง mucus มาเคลือบกระเพาะมากขึ้น (พร้อมจิต ศรลัมพ์. 2532) จากที่มีการหลั่ง mucus ในกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้น จึงช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2541)

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ศึกษาผลของยาแคปซูลไขมันชั้น ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดท้องเนื่องจากแผลเปื่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก คูโอดินัม โดยการดูการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเยื่อเมือกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระเพาะอาหาร และ ลำไส้เล็ก ดูโอดินัม ด้วยกล้องส่องตรวจ (endoscope) ในผู้ป่วยชาย 8 ราย หญิง 12 ราย อายุระหว่าง 16 – 60 ปี ผู้ป่วยที่มีแผลเปื่อย 10 รายนี้ เป็นแผลในลำไส้เล็ก 2 ราย มีขนาดแผล 0.5 – 1.5 เซนติเมตร โดยได้รับประทานขมิ้นชันขนาดแคปซูลละ 250 มิลลิกรัม ครั้งละ 2 แคปซูล ก่อนอาหาร 3 มื้อ ครั้งถึงหนึ่งชั่วโมงและก่อนนอน ปรากฏว่าแผลของผู้ป่วยหาย เรียบร้อยภายใน 4 สัปดาห์ ผลเป็นที่น่าพอใจจึงสนับสนุนให้ประชาชนได้ใช้ (สำนักงานคณะกรรมการ สาธารณสุขมูลฐาน. 2541 ; นิจศิริ เรื่องรังสี. 2542)

จากการศึกษาพบว่าขมิ้นชันมีฤทธิ์ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร มีฤทธิ์ลดการ อักเสบ ขับน้ำดี และมีฤทธิ์คลายกล้ามเนื้อเรียบได้ โดยที่ฤทธิ์ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะ อาหารเกิดจากสารเคอร์คูมิน (curcumin) ขนาด 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้เกิดการกระตุ้น การหลั่ง meuin ออกมาเคลือบกระเพาะอาหารโดยสารเคอร์คูมิน และน้ำมันหอมระเหยจะมีฤทธิ์ ลดการอักเสบ บรรเทาอาการปวดท้องเนื่องจากแผลในกระเพาะอาหารได้ (สำนักงานคณะกรรมการ สาธารณสุขมูลฐาน. 2541)

เคอร์คูมิน (curcumin) มีผลสีเหลืองหรือแดง ละลายได้ในแอลกอฮอล์ สารละลายมีสี เหลือง แต่เมื่อถูกกับ boric acid จะได้สีแดง ถ้าเติมด่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอมเขียว กับสาร ละลายของกรดกำมะถันที่มีแอลกอฮอล์อยู่ด้วยจะให้สีแดงนวล จึงมักใช้กระดาศขมิ้นเพื่อทดสอบ boron ในอาหาร (นิจศิริ เรื่องรังสี. 2542) ใช้ทดสอบว่าเป็นผงชูรสแท้หรือไม่ และใช้ทดสอบน้ำยา เป็นกรดหรือด่าง ถ้าเป็นด่างกระดาศขมิ้นชันจะเปลี่ยนเป็นสีแดง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ไล่และ กำจัดแมลงได้หลายชนิด เช่น ตัวงวง ตัวงั่วเขียว มอดข้าวเปลือก หนอนใยผัก หนอนหลอดหอม ฯลฯ สามารถทำได้โดยใช้ผงขมิ้นชัน 1.5 กิโลกรัม หมักกับน้ำ 2 ลิตร ทิ้งไว้หนึ่งคืน กรองใช้น้ำยา 1.5 ลิตร เติมน้ำ 2 ลิตรฉีดพ่นแปลงผักสามารถไล่แมลงศัตรูพืชผัก พืชไร่ได้ผลดี (พเยาว์ เหมือน วงศ์ญาติ. 2537)

นอกจากนี้ได้พบว่าสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำมันหอมระเหย และ curcumin มีฤทธิ์ต่อต้าน แบคทีเรีย โดย curcumin สามารถฆ่าเชื้อได้ ขมิ้นชันยังสามารถกระตุ้นการสร้างวิตามินบี 1 โดย แบคทีเรียในลำไส้หนูขาว และไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในการขับถ่ายวิตามิน บี 1 ในปีสภาวะและอุจจาระ น้ำมันขมิ้นชัน มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา แต่ส่วนสกัดที่มี curcumin ไม่มีผลในการฆ่าเชื้อรา

สิ่งสกัดด้วยแอลกอฮอล์ของเหง้ามีฤทธิ์ฆ่าเชื้ออะมีบาซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคบิดมีตัว น้ำมัน หอมระเหยมีฤทธิ์ฆ่าพยาธิไส้เดือนและตัวตืดในขนาดความเข้มข้นเพียงร้อยละ 0.2 นอกจากนี้ยัง พบว่าสิ่งสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์ขนาดย่อมๆ อีกด้วย (นิจศิริ เรื่องรังสี. 2542)

ความต้องการน้ำและการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของเซลล์พืช น้ำช่วยละลายแร่ธาตุและอาหารต่างๆ ซึ่งใช้ในการเจริญเติบโต กระบวนการเมตาบอลิซึม ตลอดจนปฏิกิริยาเคมีต่างๆภายในเซลล์จะต้องอาศัยน้ำ โดยน้ำมีส่วนร่วมในปฏิกิริยานั้นๆ ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม นอกจากนี้ น้ำยังช่วยรักษาอุณหภูมิของพืชมิให้เกิดความผันแปรมากด้วย (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544) ดังนั้น ในสภาวะที่พืชขาดน้ำโดยพืชมีอัตราการคายน้ำมากกว่าการดูดน้ำเป็นผลทำให้ปริมาณน้ำในใบพืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช ซึ่งการตอบสนองของกระบวนการทางสรีรวิทยา และกระบวนการจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดน้ำ และช่วงเวลาของการขาดน้ำ (สายัณห์ สดุดี. 2537)

Eck (1986) รายงานว่า ข้าวโพดที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะของการขาดน้ำในช่วงระยะที่ข้าวโพดเริ่มออกจะมีผลทำให้น้ำหนักใบ น้ำหนักลำต้น และผลผลิตฝักลดลง สำหรับข้าวโพดที่ขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นจะมีผลต่อผลผลิตฝักที่ลดลงเช่นกัน โดยเฉพาะถ้าข้าวโพดขาดน้ำในช่วงผสมเกสรถึงช่วงสะสมน้ำหนักเมล็ดจะทำให้ผลผลิตฝักของข้าวโพดลดลงมากที่สุด (Otegui *et al.* 1995) สอดคล้องกับงานทดลองของ Pandey *et al.* (1984) รายงานว่าพืชตระกูลถั่วเมื่อได้รับการขาดน้ำอย่างรุนแรงมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของถั่วลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสภาวะขาดน้ำนี้ถ้าเกิดขึ้นในช่วงเจริญพันธุ์จะเป็นระยะวิกฤติของการผลิตพืช (Ashley and Ethridge. 1978 ; Turk and Hall. 1980) ในงานทดลองของ Muchow *et al.* (1986) รายงานว่าถั่วเหลืองถ้าขาดน้ำไม่รุนแรงในช่วงการเจริญทางลำต้นและใบ พบว่าทำให้ลดการขยายตัวของใบมากกว่าที่จะมีผลต่อการเกิดใบใหม่และไม่มีผลทำให้เกิดการร่วงของใบ ในทางตรงกันข้าม ถ้าสภาวะขาดน้ำรุนแรงจะมีผลทำให้ใบเหี่ยวและร่วงมาก ส่วนการทดลองของ Kramer (1983) พบว่า การขาดน้ำของพืชจะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนต่างๆ มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ขาดน้ำ โดยเฉพาะในพืชหัว เช่น ในมันฝรั่งเมื่อขาดน้ำอย่างรุนแรงจะมีผลทำให้ ความสูงพื้นที่ใบ การเจริญเติบโตทางทรงพุ่มและคุณภาพหัวมันฝรั่งลดลงอย่างมาก (Adams and Stevenson. 1990 ; Ojala *et al.* 1990 ; Iqbal *et al.* 1999)

ตามปกติพืชชั้นต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตประมาณ 1,250 - 2,250 มิลลิเมตรต่อปี (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540) หรือปริมาณน้ำฝน 1,200 - 1,400 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 100 - 200 วันหลังปลูก (ปรานี ธารณะระนิต และพีศรี จิระตระกูล. 2544) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่พืชชั้นต้องการใช้ในปริมาณค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับกับพืชชนิดอื่น โดยทั่วไปพืชชั้นจะให้ผลผลิตประมาณ 320 - 350 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกในเขตชลประทาน แต่ถ้ามีการปลูกนอกเขตชลประทานพืชชั้นจะให้ผลผลิตลดลงต่ำกว่านี้มาก (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชเมื่อเกิดการขาดน้ำขึ้นนั้น สายัณห์ สดุดี (2537) รายงานว่า การปิดและเปิดของปากใบเป็นการตอบสนองของพืชเพื่อรักษาสมดุลของน้ำไว้ในใบพืชภายใต้สภาวะขาดน้ำ โดยทำให้ปากใบปิด (Sivarkumar and Shaw, 1987) ทำให้การขยายตัวของเซลล์และการแบ่งเซลล์ลดลง (นิมิตร วรสุต และคณะ, 2536) ซึ่งจะมีผลทำให้กระบวนการต่างๆ ของการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากการผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบพืชน้อยลง (สายัณห์ สดุดี, 2537) และค่าศักยภาพน้ำในใบมีค่าลดลง แต่ความต้านทานของปากใบจะมีค่าเพิ่มขึ้น (นิภา วีระนันทาเวทย์, 2531 ; Boyer, 1976 ; Kramer, 1983) จากการรายงานของ Lawn (1982) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิใบมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่า total conductance ดังนั้นเมื่อพืชขาดน้ำ อุณหภูมิใบจะมีค่าสูงขึ้นในขณะที่ total conductance จะมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Lawn (1982) ที่พบว่าในถั่วพุ่มเมื่อขาดน้ำจะทำให้ศักยภาพของน้ำในใบของถั่วพุ่มมีค่าลดลง โดยถั่วพุ่มมีการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำจึงทำให้อุณหภูมิของใบมีค่าสูงขึ้นด้วย

สำหรับการศึกษาในขั้นต้นถึงความต้องการน้ำและการขาดน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขม้นชันนั้น ในปัจจุบันยังมีการศึกษากันไม่มากนัก อีกทั้งขม้นชันเป็นพืชที่มีอายุยาวและต้องการน้ำในปริมาณที่ค่อนข้างมาก เมื่อมีการขาดน้ำเกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆของการเจริญเติบโตก็ตาม ก็อาจจะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตของขม้นชันลดลงได้ อย่างไรก็ตามการศึกษเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีน้อยดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง

ขมิ้นชัน

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

- 1) ตู้อบความร้อน (hot air oven)
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง
- 3) เครื่องวัดพื้นที่ใบ (leaf area meter) ยี่ห้อ Li – COR รุ่น LI - 3100
- 4) โพรมิเตอร์ (porometer) ยี่ห้อ Li – COR รุ่น LI – 600
- 5) เครื่องมือวัดการระเหยของน้ำ (American class A pan)
- 6) เครื่องมือวัดข้อมูลฟ้าอากาศ ยี่ห้อ Delta – T Logger รุ่น DL2e
- 7) เครื่องวัด chlorophyll meter ยี่ห้อ minolta
- 8) เครื่องวัดความยาวคลื่นแสง spectrophotometer

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแปลง

- 1) จอบ
- 2) ตลับเมตร
- 3) ไม้ฉาก
- 4) เชือก

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลอง

- 1) บัวรดน้ำ
- 2) ขั้วนปลูก
- 3) เสียม
- 4) ถูกระดาดาสีน้ำตาล
- 5) ถูพลาสติกดำ
- 6) กระจอบเก็บดิน
- 7) มีด

8) กรรไกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ให้น้ำแก่ขมิ้นชันอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต และขมิ้นชันไม่มีการขาดน้ำ

3.3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาถึงผลของการขาดน้ำช่วงระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตขมิ้นชัน

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ โดยแบ่งสิ่งทดลองที่ทำการศึกษาดังนี้

- 1) ให้ขมิ้นชันขาดน้ำตั้งแต่อายุ 30 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- 2) ให้ขมิ้นชันขาดน้ำตั้งแต่อายุ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- 3) ให้ขมิ้นชันขาดน้ำตั้งแต่อายุ 90 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- 4) ให้ขมิ้นชันขาดน้ำตั้งแต่อายุ 120 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- 5) ให้ขมิ้นชันขาดน้ำตั้งแต่อายุ 150 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
- 6) ให้น้ำแก่ขมิ้นชันอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต และขมิ้นชันไม่มีการขาดน้ำ

3.4 การเตรียมดิน การปลูก และการดูแลรักษา

3.4.1 การทดลองที่ 1 ปลูกขมิ้นชันลงในแปลงปลูกขนาด 3 x 3 เมตร จำนวน 21 แปลงย่อย โดยใช้ระยะปลูก 30 x 30 เซนติเมตร เหง้าหัวที่ใช้ปลูกมีการตัดและมีการคัดเลือกให้มีขนาดสม่ำเสมอโดยให้มีตาบนท่อนพันธุ์ละ 1 - 2 ตา และมีน้ำหนักเหง้าสดประมาณ 12 กรัม ผึ่งท่อนพันธุ์ขมิ้นชันลงในดินลึกประมาณ 5 - 7 เซนติเมตร เหง้าที่นำมาใช้ปลูกต้องเป็นเหง้าของขมิ้นชันที่ได้มาจากแหล่งปลูกเดียวกัน โดยมีอายุ 11 - 12 เดือน หลังจากปลูก 5 - 7 วัน ขมิ้นชันจะเริ่มงอก สำหรับการให้น้ำชลประทานแก่ขมิ้นชันจะมีการให้โดยเฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิเมตรต่อวันปริมาณน้ำที่ขมิ้นชันต้องการใช้มีวิธีการคำนวณปริมาณน้ำโดยใช้วิธีการของ Doorenbos and Pruitt (1977) และจะมีการรดให้น้ำเมื่อมีฝนตกเกินกว่าปริมาณน้ำที่ให้ต่อวัน และมีการรดให้น้ำตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโตจะมีการให้น้ำแก่ขมิ้นชันโดยตลอด ในการดูแลรักษาขมิ้นชันในแปลงปลูกมีดังต่อไปนี้คือ มีการดายหญ้าทุกเดือนจนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุได้ 4 เดือน และทรงพุ่มชนกันจึงหยุดทำการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ยจะเริ่มเมื่อขมิ้นชันลงหัว โดยใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2 - 3 ตันต่อไร่ เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 3 เดือน มีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงบ้างเป็นครั้งคราว โดยใช้ยาฉีดพ่นป้องกันกำจัดแมลง คือ เซฟวิน อัตรา 20 กรัม ต่อ น้ำ 20 ลิตร ส่วนโรคที่เกิดกับขมิ้นชัน คือ โรคใบจุด สามารถป้องกันได้โดยฉีดยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันกำจัดเชื้อรา คือเบนเลท อัตรา 10-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และหลังจากขมิ้นชันอายุได้ 7 เดือน จึงทำการเก็บเกี่ยว

3.4.2 การทดลองที่ 2 ปลูกขมิ้นชันลงในแปลงปลูกขนาด 3x3 เมตร จำนวน 18 แปลงย่อย โดยใช้ระยะปลูก 30x30 เซนติเมตร ทำการปลูกเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 สำหรับการให้น้ำชลประทานแก่ขมิ้นชันจะมีการให้โดยเฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิเมตรต่อวันปริมาณน้ำที่ขมิ้นชันต้องการใช้มีวิธีการคำนวณปริมาณน้ำโดยใช้วิธีการของ Doorenbos and Pruitt (1977) และจะมีการรดให้น้ำเมื่อมีฝนตกเกินกว่าปริมาณน้ำที่ให้ต่อวัน และมีการรดให้น้ำตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโตจะมีการให้น้ำแก่ขมิ้นชันโดยตลอด ในการดูแลรักษาขมิ้นชันในแปลงปลูกมีดังต่อไปนี้คือ มีการดายหญ้าทุกเดือนจนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุได้ 4 เดือน และทรงพุ่มชนกันจึงหยุดทำการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ยจะเริ่มเมื่อขมิ้นชันลงหัว โดยใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2-3 ตันต่อไร่ เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 3 เดือน มีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงบ้างเป็นครั้งคราว โดยใช้ยาฉีดพ่นป้องกันกำจัดแมลง คือ เซฟวิน อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนโรคที่เกิดกับขมิ้นชัน คือ โรคใบจุด สามารถป้องกันได้โดยฉีดยาป้องกันกำจัดเชื้อรา คือ เบนเลท อัตรา 10-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และหลังจากขมิ้นชันอายุได้ 7 เดือน จึงทำการเก็บเกี่ยว

3.5 การบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาถึงผลของการขาดน้ำช่วงระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตขมิ้นชัน ซึ่งได้มีการเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง ดังนี้ คือ

1. ตรวจสอบวัดความสูงของลำต้นขมิ้นชันทุกเดือน ตั้งแต่หลังจากปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
2. ตรวจสอบวัดค่า น้ำหนักต้น ใบ และรากแห้ง น้ำหนักเหง้าสดและแห้ง การหาน้ำหนักแห้งของขมิ้นชันหาได้โดยนำขมิ้นชันมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 วัน แล้วจึงชั่งหาน้ำหนักแห้ง ข้อมูลเหล่านี้ทำการสุ่มเก็บจากทุกๆแปลงย่อย แปลงละ 1 หลุม ตรวจสอบวัดทุกเดือน ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

3. คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน (crop growth rate) ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ในช่วงอายุ 0-30, 30 - 60, 60 - 90, 90 - 120, 120 - 150, 150 - 180 และ 180 - 210 วัน ตามลำดับ ตามวิธีการของ Hunt (1978) โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{1}{GA} \times \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|-------|-------|---|---|
| เมื่อ | GA | = | พื้นที่ดิน (ground area) |
| | W_1 | = | น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_1 |
| | W_2 | = | น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_2 |
| | T_1 | = | ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 1 |
| | T_2 | = | ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 2 |

4. ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area) ตรวจสอบวัดโดยการนำใบทั้งหมดของขมิ้นชันที่สุ่มเก็บในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตและก่อนนำเข้าตู้อบ มาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องมือ leaf area meter ทำการตรวจวัดและหลังจากนั้นนำมาหาค่าดัชนีพื้นที่ใบโดยใช้สูตร

$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบ} = \frac{\text{พื้นที่ใบ (leaf area)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ground area)}}$$

5. ตรวจสอบอุณหภูมิใบ (leaf temperature) อัตราการคายน้ำ (transpiration rate) และค่า total conductance ของขมิ้นชัน เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 30, 45, 75, 105, 135, 165 และ 195 วันหลังปลูก โดยใช้เครื่องมือ LI-600 steady state porometer โดยการสุ่มวัดใบที่มีการขยายตัวเต็มที่และเลือกวัดจำนวน 3 ใบ แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย

6. คำนวณหาปริมาณน้ำในใบ (relative water content) ซึ่งเป็นการตรวจวัดสถานะของน้ำในใบขมิ้นชัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับใบที่อิมตัวด้วยน้ำ เมื่อขมิ้นชันมีอายุ 30, 45, 75, 105, 135, 165 และ 195 วันหลังปลูก ตามลำดับ ตามวิธีของ Schonfeld *et al.* (1988) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{น้ำในใบ (\%)} = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

เมื่อ FW = น้ำหนักสดของใบที่ต้องการวัด

DW = น้ำหนักแห้งของใบ

TW = น้ำหนักของใบเมื่ออิมตัวด้วยน้ำ

7. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (water use efficiency) โดยใช้น้ำหนักแห้งของผลผลิตที่เก็บครั้งสุดท้าย (ที่อายุ 210 วัน) เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันโดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด (total dry matter)}}{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้ (water use)}}$$

8. ตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ minolta และวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบโดยวิธีการทดลองนำเนื้อเยื่อพืชมาสกัดคลอโรฟิลล์ในหลอดทดลอง โดยใช้สายละลาย DMSO และนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วยวิธี spectrophotometry โดยใช้เครื่อง Spectronic 21 โดยวัดค่าการดูดซับแสงในช่วงคลื่นแสง 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = 20.2 D_{645} + 8.02 D_{663} \quad (\text{มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด})$$

9. ข้อมูลฟ้าอากาศได้จากการตรวจวัดของสถานีตรวจอากาศ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 20 เมตร เครื่องมือที่วัดได้แก่ American class A pan ซึ่งวัดการระเหยของน้ำและใช้เครื่องมือวัดข้อมูลฟ้าอากาศชื่อ Delta-T Logger DL2e ผลิตภัณฑ์ประเทศอังกฤษ ซึ่งสามารถวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝน และการกระจายของฝน, อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นต้น

10. เก็บตัวอย่างดิน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน ตั้งแต่ก่อนปลูกขมิ้นชันและเมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 30, 60, 90, 120, 150, 180 และ 210 วันตามลำดับ โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน} = \frac{(\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง})}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$

การทดลองที่ 2 ศึกษาถึงผลของการขาดน้ำช่วงระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตขมิ้นชัน

ทำการตรวจวัดหาข้อมูลต่างๆโดยใช้เครื่องมือและวิธีทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีข้อมูลที่ตรวจวัดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความสูงของลำต้นขมึ้นชั้นจำนวน 1 หลุมต่อแปลง หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยทำการสุ่มตรวจวัดในแต่ละแปลงย่อย
2. ตรวจวัด น้ำหนักต้นแห้ง ใบแห้ง และรากแห้ง รวมไปถึงตรวจวัด น้ำหนักแห้งสดและแห้ง
3. อัตราการเจริญเติบโตของขมึ้นชั้น (crop growth rate)
4. ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area)
5. อุณหภูมิใบ (leaf temperature), อัตราการคายน้ำ (transpiration rate) และ ค่า total conductance
6. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (water use efficiency)
7. คำนวณหาปริมาณน้ำในใบ (relative water content)
8. ตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ
9. เก็บตัวอย่างดินเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
10. ตรวจวัดข้อมูลฟ้าอากาศได้จากการตรวจวัดของสถานีตรวจอากาศ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง โดยใช้ค่า Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังจากนั้นทำตารางและรายงานผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 สภาพภูมิอากาศและความชื้นดิน

4.1.1 สภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ ถึง เดือน กันยายน พ.ศ. 2548 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศ (ภาพที่ 4.1A) มีค่าต่ำสุดในเดือน กันยายน โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย เท่ากับ 32.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยมีค่าสูงที่สุดในเดือน เมษายน เท่ากับ 35.3 องศาเซลเซียส แต่หลังจากนั้นอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดจะมีค่าลดลงเล็กน้อย

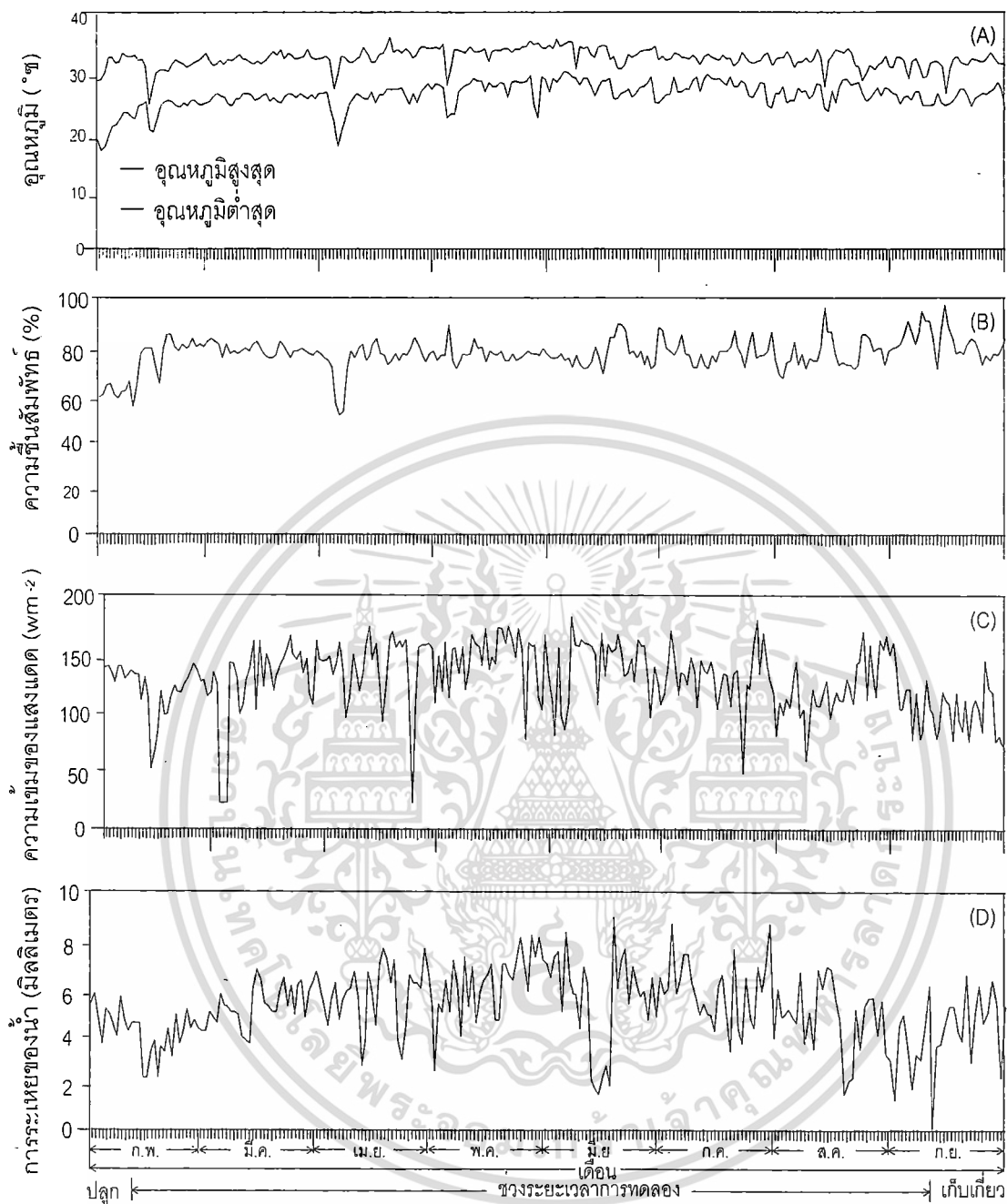
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ย (ภาพที่ 4.1B) ในเดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน กันยายน พ.ศ.2548 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยประมาณ 70-78 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 6 เมษายน โดยมีค่าเท่ากับ 46 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงที่สุดในวันที่ 14 กันยายน โดยมีค่าเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์

ความเข้มของแสงแดด (ภาพที่ 4.1C) ในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกัน ความเข้มของแสงแดดในเดือนกันยายนจะมีความเข้มของแสงแดดเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 111.52 วัตต์ต่อตารางเมตร และเดือนเมษายนจะมีความเข้มของแสงแดดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 150.46 วัตต์ต่อตารางเมตร

การระเหยของน้ำ (ภาพที่ 4.1D) ตลอดการทดลองมีการระเหยของน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ 3.5-5.2 มิลลิเมตรต่อวัน ในเดือนกันยายนมีการระเหยของน้ำต่ำสุด เท่ากับ 3.5 มิลลิเมตรต่อวัน และ เดือน เมษายน มีการระเหยของน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 5.2 มิลลิเมตรต่อวัน

ปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 4.2) ที่ตกลงมาขณะทำการทดลอง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่มีความถี่ในการตกของฝนน้อย โดยปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกในเดือนนี้ประมาณ 1.4 มิลลิเมตร สำหรับในเดือนสิงหาคม เป็นช่วงที่มีความถี่ในการตกของฝนบ่อยครั้ง โดยปริมาณน้ำฝนทั้งหมดประมาณ 358.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (A), ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (B), ความยาวนานของช่วงแสง (C) และการระเหยของน้ำ (D) ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2548

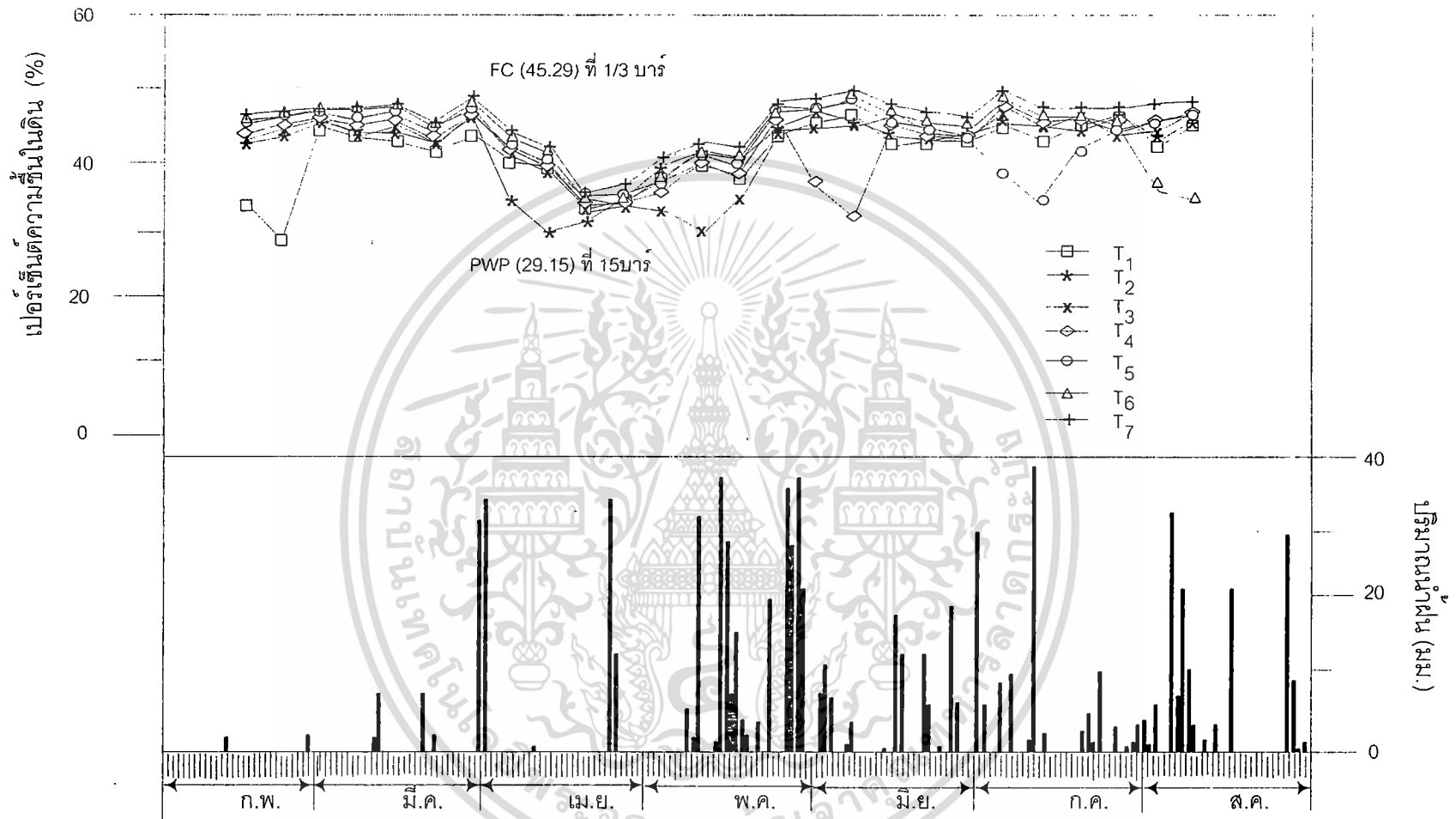
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ความชื้นในดิน

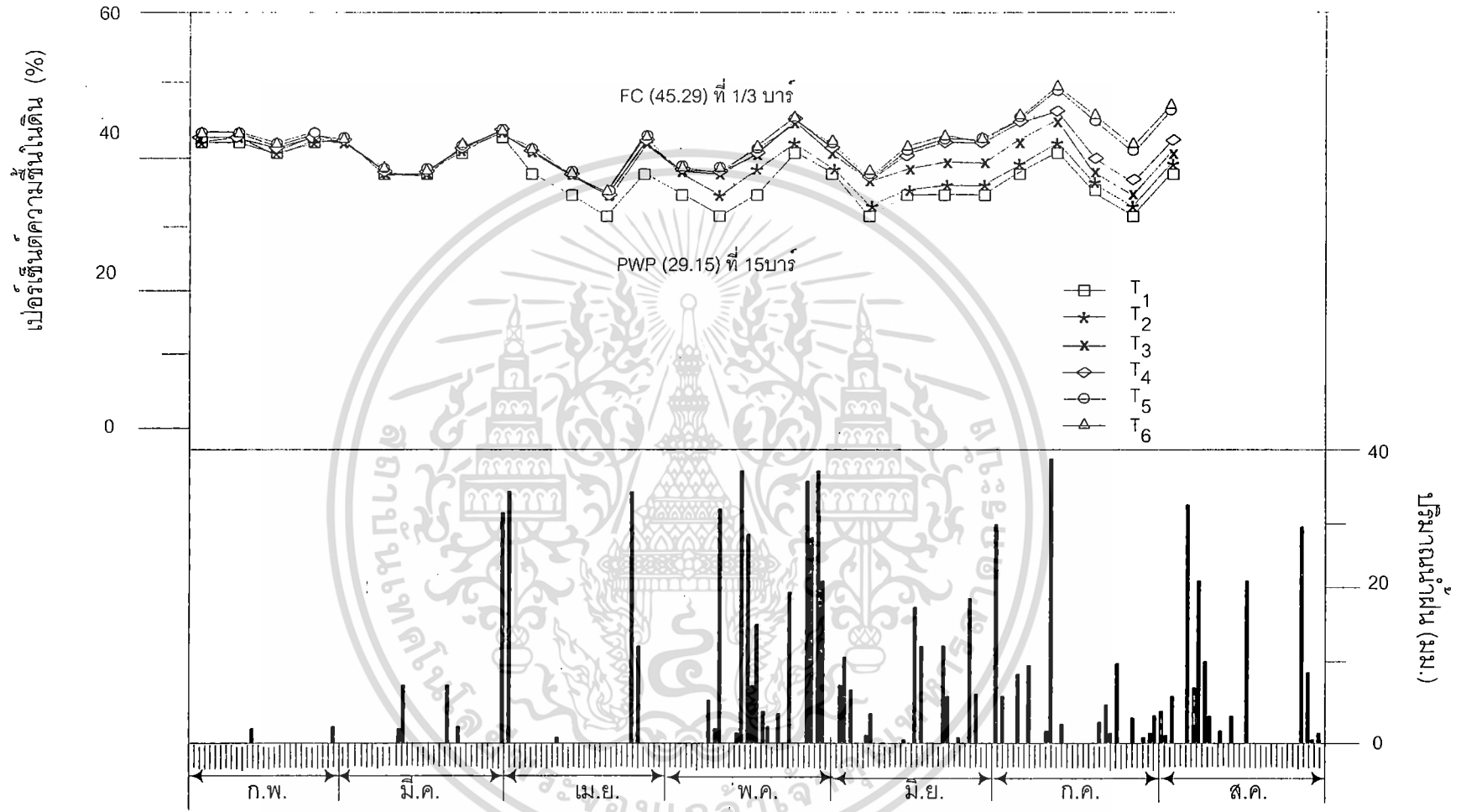
ความชื้นในดินในการทดลองที่ 1 ภายในแปลงปลูกขมิ้นชัน (ภาพที่ 4.2) พบว่า แปลงปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุ จะมีความชื้นของดินในแปลงมากที่สุด และเมื่อการขาดน้ำเกิดขึ้นในช่วงอายุใดก็จะมีผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าลดลง และความชื้นในดินจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นอีกครั้งเมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทาน หรือได้รับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในแปลงปลูก

ความชื้นในดินในการทดลองที่ 2 (ภาพที่ 4.3) ภายในแปลงปลูกขมิ้นชัน พบว่า ความชื้นในดินในช่วงแรกของการทดลองมีความชื้นในดินค่อนข้างสูง แต่หลังจากนั้นเมื่อขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ขมิ้นชันที่ขาดน้ำเป็นเวลานาน ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว จะมีความชื้นในดินต่ำที่สุด ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต คือ 60, 90, 120 และ 150 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ก็จะมีค่าความชื้นลดลงเป็นลำดับ พบว่า แปลงปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต จะมีความชื้นของดินในแปลงมากที่สุด และความชื้นในดินส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มมากขึ้นอีกครั้ง เมื่อแปลงปลูกขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทานและน้ำฝนที่ตกลงมาในแปลงปลูก





ภาพที่ 4.2 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ในแปลงปลูกมันสำปะหลัง เมื่อได้รับการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโตโดยเริ่มเก็บความชื้นในดินตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 9 สิงหาคม พ.ศ. 2548



ภาพที่ 4.3 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ในแปลงปลูกขมิ้นชัน เมื่อได้รับการให้น้ำระยะเวลาที่ยาวนาน ในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโตโดยเริ่มเก็บความชื้นในดินตั้งแต่วันที่ 2 กุมภาพันธ์ ถึง 2 สิงหาคม พ.ศ. 2548

4.2. การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาดังผลของการขาดน้ำช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตขมิ้นชัน

4.2.1 ปริมาณน้ำในใบพืช (relative water content)

ปริมาณน้ำในใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.1) ที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุที่ต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่า ปริมาณน้ำในใบของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่ช่วงอายุ 195 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วันในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำในใบของขมิ้นชันมีค่าลดลง แต่เมื่อระยะเวลาของการขาดน้ำผ่านไป และขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทานอีกครั้งปริมาณน้ำภายในใบของขมิ้นชันก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้น ๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 |
| T ₁ | 53.46 | 65.41 | 69.57 | 83.84 | 87.57 | 89.89 | 84.66 |
| T ₂ | 81.11 | 61.44 | 71.02 | 84.41 | 84.61 | 89.82 | 88.90 |
| T ₃ | 82.42 | 82.45 | 66.01 | 78.40 | 86.27 | 87.46 | 90.96 |
| T ₄ | 86.29 | 83.59 | 85.78 | 75.69 | 80.07 | 82.27 | 86.01 |
| T ₅ | 86.37 | 84.76 | 86.06 | 89.60 | 77.84 | 86.31 | 85.89 |
| T ₆ | 82.39 | 84.11 | 84.49 | 90.84 | 93.02 | 80.21 | 82.95 |
| T ₇ | 85.43 | 86.95 | 89.78 | 94.44 | 96.37 | 97.99 | 91.97 |
| ค่าเฉลี่ย | 79.64 | 78.39 | 78.96 | 85.32 | 86.54 | 87.71 | 87.33 |
| LSD(0.05) | 19.44 | 17.13 | 15.28 | 11.18 | 10.92 | 9.27 | ns |
| C.V.(%) | 9.98 | 8.93 | 7.91 | 5.36 | 5.16 | 4.32 | 8.79 |

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 คลอโรฟิลล์ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4.2) ที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่ช่วงอายุ 195 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วัน ในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต จะมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อขมิ้นชันมีการขาดน้ำ แต่เมื่อช่วงเวลาของการขาดน้ำผ่านพ้นไปค่าของคลอโรฟิลล์ก็จะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.2 คลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) เมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 |
| T ₁ | 23.98 | 19.23 | 18.99 | 20.96 | 26.97 | 26.57 | 27.35 |
| T ₂ | 19.47 | 24.30 | 18.87 | 20.10 | 27.86 | 27.80 | 27.69 |
| T ₃ | 17.54 | 18.15 | 24.49 | 19.66 | 27.54 | 28.50 | 26.56 |
| T ₄ | 15.88 | 17.74 | 17.49 | 26.94 | 28.18 | 30.74 | 25.94 |
| T ₅ | 15.50 | 16.14 | 17.30 | 19.23 | 33.84 | 28.76 | 30.17 |
| T ₆ | 18.21 | 16.51 | 17.77 | 18.67 | 25.53 | 36.07 | 31.44 |
| T ₇ | 16.73 | 15.53 | 17.09 | 18.11 | 25.14 | 25.04 | 27.58 |
| ค่าเฉลี่ย | 18.19 | 18.23 | 18.86 | 20.52 | 27.87 | 29.07 | 28.11 |
| LSD(0.05) | 4.36 | 5.21 | 3.63 | 5.02 | 4.98 | 6.16 | ns |
| C.V.(%) | 13.46 | 16.07 | 10.62 | 13.74 | 10.06 | 11.91 | 10.76 |

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 อุณหภูมิใบ (leaf temperature)

อุณหภูมิใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.3) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุ การเจริญเติบโต ยกเว้นที่ 195 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วัน ที่อายุต่างๆ กันนั้น พบว่าอุณหภูมิใบของขมิ้นชันมีค่าเพิ่มมากขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจนในช่วงที่ขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำ และเมื่อการขาดน้ำผ่านพ้นไป ขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทานอีกครั้ง ก็พบว่า อุณหภูมิใบของขมิ้นชันมีค่าลดลง อย่างไรก็ตาม ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการขาดน้ำ (T_7) มีค่าอุณหภูมิใบต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิใบ (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 |
| T_1 | 34.58 | 32.04 | 30.43 | 30.68 | 27.62 | 31.08 | 30.74 |
| T_2 | 31.38 | 34.87 | 31.70 | 30.63 | 28.48 | 29.94 | 28.27 |
| T_3 | 30.74 | 30.73 | 34.78 | 31.00 | 31.44 | 28.78 | 29.11 |
| T_4 | 30.14 | 30.93 | 29.92 | 33.99 | 31.47 | 30.24 | 30.57 |
| T_5 | 30.59 | 28.67 | 30.63 | 29.18 | 33.23 | 30.86 | 31.20 |
| T_6 | 29.70 | 30.27 | 28.10 | 29.58 | 28.73 | 33.79 | 31.12 |
| T_7 | 29.24 | 28.39 | 27.85 | 28.91 | 26.91 | 28.54 | 27.21 |
| ค่าเฉลี่ย | 30.91 | 30.84 | 30.49 | 30.57 | 29.69 | 30.46 | 29.75 |
| LSD(0.05) | 2.87 | 3.06 | 3.88 | 2.69 | 2.98 | 2.76 | ns |
| C.V.(%) | 5.23 | 5.57 | 7.16 | 4.96 | 5.64 | 5.09 | 9.62 |

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปรอร์เซ็นต์

4.2.4 อัตราการคายน้ำจากใบ (transpiration rate)

อัตราการคายน้ำจากใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.4) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นในช่วงอายุ 195 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วัน ในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่ามีอัตราการคายน้ำจากใบลดลง และเมื่อช่วงเวลาของการขาดน้ำผ่านพ้นไป ขมิ้นชันได้รับน้ำอีกครั้งอัตราการคายน้ำจากใบก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น อัตราการคายน้ำจากใบของขมิ้นชันเมื่อได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการขาดน้ำ (T_7) มีอัตราการคายน้ำจากใบสูงที่สุดตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน

ตารางที่ 4.4 อัตราการคายน้ำจากใบ ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 |
| T_1 | 0.18 | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.47 |
| T_2 | 0.27 | 0.22 | 0.35 | 0.38 | 0.41 | 0.43 | 0.48 |
| T_3 | 0.28 | 0.31 | 0.30 | 0.40 | 0.44 | 0.45 | 0.47 |
| T_4 | 0.32 | 0.33 | 0.37 | 0.28 | 0.45 | 0.46 | 0.45 |
| T_5 | 0.31 | 0.33 | 0.36 | 0.41 | 0.32 | 0.48 | 0.49 |
| T_6 | 0.35 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.46 | 0.36 | 0.46 |
| T_7 | 0.36 | 0.39 | 0.42 | 0.45 | 0.47 | 0.52 | 0.52 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.30 | 0.32 | 0.36 | 0.39 | 0.42 | 0.45 | 0.48 |
| LSD(0.05) | 0.10 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | ns |
| C.V.(%) | 18.19 | 14.29 | 10.34 | 13.16 | 12.11 | 11.18 | 12.42 |

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 Total conductance

ค่า total conductance ของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.5) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่ช่วงอายุ 195 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลา นาน 15 วันในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต ค่า total conductance ของขมิ้นชันที่ได้รับการ ขาดน้ำจะมีค่า total conductance ลดลง และเมื่อช่วงเวลาของการขาดน้ำผ่านพ้นไป ขมิ้นชันได้ รับน้ำอีกครั้ง ค่าของ total conductance ก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่า total conductance ของ ขมิ้นชันเมื่อได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการขาดน้ำ (T_7) มีค่าสูงสุดตลอดช่วง อายุการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.5 Total conductance ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 |
| T_1 | 1.99 | 3.14 | 3.43 | 3.82 | 4.18 | 4.44 | 4.88 |
| T_2 | 3.13 | 2.42 | 3.65 | 3.91 | 4.22 | 4.65 | 5.13 |
| T_3 | 3.32 | 3.64 | 2.75 | 3.93 | 4.38 | 4.77 | 5.23 |
| T_4 | 3.23 | 3.46 | 3.83 | 2.99 | 4.39 | 4.96 | 5.16 |
| T_5 | 3.04 | 3.32 | 3.76 | 4.24 | 3.38 | 5.05 | 4.83 |
| T_6 | 3.00 | 3.30 | 3.71 | 4.13 | 4.52 | 3.87 | 4.63 |
| T_7 | 3.28 | 3.58 | 4.03 | 4.45 | 5.06 | 5.69 | 5.21 |
| ค่าเฉลี่ย | 3.00 | 3.27 | 3.59 | 3.92 | 4.30 | 4.78 | 5.01 |
| LSD(0.05) | 0.72 | 0.69 | 0.64 | 0.74 | 0.58 | 0.95 | ns |
| C.V.(%) | 13.41 | 11.81 | 10.01 | 10.55 | 11.12 | 11.13 | 16.64 |

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ความสูงของลำต้นเฉลี่ย

ความสูงของลำต้นเฉลี่ยของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.6) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ตั้งแต่ขมิ้นชันมีอายุ 30 วัน จนขมิ้นชันมีอายุ 210 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ความสูงขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 81.66 เซนติเมตร รองลงมาคือขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6 , T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 76.75, 71.61, 68.74, 66.02 และ 64.04 เซนติเมตร ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) ขมิ้นชันมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 61.92 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.6 ความสูงของลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 7.97 | 15.34 | 26.86 | 37.75 | 46.78 | 57.94 | 61.92 |
| T_2 | 12.10 | 19.16 | 29.51 | 39.42 | 49.77 | 59.88 | 64.04 |
| T_3 | 11.93 | 27.63 | 32.38 | 41.08 | 50.76 | 61.96 | 66.02 |
| T_4 | 12.13 | 28.30 | 39.17 | 43.40 | 53.40 | 64.70 | 68.74 |
| T_5 | 12.25 | 29.32 | 41.74 | 50.02 | 55.70 | 67.62 | 71.61 |
| T_6 | 11.75 | 31.74 | 43.30 | 52.59 | 65.32 | 71.93 | 76.75 |
| T_7 | 12.01 | 33.47 | 44.33 | 55.99 | 69.09 | 78.91 | 81.66 |
| ค่าเฉลี่ย | 11.45 | 26.42 | 36.76 | 45.75 | 55.83 | 66.13 | 70.10 |
| LSD(0.05) | 2.67 | 7.05 | 9.25 | 10.67 | 10.07 | 12.83 | 12.57 |
| C.V.(%) | 13.09 | 14.99 | 14.15 | 13.09 | 10.14 | 10.90 | 10.08 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.7) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า พื้นที่ใบของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 736.49 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6 , T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีพื้นที่ใบเท่ากับ 655.67, 637.93, 627.74, 614.89 และ 583.49 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในระยะกล้า (T_1) ขมิ้นชันมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด เท่ากับ 521.56 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม

ตารางที่ 4.7 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 79.19 | 128.35 | 206.49 | 302.11 | 408.55 | 488.24 | 521.56 |
| T_2 | 106.31 | 137.69 | 214.28 | 311.33 | 422.97 | 528.54 | 583.49 |
| T_3 | 107.85 | 190.24 | 223.31 | 317.54 | 437.31 | 546.61 | 614.89 |
| T_4 | 109.22 | 195.23 | 296.53 | 329.80 | 451.09 | 573.20 | 627.74 |
| T_5 | 111.82 | 211.91 | 309.66 | 404.88 | 463.36 | 585.91 | 637.93 |
| T_6 | 115.29 | 203.99 | 302.43 | 390.76 | 528.60 | 608.68 | 655.67 |
| T_7 | 117.76 | 220.88 | 316.00 | 415.71 | 539.72 | 671.96 | 736.49 |
| ค่าเฉลี่ย | 106.78 | 184.04 | 266.96 | 353.16 | 464.51 | 571.88 | 625.40 |
| LSD(0.05) | 22.64 | 48.06 | 71.49 | 83.32 | 88.38 | 102.66 | 116.70 |
| C.V.(%) | 11.92 | 14.68 | 15.05 | 13.26 | 10.69 | 10.09 | 10.49 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบขม้นชั้น (ตารางที่ 4.8) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขม้นชั้นมีอายุมากขึ้น ขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของขม้นชั้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขม้นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขม้นชั้นมีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.82 รองลงมาคือ ขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6, T_5, T_4, T_3 และ T_2) โดยมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.73, 0.71, 0.70, 0.68 และ 0.65 ตามลำดับ ส่วนขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.58

ตารางที่ 4.8 ดัชนีพื้นที่ใบของขม้นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.09 | 0.15 | 0.23 | 0.33 | 0.46 | 0.54 | 0.58 |
| T_2 | 0.12 | 0.15 | 0.24 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.65 |
| T_3 | 0.12 | 0.21 | 0.25 | 0.35 | 0.49 | 0.60 | 0.68 |
| T_4 | 0.12 | 0.22 | 0.32 | 0.36 | 0.50 | 0.64 | 0.70 |
| T_5 | 0.12 | 0.24 | 0.34 | 0.45 | 0.51 | 0.65 | 0.71 |
| T_6 | 0.13 | 0.23 | 0.34 | 0.44 | 0.59 | 0.67 | 0.73 |
| T_7 | 0.13 | 0.25 | 0.35 | 0.46 | 0.60 | 0.75 | 0.82 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.12 | 0.21 | 0.30 | 0.39 | 0.52 | 0.63 | 0.70 |
| LSD(0.05) | 0.02 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.13 |
| C.V.(%) | 11.24 | 14.43 | 15.62 | 13.18 | 10.71 | 9.91 | 10.43 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.9) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 4.87 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วันหลังปลูกตามลำดับ (T_6, T_5, T_4, T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 4.51, 4.29, 4.18, 3.73 และ 3.16 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในระยะกล้า (T_1) มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.92 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.28 | 0.37 | 0.66 | 1.29 | 1.94 | 2.61 | 2.92 |
| T_2 | 0.45 | 0.46 | 0.76 | 1.38 | 2.22 | 2.87 | 3.16 |
| T_3 | 0.45 | 0.53 | 0.80 | 1.61 | 2.45 | 3.15 | 3.73 |
| T_4 | 0.48 | 0.60 | 1.20 | 1.98 | 2.96 | 3.66 | 4.18 |
| T_5 | 0.49 | 0.63 | 1.41 | 2.30 | 3.07 | 3.96 | 4.29 |
| T_6 | 0.50 | 0.61 | 1.32 | 2.12 | 3.15 | 4.02 | 4.51 |
| T_7 | 0.51 | 0.64 | 1.54 | 2.42 | 3.23 | 4.35 | 4.87 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.45 | 0.55 | 1.10 | 1.87 | 2.72 | 3.52 | 3.95 |
| LSD(0.05) | 0.09 | 0.14 | 0.32 | 0.57 | 0.84 | 1.07 | 1.06 |
| C.V.(%) | 11.74 | 13.70 | 16.15 | 17.13 | 17.44 | 17.12 | 15.09 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 น้ำหนักต้นแห้ง

น้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.10) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด เท่ากับ 4.52 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6 , T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักต้นแห้งเท่ากับ 4.17, 3.97, 3.81, 3.46 และ 3.18 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในระยะกล้า (T_1) มีน้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.78 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.10 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.17 | 0.38 | 0.80 | 1.53 | 1.93 | 2.68 | 2.78 |
| T_2 | 0.35 | 0.46 | 0.88 | 1.73 | 2.11 | 2.89 | 3.18 |
| T_3 | 0.35 | 0.57 | 0.94 | 1.94 | 2.59 | 3.25 | 3.46 |
| T_4 | 0.36 | 0.58 | 1.39 | 2.11 | 2.92 | 3.56 | 3.81 |
| T_5 | 0.38 | 0.60 | 1.47 | 2.27 | 3.20 | 3.68 | 3.97 |
| T_6 | 0.39 | 0.62 | 1.56 | 2.38 | 3.26 | 3.76 | 4.17 |
| T_7 | 0.40 | 0.63 | 1.61 | 2.43 | 3.30 | 3.91 | 4.52 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.34 | 0.55 | 1.24 | 2.06 | 2.76 | 3.39 | 3.70 |
| LSD(0.05) | 0.10 | 0.15 | 0.35 | 0.47 | 0.68 | 0.78 | 0.90 |
| C.V.(%) | 16.73 | 14.83 | 16.02 | 12.82 | 13.77 | 13.00 | 13.71 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.11 น้ำหนักรากแห้ง

น้ำหนักรากแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.11) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักรากแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก เมื่อมีการให้น้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) พบว่า ขมิ้นชันมีน้ำหนักรากแห้งมากที่สุด เท่ากับ 4.14 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6 , T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 3.98, 3.79, 3.60, 3.23 และ 3.01 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในระยะกล้า (T_1) มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.80 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.11 น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.13 | 0.36 | 0.75 | 1.32 | 1.69 | 2.42 | 2.80 |
| T_2 | 0.26 | 0.38 | 0.84 | 1.54 | 1.83 | 2.62 | 3.01 |
| T_3 | 0.29 | 0.53 | 0.89 | 1.68 | 2.26 | 2.95 | 3.23 |
| T_4 | 0.27 | 0.50 | 1.26 | 1.76 | 2.79 | 3.21 | 3.60 |
| T_5 | 0.26 | 0.52 | 1.17 | 1.97 | 2.90 | 3.40 | 3.79 |
| T_6 | 0.26 | 0.55 | 1.30 | 2.07 | 2.97 | 3.47 | 3.98 |
| T_7 | 0.28 | 0.61 | 1.36 | 2.17 | 3.03 | 3.77 | 4.14 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.25 | 0.49 | 1.08 | 1.79 | 2.50 | 3.12 | 3.50 |
| LSD(0.05) | 0.07 | 0.16 | 0.30 | 0.52 | 0.82 | 0.68 | 0.84 |
| C.V.(%) | 14.93 | 18.54 | 15.37 | 16.42 | 18.04 | 12.27 | 13.45 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.12 น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้ง

น้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.12) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าสดมากที่สุด เท่ากับ 72.95 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6 , T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักเหง้าสดเท่ากับ 65.40, 63.43, 61.68, 58.45 และ 51.82 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในระยะกล้า (T_1) ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าสดน้อยที่สุด เท่ากับ 49.04 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักเหง้าสดลดลงมากถึง 32.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาน้ำ (T_7)

ตารางที่ 4.12 น้ำหนักเหง้าสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.88 | 2.34 | 8.69 | 15.87 | 24.91 | 40.91 | 49.04 |
| T_2 | 1.70 | 2.56 | 9.87 | 16.78 | 25.41 | 42.78 | 51.82 |
| T_3 | 1.72 | 4.10 | 10.12 | 19.10 | 28.52 | 46.87 | 58.45 |
| T_4 | 1.75 | 4.06 | 14.20 | 19.32 | 29.24 | 50.35 | 61.68 |
| T_5 | 1.94 | 4.33 | 14.76 | 22.07 | 30.58 | 52.35 | 63.43 |
| T_6 | 1.76 | 4.08 | 14.37 | 21.13 | 34.44 | 55.38 | 65.40 |
| T_7 | 1.83 | 4.49 | 15.29 | 23.35 | 37.89 | 61.03 | 72.95 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.65 | 3.71 | 12.47 | 19.66 | 30.14 | 49.95 | 60.39 |
| LSD(0.05) | 0.42 | 0.90 | 3.60 | 4.67 | 7.24 | 10.69 | 10.92 |
| C.V.(%) | 11.12 | 13.64 | 16.25 | 13.34 | 13.51 | 12.03 | 12.03 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้งของไขมันชั้น (ตารางที่ 4.13) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อไขมันชั้นมีอายุมากขึ้น ไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักแห้งของไขมันชั้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูกพบว่า ไขมันชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ไขมันชั้นมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 5.49 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6, T_5, T_4, T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 5.04, 4.76, 4.37, 4.14 และ 3.95 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) ไขมันชั้นมีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 3.39 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักแห้งแห้งลดลงมากถึง 38.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไขมันชั้นที่ไม่มีการขาดน้ำ (T_7)

ตารางที่ 4.13 น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของไขมันชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.13 | 0.18 | 0.41 | 1.17 | 1.81 | 3.47 | 3.39 |
| T_2 | 0.22 | 0.25 | 0.49 | 1.22 | 2.01 | 3.48 | 3.95 |
| T_3 | 0.23 | 0.30 | 0.51 | 1.51 | 2.32 | 3.59 | 4.14 |
| T_4 | 0.24 | 0.30 | 1.00 | 1.81 | 2.87 | 3.86 | 4.37 |
| T_5 | 0.25 | 0.33 | 1.11 | 1.96 | 2.91 | 3.97 | 4.76 |
| T_6 | 0.22 | 0.30 | 1.03 | 1.82 | 3.02 | 4.16 | 5.04 |
| T_7 | 0.24 | 0.32 | 1.17 | 2.09 | 3.09 | 4.39 | 5.49 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.22 | 0.28 | 0.82 | 1.65 | 2.58 | 3.79 | 4.45 |
| LSD(0.05) | 0.05 | 0.07 | 0.25 | 0.37 | 0.62 | 0.77 | 0.89 |
| C.V.(%) | 13.35 | 13.29 | 17.25 | 12.56 | 13.62 | 11.47 | 11.30 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.13 อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของขมื่นชั้น (ตารางที่ 4.14) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุ การเจริญเติบโต ขมื่นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (T_7) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดและมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อขมื่นชั้นได้รับการขาดน้ำในช่วงอายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วันตามลำดับ (T_6, T_5, T_4, T_3 และ T_2) ขมื่นชั้นมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเมื่อได้รับการขาดน้ำในระยะต้นกล้า (T_1) โดยที่ช่วงอายุ 180-210 วันหลังปลูก พบว่า ขมื่นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (T_7) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เท่ากับ 0.96 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่ขมื่นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในระยะต้นกล้า (T_1) มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด เท่ากับ 0.40 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ตารางที่ 4.14 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมื่นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำ ระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0-30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | 120-150 | 150-180 | 180-210 |
| T_1 | 0.26 | 0.21 | 0.49 | 1.00 | 0.76 | 1.27 | 0.40 |
| T_2 | 0.48 | 0.10 | 0.53 | 1.07 | 0.86 | 1.37 | 0.54 |
| T_3 | 0.49 | 0.25 | 0.42 | 1.34 | 1.06 | 1.23 | 0.60 |
| T_4 | 0.51 | 0.23 | 1.09 | 1.01 | 1.43 | 1.32 | 0.62 |
| T_5 | 0.51 | 0.26 | 1.14 | 1.23 | 1.33 | 1.08 | 0.67 |
| T_6 | 0.51 | 0.26 | 1.15 | 1.18 | 1.49 | 1.12 | 0.84 |
| T_7 | 0.53 | 0.29 | 1.29 | 1.27 | 1.31 | 1.39 | 0.96 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.47 | 0.23 | 0.87 | 1.03 | 1.18 | 1.25 | 0.66 |
| LSD(0.05) | 0.09 | 0.08 | 0.27 | 0.28 | 0.41 | 0.23 | 0.26 |
| C.V.(%) | 10.22 | 19.44 | 17.67 | 13.38 | 19.79 | 10.49 | 21.64 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.14 ผลผลิตน้ำหนักรวม

ผลผลิตน้ำหนักรวมของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.15) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่าผลผลิตน้ำหนักรวมของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_7) ขมิ้นชันมีผลผลิตน้ำหนักรวมมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 19.02 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90, 60 และ 30 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_6, T_5, T_4, T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 17.69, 16.80, 15.96, 14.55 และ 13.30 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) ขมิ้นชันมีน้ำหนักรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 11.88 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของผลผลิตน้ำหนักรวมลดลงมากถึง 37.54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ (T_7)

ตารางที่ 4.15 ผลผลิตน้ำหนักรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะสั้นๆ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.71 | 1.29 | 2.62 | 5.31 | 7.37 | 10.81 | 11.88 |
| T_2 | 1.30 | 1.54 | 2.98 | 5.87 | 8.18 | 11.85 | 13.30 |
| T_3 | 1.33 | 1.99 | 3.13 | 6.75 | 9.62 | 12.93 | 14.55 |
| T_4 | 1.36 | 2.00 | 4.93 | 7.66 | 11.53 | 14.29 | 15.96 |
| T_5 | 1.37 | 2.07 | 5.16 | 8.49 | 12.09 | 15.00 | 16.80 |
| T_6 | 1.38 | 2.09 | 5.21 | 8.39 | 12.40 | 15.41 | 17.69 |
| T_7 | 1.43 | 2.21 | 5.68 | 9.11 | 12.64 | 16.41 | 19.02 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.27 | 1.88 | 4.24 | 7.37 | 10.55 | 13.81 | 15.60 |
| LSD(0.05) | 0.16 | 0.24 | 0.80 | 1.18 | 1.71 | 2.53 | 1.93 |
| C.V.(%) | 6.91 | 7.23 | 10.66 | 8.99 | 9.10 | 10.69 | 6.95 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.15 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

การขาดน้ำในระยะเวลาสั้นมีผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขม้นชั้นในช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 210 วัน (ตารางที่ 4.16) พบว่าขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 0.20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร และค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขม้นชั้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นเท่ากับ 0.21, 0.23, 0.26, 0.26 และ 0.27 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร เมื่อขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 30, 60, 90, ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต และที่อายุ 120 วันหลังปลูก ตามลำดับ (T_2, T_3, T_4, T_7 และ T_5) ส่วนขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_6) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดเท่ากับ 0.28 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.16 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) ของขม้นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาสั้นๆในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | ปริมาณน้ำที่ได้รับ (มิลลิเมตร) | น้ำหนักแห้งรวม (กิโลกรัมต่อไร่) | ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| T_1 | 1034.57 | 211.14 | 0.20 |
| T_2 | 1109.57 | 236.44 | 0.21 |
| T_3 | 1109.57 | 258.73 | 0.23 |
| T_4 | 1109.57 | 283.79 | 0.26 |
| T_5 | 1109.57 | 298.67 | 0.27 |
| T_6 | 1109.57 | 314.55 | 0.28 |
| T_7 | 1284.57 | 338.07 | 0.26 |
| ค่าเฉลี่ย | | 277.34 | 0.25 |
| LSD(0.05) | | 34.23 | 0.03 |
| CV(%) | | 6.94 | 6.83 |

*ปริมาณน้ำที่ขม้นชั้นใช้ = ปริมาณน้ำชลประทาน (มิลลิเมตร) + ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาถึงผลของการขาดน้ำช่วงระยะเวลาที่ยาวนานที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตขม้นชั้น

4.3.1 ปริมาณน้ำในใบพืช (relative water content)

ปริมาณน้ำในใบของขม้นชั้น (ตารางที่ 4.17) ที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุที่ต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่า ปริมาณน้ำในใบของขม้นชั้นมีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งอายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขม้นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีปริมาณน้ำภายในใบสูงสุดมีค่าเท่ากับ 92.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือขม้นชั้นที่มีการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูก (T_5, T_4, T_3 และ T_2) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำภายในใบเท่ากับ 79.59, 77.42, 69.97 และ 67.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขม้นชั้นที่มีการขาดน้ำเป็นเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) จะมีค่าปริมาณน้ำภายในใบเท่ากับ 64.58 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.17 ปริมาณน้ำในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของขม้นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 71.41 | 70.25 | 69.52 | 68.65 | 67.37 | 66.37 | 64.58 |
| T_2 | 72.98 | 74.07 | 72.10 | 70.07 | 69.91 | 68.41 | 67.34 |
| T_3 | 73.07 | 76.35 | 79.35 | 77.92 | 75.96 | 74.46 | 69.97 |
| T_4 | 73.85 | 80.35 | 82.98 | 83.02 | 81.34 | 79.84 | 77.42 |
| T_5 | 74.05 | 82.55 | 83.85 | 84.62 | 85.90 | 83.90 | 79.59 |
| T_6 | 74.81 | 83.85 | 84.05 | 85.17 | 89.41 | 91.41 | 92.18 |
| ค่าเฉลี่ย | 73.36 | 77.90 | 78.64 | 78.24 | 78.31 | 77.39 | 75.18 |
| LSD(0.05) | ns | 8.06 | 9.60 | 11.25 | 9.60 | 10.50 | 16.75 |
| C.V.(%) | 6.44 | 4.03 | 4.75 | 5.59 | 4.77 | 5.28 | 12.25 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 คลอโรฟิลล์ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4.18) ที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งอายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 60 หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_2) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบสูงสุดมีค่าเท่ากับ 26.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำที่อายุ 30, 120, 90 และ 150 วันหลังปลูก (T_1 , T_4 , T_3 และ T_5) ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 25.60, 23.33, 23.07 และ 21.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบต่ำที่สุดเท่ากับ 19.43 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.18 คลอโรฟิลล์ภายในใบของขมิ้นชัน (เปอร์เซ็นต์) เมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 20.50 | 21.65 | 22.07 | 23.16 | 24.15 | 25.11 | 25.60 |
| T_2 | 19.20 | 20.03 | 21.04 | 22.14 | 23.06 | 23.94 | 26.37 |
| T_3 | 18.31 | 19.16 | 20.04 | 21.28 | 21.64 | 22.34 | 23.07 |
| T_4 | 17.59 | 18.15 | 19.28 | 19.91 | 20.48 | 21.15 | 23.33 |
| T_5 | 16.74 | 17.97 | 18.85 | 19.32 | 19.62 | 20.20 | 21.93 |
| T_6 | 15.80 | 16.66 | 17.40 | 17.98 | 18.26 | 18.74 | 19.43 |
| ค่าเฉลี่ย | 18.02 | 18.94 | 19.78 | 20.63 | 21.20 | 21.91 | 23.29 |
| LSD(0.05) | ns | 2.91 | 2.45 | 2.90 | 2.54 | 2.56 | 4.57 |
| C.V.(%) | 22.84 | 8.45 | 6.82 | 7.73 | 6.59 | 6.41 | 9.57 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

4.3.3 อุณหภูมิใบ (leaf temperature)

อุณหภูมิใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.19) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งอายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลานาน (T_1) มีอุณหภูมิใบสูงสุดมีค่าเท่ากับ 36.40 องศาเซลเซียส รองลงมา คือขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำที่อายุ 60, 90, 120 และ 150 วันหลังปลูก (T_2 , T_3 , T_4 และ T_5) ตามลำดับ ซึ่งมีอุณหภูมิใบเท่ากับ 35.43, 32.17, 31.80 และ 30.73 องศาเซลเซียส ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) จะมีอุณหภูมิใบต่ำที่สุดเท่ากับ 27.37 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.19 อุณหภูมิใบ (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 24.10 | 33.55 | 34.41 | 35.08 | 35.90 | 36.58 | 36.40 |
| T_2 | 25.12 | 31.99 | 32.73 | 33.53 | 34.19 | 34.79 | 35.43 |
| T_3 | 26.42 | 30.28 | 31.18 | 31.91 | 32.66 | 33.37 | 32.17 |
| T_4 | 26.93 | 28.77 | 29.42 | 30.13 | 30.49 | 31.24 | 31.80 |
| T_5 | 27.93 | 27.50 | 28.24 | 29.37 | 30.03 | 30.72 | 30.73 |
| T_6 | 28.55 | 26.17 | 26.71 | 27.54 | 28.23 | 28.88 | 27.37 |
| ค่าเฉลี่ย | 26.51 | 29.71 | 30.45 | 31.26 | 31.92 | 32.60 | 32.31 |
| LSD(0.05) | ns | 4.62 | 4.59 | 4.71 | 4.55 | 4.61 | 4.95 |
| C.V.(%) | 14.58 | 8.54 | 8.29 | 8.27 | 7.83 | 7.78 | 8.42 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

4.3.4 อัตราการคายน้ำจากใบ (transpiration rate)

อัตราการคายน้ำจากใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.20) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งอายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีอัตราการคายน้ำจากใบสูงสุดมีค่าเท่ากับ $0.83 \mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ รองลงมาคือขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูก (T_5, T_4, T_3 และ T_2) ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการคายน้ำจากใบเท่ากับ 0.60, 0.41, 0.29 และ $0.25 \mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ส่วนขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำเป็นเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) จะมีอัตราการคายน้ำจากใบต่ำที่สุดเท่ากับ $0.23 \mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$

ตารางที่ 4.20 อัตราการคายน้ำจากใบ ($\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.14 | 0.17 | 0.20 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | 0.23 |
| T_2 | 0.14 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.20 | 0.19 | 0.25 |
| T_3 | 0.12 | 0.22 | 0.33 | 0.29 | 0.24 | 0.26 | 0.29 |
| T_4 | 0.13 | 0.21 | 0.35 | 0.47 | 0.34 | 0.36 | 0.41 |
| T_5 | 0.14 | 0.23 | 0.36 | 0.51 | 0.56 | 0.57 | 0.60 |
| T_6 | 0.12 | 0.22 | 0.37 | 0.55 | 0.60 | 0.79 | 0.83 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.13 | 0.21 | 0.31 | 0.38 | 0.35 | 0.39 | 0.43 |
| LSD(0.05) | ns | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.14 |
| C.V.(%) | 24.84 | 10.31 | 7.51 | 12.09 | 13.74 | 10.39 | 17.59 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

4.3.5 Total conductance

ค่า total conductance ของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.21) พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งอายุ 210 วันหลังปลูก โดยค่า total conductance ของขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำจะมีค่า total conductance ลดลง ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีค่า total conductance สูงสุดมีค่าเท่ากับ $5.90 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ รองลงมาคือขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูก (T_5, T_4, T_3 และ T_2) ตามลำดับ ซึ่งมีค่า total conductance เท่ากับ 5.40, 5.07, 4.33 และ 4.13 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ส่วนขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำเป็นเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) จะมีอัตราการคายน้ำจากใบต่ำที่สุดเท่ากับ $3.97 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

ตารางที่ 4.21 Total conductance ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 2.46 | 2.63 | 2.99 | 3.18 | 3.33 | 3.60 | 3.97 |
| T_2 | 2.52 | 2.80 | 3.04 | 3.31 | 3.54 | 3.74 | 4.13 |
| T_3 | 2.72 | 2.90 | 3.29 | 3.65 | 3.76 | 3.87 | 4.33 |
| T_4 | 2.86 | 3.12 | 3.89 | 4.31 | 3.58 | 4.76 | 5.07 |
| T_5 | 3.19 | 3.38 | 3.97 | 4.57 | 4.80 | 5.08 | 5.40 |
| T_6 | 3.39 | 3.89 | 4.27 | 4.74 | 4.94 | 5.23 | 5.90 |
| ค่าเฉลี่ย | 2.85 | 3.12 | 3.58 | 3.96 | 4.16 | 4.38 | 4.80 |
| LSD(0.05) | ns | 0.58 | 0.68 | 0.64 | 0.67 | 1.03 | 1.04 |
| C.V.(%) | 12.79 | 10.22 | 10.49 | 8.91 | 8.85 | 12.96 | 11.86 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ความสูงของลำต้นเฉลี่ย

ความสูงของลำต้นเฉลี่ยของขมื่นชั้น (ตารางที่ 4.22) ที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ความสูงของลำต้นเฉลี่ยขมื่นชั้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมื่นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 80.67 เซนติเมตร รองลงมา คือขมื่นชั้นที่มีการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูก (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 77.33, 72.33, 64.67 และ 56.33 เซนติเมตร ส่วนขมื่นชั้นที่มีการขาดน้ำเป็นเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) จะมีความสูงน้อยที่สุด โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 49.67 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.22 ความสูงของลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ขมื่นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 10.50 | 19.17 | 25.30 | 36.00 | 41.33 | 46.67 | 49.67 |
| T_2 | 10.67 | 28.67 | 33.67 | 43.17 | 46.67 | 53.83 | 56.33 |
| T_3 | 11.17 | 31.00 | 41.33 | 45.27 | 51.33 | 59.00 | 64.67 |
| T_4 | 12.50 | 30.00 | 43.67 | 51.33 | 55.17 | 64.33 | 72.33 |
| T_5 | 12.83 | 32.00 | 43.33 | 54.00 | 61.67 | 69.00 | 77.33 |
| T_6 | 12.33 | 31.50 | 43.67 | 53.00 | 63.67 | 72.33 | 80.67 |
| ค่าเฉลี่ย | 11.67 | 28.72 | 38.50 | 47.13 | 53.31 | 60.86 | 66.83 |
| LSD(0.05) | ns | 7.46 | 5.82 | 6.45 | 6.59 | 7.58 | 10.16 |
| C.V.(%) | 18.20 | 14.28 | 8.31 | 7.52 | 6.79 | 6.84 | 8.35 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.23) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า พื้นที่ใบของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมิ้นชันมีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 723.12 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีพื้นที่ใบเท่ากับ 629.89, 531.68, 443.64 และ 377.79 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) ขมิ้นชันมีพื้นที่ใบ น้อยที่สุด เท่ากับ 315.29 ตารางเซนติเมตรต่อหลุม

ตารางที่ 4.23 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาว นานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 91.31 | 117.88 | 157.93 | 195.08 | 229.91 | 281.17 | 315.29 |
| T_2 | 95.31 | 182.94 | 223.70 | 259.40 | 293.14 | 334.44 | 377.79 |
| T_3 | 97.69 | 198.58 | 285.65 | 315.20 | 343.67 | 400.84 | 443.64 |
| T_4 | 102.95 | 206.06 | 327.50 | 383.77 | 447.30 | 497.16 | 531.68 |
| T_5 | 104.05 | 219.97 | 339.99 | 391.64 | 514.36 | 574.15 | 629.89 |
| T_6 | 113.10 | 199.99 | 341.73 | 407.64 | 529.49 | 603.82 | 723.12 |
| ค่าเฉลี่ย | 100.74 | 187.57 | 279.42 | 325.45 | 392.98 | 448.60 | 503.57 |
| LSD(0.05) | ns | 62.35 | 117.10 | 102.52 | 114.16 | 133.78 | 133.11 |
| C.V.(%) | 8.87 | 18.27 | 23.04 | 17.32 | 15.97 | 16.39 | 14.53 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

4.3.8 ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบขมื่นชั้น (ตารางที่ 4.24) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมื่นชั้นมีอายุมากขึ้น ขมื่นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของขมื่นชั้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งขมื่นชั้นมีอายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมื่นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมื่นชั้นมีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.80 รองลงมาคือ ขมื่นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.70, 0.59, 0.49 และ 0.42 ตามลำดับ ส่วนขมื่นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาสั้นตั้งแต่ อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.35

ตารางที่ 4.24 ดัชนีพื้นที่ใบของขมื่นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.10 | 0.13 | 0.18 | 0.22 | 0.26 | 0.31 | 0.35 |
| T_2 | 0.11 | 0.20 | 0.25 | 0.29 | 0.33 | 0.37 | 0.42 |
| T_3 | 0.11 | 0.22 | 0.32 | 0.35 | 0.38 | 0.45 | 0.49 |
| T_4 | 0.11 | 0.23 | 0.36 | 0.43 | 0.50 | 0.55 | 0.59 |
| T_5 | 0.12 | 0.24 | 0.38 | 0.44 | 0.57 | 0.64 | 0.70 |
| T_6 | 0.13 | 0.22 | 0.38 | 0.45 | 0.59 | 0.67 | 0.80 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.11 | 0.21 | 0.31 | 0.36 | 0.44 | 0.50 | 0.56 |
| LSD(0.05) | ns | ns | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.15 |
| C.V.(%) | 8.69 | 18.72 | 22.93 | 17.28 | 16.03 | 16.54 | 14.73 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.25) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมิ้นชันมีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 4.15 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 3.33, 2.94, 2.48 และ 2.04 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 1.57 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.25 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.41 | 0.50 | 0.68 | 0.94 | 1.12 | 1.34 | 1.57 |
| T_2 | 0.43 | 0.78 | 1.05 | 1.17 | 1.57 | 1.91 | 2.04 |
| T_3 | 0.44 | 0.66 | 1.21 | 1.56 | 2.04 | 2.27 | 2.48 |
| T_4 | 0.46 | 0.69 | 1.33 | 1.96 | 2.40 | 2.68 | 2.94 |
| T_5 | 0.45 | 0.68 | 1.29 | 2.12 | 2.50 | 2.93 | 3.33 |
| T_6 | 0.48 | 0.67 | 1.38 | 2.23 | 2.75 | 3.65 | 4.15 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.44 | 0.66 | 1.15 | 1.67 | 2.06 | 2.46 | 2.75 |
| LSD(0.05) | ns | 0.14 | 0.42 | 0.41 | 0.65 | 0.54 | 0.91 |
| C.V.(%) | 23.31 | 11.30 | 20.21 | 13.62 | 17.27 | 11.94 | 18.24 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 น้ำหนักต้นแห้ง

น้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.26) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 60 หลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมิ้นชันมีน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด เท่ากับ 4.13 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักต้นแห้งเท่ากับ 4.06, 3.40, 2.57 และ 2.25 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาสั้นตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) มีน้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 1.83 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.26 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.29 | 0.30 | 0.40 | 0.83 | 1.31 | 1.61 | 1.83 |
| T_2 | 0.32 | 0.76 | 1.10 | 1.36 | 1.83 | 2.00 | 2.25 |
| T_3 | 0.31 | 0.56 | 1.22 | 1.71 | 2.10 | 2.32 | 2.57 |
| T_4 | 0.33 | 0.47 | 1.37 | 2.28 | 2.85 | 3.20 | 3.40 |
| T_5 | 0.35 | 0.54 | 1.47 | 2.35 | 3.03 | 3.31 | 4.06 |
| T_6 | 0.34 | 0.60 | 1.50 | 2.52 | 3.15 | 3.57 | 4.13 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.32 | 0.54 | 1.17 | 1.84 | 2.38 | 2.67 | 3.04 |
| LSD(0.05) | ns | 0.23 | 0.26 | 0.42 | 0.77 | 0.69 | 1.07 |
| C.V.(%) | 18.31 | 23.62 | 12.16 | 12.48 | 17.72 | 14.26 | 19.34 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

4.3.11 น้ำหนักรากแห้ง

น้ำหนักรากแห้งของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.27) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักรากแห้งของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก ขมิ้นชันเมื่อมีการให้น้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) พบว่าขมิ้นชันมีน้ำหนักรากแห้งมากที่สุด เท่ากับ 3.73 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 3.23, 2.67, 2.52 และ 1.83 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาน้ำเป็นระยะเวลาสั้นตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 1.28 กรัมต่อหลุม

ตารางที่ 4.27 น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.21 | 0.34 | 0.62 | 0.80 | 0.97 | 1.16 | 1.28 |
| T_2 | 0.22 | 0.61 | 0.88 | 1.20 | 1.47 | 1.64 | 1.83 |
| T_3 | 0.23 | 0.57 | 1.09 | 1.56 | 1.84 | 2.37 | 2.52 |
| T_4 | 0.24 | 0.58 | 1.19 | 1.67 | 1.98 | 2.49 | 2.67 |
| T_5 | 0.25 | 0.52 | 1.26 | 1.73 | 2.32 | 2.83 | 3.23 |
| T_6 | 0.26 | 0.54 | 1.37 | 1.85 | 2.50 | 3.27 | 3.73 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.23 | 0.53 | 1.07 | 1.47 | 1.85 | 2.29 | 2.55 |
| LSD(0.05) | ns | 0.16 | 0.43 | 0.68 | 0.90 | 0.85 | 1.04 |
| C.V.(%) | 16.88 | 16.55 | 22.19 | 25.36 | 26.80 | 20.32 | 22.37 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.12 น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้ง

น้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.28) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าสดมากที่สุด เท่ากับ 67.88 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักเหง้าสดเท่ากับ 52.40, 42.96, 34.52 และ 27.41 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าสดน้อยที่สุด เท่ากับ 18.06 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักเหง้าสดลดลงมากถึง 73.39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ (T_6)

ตารางที่ 4.28 น้ำหนักเหง้าสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 1.34 | 1.72 | 3.62 | 6.15 | 10.12 | 14.40 | 18.06 |
| T_2 | 1.52 | 2.43 | 5.21 | 10.03 | 15.42 | 21.80 | 27.41 |
| T_3 | 1.78 | 2.66 | 10.18 | 15.66 | 19.28 | 26.11 | 34.52 |
| T_4 | 1.83 | 3.11 | 12.30 | 23.13 | 26.18 | 32.22 | 42.96 |
| T_5 | 1.88 | 3.23 | 13.06 | 22.46 | 33.76 | 43.52 | 52.40 |
| T_6 | 1.96 | 3.25 | 13.31 | 23.67 | 32.12 | 46.13 | 67.88 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.72 | 2.73 | 9.61 | 16.84 | 22.81 | 30.69 | 40.54 |
| LSD(0.05) | ns | 0.99 | 3.85 | 4.58 | 7.37 | 10.97 | 14.94 |
| C.V.(%) | 18.72 | 19.98 | 22.01 | 14.95 | 17.73 | 19.64 | 20.26 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักแห้งแห้งของไขมันชั้น (ตารางที่ 4.29) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อไขมันชั้นมีอายุมากขึ้น ไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักแห้งแห้งของไขมันชั้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ไขมันชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ไขมันชั้นมีน้ำหนักแห้งแห้งมากที่สุด เท่ากับ 4.84 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักแห้งแห้งเท่ากับ 3.57, 3.53, 3.05 และ 2.61 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนไขมันชั้นที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลาตั้งแต่ไขมันชั้นมีอายุได้ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) ไขมันชั้นมีน้ำหนักแห้งแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.16 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักแห้งแห้งลดลงมากถึง 55.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไขมันชั้นที่ไม่มีการขาดน้ำ (T_6)

ตารางที่ 4.29 น้ำหนักแห้งแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของไขมันชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 0.19 | 0.31 | 0.30 | 0.72 | 1.34 | 1.72 | 2.16 |
| T_2 | 0.26 | 0.46 | 0.51 | 1.18 | 1.57 | 2.14 | 2.61 |
| T_3 | 0.16 | 0.34 | 1.19 | 1.50 | 2.01 | 2.52 | 3.05 |
| T_4 | 0.23 | 0.39 | 1.22 | 1.92 | 2.47 | 2.96 | 3.53 |
| T_5 | 0.20 | 0.35 | 1.27 | 2.05 | 2.66 | 3.28 | 3.57 |
| T_6 | 0.19 | 0.45 | 1.29 | 2.23 | 3.14 | 4.13 | 4.84 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.22 | 0.36 | 0.96 | 1.60 | 2.20 | 2.79 | 3.29 |
| LSD(0.05) | ns | 0.11 | 0.29 | 0.50 | 0.56 | 0.77 | 1.04 |
| C.V.(%) | 19.53 | 16.53 | 16.62 | 17.14 | 14.03 | 15.13 | 17.33 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

4.3.13 อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของขมื่นชั้น (ตารางที่ 4.30) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่อายุ 60-210 วันหลังปลูก โดยที่ช่วงอายุ 180-210 วันหลังปลูก พบว่า ขมื่นชั้นที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เท่ากับ 0.82 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่ขมื่นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเท่ากับ 0.37 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ตารางที่ 4.30 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมื่นชั้นเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0-30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | 120-150 | 150-180 | 180-210 |
| T_1 | 0.41 | 0.10 | 0.23 | 0.48 | 0.53 | 0.41 | 0.37 |
| T_2 | 0.44 | 0.30 | 0.56 | 0.51 | 0.57 | 0.46 | 0.39 |
| T_3 | 0.44 | 0.33 | 0.98 | 0.60 | 0.61 | 0.55 | 0.42 |
| T_4 | 0.47 | 0.30 | 1.13 | 1.01 | 0.70 | 0.60 | 0.45 |
| T_5 | 0.47 | 0.31 | 1.17 | 1.10 | 0.84 | 0.68 | 0.68 |
| T_6 | 0.48 | 0.35 | 1.23 | 1.22 | 1.00 | 1.14 | 0.82 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.45 | 0.28 | 0.88 | 0.82 | 0.71 | 0.64 | 0.52 |
| LSD(0.05) | ns | ns | 0.27 | 0.41 | 0.20 | 0.39 | 0.30 |
| C.V.(%) | 9.04 | 31.16 | 16.90 | 27.59 | 15.38 | 33.93 | 31.29 |

ns = ไม่มีมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.14 ผลผลิตน้ำหนักรวม

ผลผลิตน้ำหนักรวมของขมิ้นชัน (ตารางที่ 4.31) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่าผลผลิตน้ำหนักรวมของขมิ้นชันมีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (T_6) ขมิ้นชันมีผลผลิตน้ำหนักรวมมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 16.85 กรัมต่อหลุม รองลงมาคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 150, 120, 90 และ 60 วัน หลังปลูกตามลำดับ (T_5 , T_4 , T_3 และ T_2) โดยมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 14.19, 12.54, 10.61 และ 8.73 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นระยะเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) ขมิ้นชันมีน้ำหนักรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 6.84 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่าของผลผลิตน้ำหนักรวมลดลงมากถึง 59.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ (T_6)

ตารางที่ 4.31 ผลผลิตน้ำหนักรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันเมื่อมีการขาดน้ำระยะเวลาที่ยาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | อายุพืชหลังการปลูก(วัน) | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| T_1 | 1.11 | 1.38 | 2.00 | 3.30 | 4.74 | 5.84 | 6.84 |
| T_2 | 1.19 | 2.51 | 3.53 | 4.91 | 6.45 | 7.68 | 8.73 |
| T_3 | 1.19 | 2.14 | 4.71 | 6.34 | 7.99 | 9.48 | 10.61 |
| T_4 | 1.26 | 2.13 | 5.11 | 7.82 | 9.70 | 11.33 | 12.54 |
| T_5 | 1.28 | 2.12 | 5.29 | 8.25 | 10.52 | 12.35 | 14.19 |
| T_6 | 1.28 | 2.23 | 5.54 | 8.84 | 11.54 | 14.63 | 16.85 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.22 | 2.08 | 4.36 | 6.58 | 8.49 | 10.22 | 11.63 |
| LSD(0.05) | ns | 0.53 | 1.03 | 1.88 | 1.62 | 1.94 | 1.88 |
| C.V.(%) | 8.89 | 14.07 | 13.03 | 15.73 | 10.46 | 10.43 | 8.89 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

4.3.15 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

การขาดน้ำในระยะเวลายาวนานมีผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขม้นชั้น (ตารางที่ 4.32) ในช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 210 วัน พบว่าขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำในระยะกล้า (T_1) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดเท่ากับ 0.28 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร และค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขม้นชั้นมีค่าลดลงเป็นลำดับเท่ากับ 0.27, 0.26, 0.25 และ 0.24 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร เมื่อขม้นชั้นที่ได้รับการขาดน้ำที่อายุ 60, 90, 120 และ 150 วันตามลำดับ (T_2, T_3, T_4 และ T_5) ส่วนขม้นชั้นที่ได้น้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (T_6) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 0.23 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.32 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) ของขม้นชั้นมีการขาดน้ำระยะเวลายาวนานในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต

| สิ่งทดลอง | ปริมาณน้ำที่ได้รับ (มิลลิเมตร) | น้ำหนักแห้งรวม (กิโลกรัมต่อไร่) | ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| T_1 | 434.57 | 121.66 | 0.28 |
| T_2 | 584.57 | 155.26 | 0.27 |
| T_3 | 734.57 | 188.68 | 0.26 |
| T_4 | 884.57 | 222.87 | 0.25 |
| T_5 | 1034.57 | 252.27 | 0.24 |
| T_6 | 1284.57 | 299.61 | 0.23 |
| ค่าเฉลี่ย | | 206.73 | 0.26 |
| LSD(0.05) | | 25.03 | 0.03 |
| CV(%) | | 6.66 | 6.05 |

*ปริมาณน้ำที่ขม้นชั้นใช้ = ปริมาณน้ำชลประทาน (มิลลิเมตร) + ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการ

การทดลองที่ 1 ผลจากการที่ขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆเป็นเวลา 15 วัน ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต จะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันอย่างเห็นได้ชัด แต่หลังจากช่วงเวลาของการขาดน้ำผ่านพ้นไป ขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทานอีกครั้ง ขมิ้นชันจะมีการฟื้นตัวเป็นไปอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ เมื่อขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตจะพบว่า ปริมาณน้ำภายในใบ อัตราการคายน้ำจากใบ และค่า total conductance มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.1 , 4.4 และ 4.5) ในขณะที่อุณหภูมิใบและปริมาณของคลอโรฟิลภายในใบมีค่าเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.3 และ 4.2) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อพืชได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยลง พืชจะแสดงอาการขาดน้ำ โดยจะมีผลกระทบต่อค่าศักยภาพของน้ำ (water potential) ภายในใบมีค่าลดลง (สมยศ เดชภิวัตน์มงคล, 2544) เมื่อปริมาณน้ำภายในใบของพืชลดลง พืชจะมีการปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำออกจากใบ จึงมีผลทำให้ปากใบปิด นอกจากนี้ การขยายตัวของใบและการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบจะถูกยับยั้ง (Turk and Hall, 1980) อัตราการคายน้ำจากใบลดลง และ total conductance ก็มีค่าลดลง ซึ่งผลกระทบดังกล่าว มีผลทำให้อุณหภูมิของใบมีค่าเพิ่มมากขึ้น แตกต่างกับพืชที่ไม่ขาดน้ำ (Jackson, 1987) สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2537) รายงานว่า การคายน้ำจะช่วยลดอุณหภูมิของพืชได้เป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อพืชมีการคายน้ำลดลง มีผลทำให้อุณหภูมิใบมีค่าเพิ่มขึ้น Lawn (1982) พบว่าค่าของ leaf conductance มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าของอุณหภูมิของใบ กล่าวคือ ค่าอุณหภูมิของใบมีค่าสูงขึ้น จะมีผลทำให้ค่า total conductance มีค่าลดลง ซึ่งผลจากการทดลองนี้ก็พบว่า ขมิ้นชันเมื่องดการให้น้ำจะมีผลทำให้ขมิ้นชันเกิดการขาดน้ำขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ และเมื่อช่วงเวลาของการขาดน้ำช่วงเวลาสั้นๆ เพียง 15 วันผ่านพ้นไป ขมิ้นชันได้รับน้ำชลประทานอีกครั้ง ก็จะทำให้ลักษณะต่างๆ ทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันมีการฟื้นตัว และมีค่าไม่แตกต่างกันกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า ขมิ้นชันมีการปรับตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการขาดน้ำเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันมากนัก

การทดลองที่ 2 การขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาวนานจะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลานานตั้งแต่อายุ 30 วันหลังเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (T_1) ซึ่งเป็นการขาดน้ำที่ใช้ระยะเวลาที่ยาวนานที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ขาดน้ำที่อายุ 60, 90, 120 และ 150 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ซึ่งการขาดน้ำนี้จะมีผลทำให้ขมิ้นชันมีปริมาณน้ำภายในใบ อัตราการคายน้ำจากใบ และค่า total conductance มีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.17, 4.20 และ 4.21) ในขณะที่ค่าอุณหภูมิใบ และคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าสูงที่สุด (ตารางที่ 4.19 และ 4.18) จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ส่วนขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ และได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (T_0) จะมีปริมาณน้ำภายในใบ อัตราการคายน้ำจากใบ และค่า total conductance มีค่าสูงที่สุด แต่มีค่าอุณหภูมิใบและคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดแตกต่างกัน การขาดน้ำของขมิ้นชันตั้งแต่ขมิ้นชันมีอายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เป็นช่วงเวลาของการขาดน้ำที่ยาวนานมาก ขมิ้นชันจะได้รับน้ำก็ต่อเมื่อมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในแปลงทดลองเท่านั้น ซึ่งทำให้การตอบสนองของการขาดน้ำของขมิ้นชันค่อนข้างจะรุนแรงมากกว่าการขาดน้ำในช่วงอื่นๆ ซึ่งณัฐวุฒิ จุลสงค์ (2547) กล่าวว่า พืชเมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่น้อย และนานๆ ครั้งจะมีผลทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำของใบลดลง ปากใบปิด และ total conductance มีค่าลดลง ในขณะที่อุณหภูมิใบมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันกับงานทดลองนี้

5.2 การขาดน้ำที่มีผลต่อลักษณะทางการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิต

ในการทดลองที่ 1 นี้พบว่าการขาดน้ำนอกจากจะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาแล้วยังมีผลต่อเนื่องไปถึงการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตขมิ้นชัน กล่าวคือ ความสูงของลำต้น (ตารางที่ 4.6) การสะสมน้ำหนักใบ ต้น และรากแห้ง (ตารางที่ 4.9, 4.10 และ 4.11) และผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม (ตารางที่ 4.15) มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ โดยเฉพาะการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วันที่เกิดขึ้นในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตลดลงมาก Muchow (1985) ได้ศึกษาถึงการขาดน้ำในพืชหลายชนิด พบว่า เมื่อพืชเกิดการขาดน้ำขึ้นจะมีผลทำให้ความสูงของลำต้น และน้ำหนักต้นแห้งมีค่าลดลงอย่างชัดเจน การขาดน้ำในช่วงระยะเวลาสั้นๆ จะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และผลผลิตขมิ้นชันเป็นอย่างมากนี้ สมยศ เดชภีรตนมงคล (2544) พบว่าพืชเมื่อได้รับการขาดน้ำจะมีผลทำให้การแตกใบใหม่ และการสร้างพื้นที่ใบมีค่าลดลง ศักยภาพของน้ำในใบลดลง ปริมาณน้ำในใบมีค่าน้อยลง ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ใบมีการสังเคราะห์แสงได้ลดลง การสะสมน้ำหนักแห้งรวมจึงมีค่าลดลง ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงการสร้างผลผลิตเหง้าแห้งมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างเด่นชัด Schulze *et al.* (1987) พบว่า เมื่อพืชขาดน้ำ จะทำให้ปากใบปิด เพื่อลดการคายน้ำของพืช ทำให้อุณหภูมิใบของพืชสูงขึ้น และมีผลต่อใบพืชเกิดอาการใบไหม้มากขึ้น จึงเอกรสารนี้เป็นเอกรสารที่สว่นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกรสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ใบของพืชมีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลงได้ ในพืชบางชนิดพบว่า การขาดน้ำเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ก็สามารถทำให้มีผลต่อพื้นที่ใบทั้งหมดลดลงได้ และเมื่อสภาวะขาดน้ำมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นก็จะมีผลทำให้เกิดการร่วงของใบในที่สุด Sdoodee (1990) รายงานว่า พืชที่มีการขาดน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ได้รับน้ำตามปกติอย่างสม่ำเสมอ พบว่า พืชที่ได้รับการขาดน้ำจะมีพื้นที่ใบลดลงอย่างเด่นชัด ถึงแม้ว่าจะมีการให้น้ำอย่างเพียงพอในภายหลังก็ไม่สามารถทำให้พื้นที่ใบมีค่าเพิ่มมากขึ้นเท่ากับต้นพืชที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอได้ เฉลิมพล แซมเพชร (2535) รายงานว่าการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของพืชจะเป็นช่วงวิกฤตที่สุด เพราะการขาดน้ำในช่วงนี้จะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นอย่างมาก ทำให้พืชมีการแตกหน่ออ่อน การแตกใบใหม่ และจำนวนใบย่อยเกิดขึ้นน้อย ทำให้มีพื้นที่การสังเคราะห์แสงลดลง การสร้างอาหารจึงมีน้อย ซึ่งทำให้กระบวนการเจริญเติบโตลดลง การเจริญเติบโตทางลำต้น และการสะสมน้ำหนักแห้งทางลำต้น ใบ และรากแห้งมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโต และขมิ้นชันที่ไม่มีการขาดน้ำ ถึงแม้ว่าต่อมาภายหลังขมิ้นชันจะได้รับน้ำชลประทานอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโตก็ตาม ก็ไม่สามารถชดเชยผลผลิตที่ลดลงได้ Wien *et al.* (1979) พบว่า ในพืชบางชนิด เช่น ถั่วพุ่ม เมื่อมีการขาดน้ำเกิดขึ้นจะมีผลทำให้พื้นที่ใบมีค่าลดลง แต่เมื่อได้รับน้ำอีกครั้ง พืชจะมีการฟื้นตัว ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้น และมีค่าของพื้นที่ใบเท่ากับพืชที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต แต่ ณัฐวุฒิ จุลสงค์ (2547) ได้ทดลองปลูกพืชโดยให้มีการขาดน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ ของการเจริญเติบโต พบว่าการขาดน้ำในช่วงแรกเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย มีการสะสมน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งน้อยกว่าพืชที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโต ซึ่งต่อมาเมื่อพืชมีการฟื้นตัวหลังจากได้รับน้ำเพิ่มขึ้น ก็ไม่ได้ทำให้พืชมีการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นได้เท่ากับพืชที่ไม่มีการขาดน้ำ สายณห์ สดุดี (2537) กล่าวว่า ความสามารถในการฟื้นตัวของพืชมีความสำคัญอย่างมากในสภาวะของการขาดน้ำที่เกิดขึ้นเป็นช่วงๆ คือ ช่วยให้พืชสามารถกลับมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับน้ำฝนหลังจากผ่านช่วงสภาวะแห้งแล้ง จึงทำให้พืชสามารถดำเนินการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารอย่างเพียงพอสำหรับการให้ผลผลิต การฟื้นตัวหลังจากพืชได้รับน้ำนี้จะดี เพราะว่าจะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง และสามารถรักษาระดับความสามารถในการให้ผลผลิตไว้ได้ กล่าวคือ พืชจะหยุดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อพืชขาดน้ำและพร้อมที่จะฟื้นตัวอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับน้ำในภายหลัง อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้จะไม่พบการฟื้นตัวเมื่อมีการขาดน้ำเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน Boonjung and Fukai (1996) ก็พบเช่นเดียวกันว่า การขาดน้ำในช่วงแรกเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด พืชเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงนี้จะชกการเจริญเติบโต และมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตค่อนข้างมาก ซึ่งจะแตกต่างไปกับการขาดน้ำในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงหลังๆของการเจริญเติบโต ซึ่งจะมีผล กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเช่นกัน แต่ความรุนแรงไม่มากนัก ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากพืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มาก และมีความทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าซึ่งทำให้มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีต่อสภาวะการขาดน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และเมื่อระยะเวลาของการขาดน้ำผ่านพ้นไป พืชได้รับน้ำอีกครั้งจึงทำให้พืชมีการฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว และสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้เป็นไปตามปกติ (สಾಯน์ สดุตี. 2537) ธวัชชัย อุบลเกิด และสมยศ เดชภักรัตนมงคล (2539) ได้ทดลองถึงการขาดน้ำในมันเทศ ก็พบเช่นเดียวกันว่าการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด โดยมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตลดลงมาก ถึงแม้ว่ามันเทศจะได้รับน้ำอย่างเพียงพออีกครั้งหลังจากที่มีการขาดน้ำในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ก็ตาม ก็ไม่สามารถทำให้มันเทศมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตมีค่าเพิ่มมากขึ้นเท่ากับมันเทศที่ไม่มีมีการขาดน้ำได้ Cruz and O'Toole (1984) รายงานว่าผลผลิตของพืชจะลดลงมากถึง 15-27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเกิดการขาดน้ำเป็นเวลา 15 วัน ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต สอดคล้องกันกับ De Datta (1981) ก็รายงานเช่น เดียวกันว่าผลผลิตของพืชมีการลดลงมากถึง 26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วง 10 วันแรกก่อนที่พืชจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างเต็มที่ ซึ่งนอกจากนี้ยังมีการศึกษาในพืชชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น กก (สมยศ เดชภักรัตนมงคล และคณะ. 2541) และตะไคร้ (สมยศ เดชภักรัตนมงคล. 2544) เป็นต้น ก็ให้ผลเช่นเดียวกันกับขมิ้นชันที่ว่า การขาดน้ำในช่วงแรกเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด

สำหรับการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาถึงขมิ้นชันที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยหลังจากขมิ้นชันได้รับการขาดน้ำ ก็จะไม่มีการให้น้ำเพิ่มเติมอีกในภายหลังจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เว้นแต่จะได้รับน้ำฝนที่ตกลงมาในสภาพธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งผลจากการขาดน้ำนี้จะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันอย่างชัดเจน ได้แก่ ปริมาณน้ำภายในใบ อัตราการคายน้ำจากใบ และค่า total conductance เป็นต้น มีค่าลดลงอย่างชัดเจน มีค่าลดลงตลอดช่วงของการขาดน้ำจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ส่วนค่าอุณหภูมิใบ และคลอโรฟิลภายในใบ ก็มีค่าเพิ่มขึ้นโดยตลอดเช่นกัน สิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตขมิ้นชันเป็นอย่างมาก การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตคือ ที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำในช่วงนี้จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูง (ตารางที่ 4.22) พื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบ (ตารางที่ 4.23 และ 4.24) การสะสมน้ำหนักราก ใบ และรากแห้ง (ตารางที่ 4.26, 4.25 และ 4.27) มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ขาดน้ำในช่วงอื่นๆและขมิ้นชันที่ไม่มีมีการขาดน้ำ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะในช่วงแรกของขมิ้นชันเป็นช่วงที่ค่อนข้างอ่อนแอมาก ประกอบกับเมื่อได้รับการขาดน้ำเป็นเวลานานมาก คือ ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวจึงทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกรน การแตกหน่อ และการสร้างพื้นที่ใบจึงน้อย ซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิตเหง้าแห้งมีค่าลดลง (ตารางที่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.29) และเมื่อเปรียบเทียบกับกับการขาดน้ำของขมิ้นชันในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโต ก็พบว่า ขมิ้นชันในช่วงหลังๆ มีการตั้งตัวได้ดีแล้ว เมื่อมีการขาดน้ำ ผลกระทบจึงไม่ค่อยจะรุนแรงเท่ากับการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต อีกทั้งช่วงระยะเวลาของการขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโตจะมีช่วงระยะเวลาของการขาดน้ำที่สั้น และปริมาณน้ำที่ได้รับทั้งหมดตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตก็มากกว่าจึงทำให้มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตไม่มากนัก โดยเฉพาะขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำที่อายุ 150 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว พบว่ามีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ไม่ได้รับการขาดน้ำ และได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่า การขาดน้ำในช่วงแรกเป็นช่วงที่วิกฤตที่สุด Wright *et al.* (1983) พบว่าพืชเมื่อมีการขาดน้ำในขณะที่ใบมีการสูญเสียน้ำนั้น ศักยภาพของน้ำในใบลดลง การตอบสนองของใบ เริ่มจากอัตราการยึดตัวของใบลดลง ตามด้วยการชักน้ำของปากใบลดลง หรือปากใบปิด ซึ่งพืชจะพยายามลดอันตรายจากอุณหภูมิใบที่สูงขึ้น โดยการม้วนใบ ซึ่งในขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำอย่างรุนแรง ก็พบว่าการม้วนใบมาก Tuner and McCauley (1983) รายงานว่าเมื่ออุณหภูมิใบของพืชมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต คือ 48 องศาเซลเซียส ก็จะทำให้เนื้อเยื่อของใบถูกทำลาย ใบบิดงอ หรือใบไหม้ จะแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งมีผลทำให้มีพื้นที่ใบที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากปากใบปิดและศักยภาพของน้ำในใบลดลง การสร้างอาหารได้น้อย จึงทำให้ขมิ้นชันมีการสะสมน้ำหนักต้นแห้ง และใบแห้งลดลง มีผลต่อเนื้อใบไปถึงผลผลิตมีค่าลดลงได้ Ashley (1983) รายงานว่า พืชเมื่อได้รับสภาวะของการขาดน้ำอย่างรุนแรง จะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชหยุดลง ซึ่งจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง อันเนื่องมาจากพืชไม่สามารถสร้างอาหารจากระบบการสังเคราะห์แสงได้ นอกจากนี้ Pandey *et al.* (1984) ยังพบอีกว่าการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะมีความรุนแรงต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าการขาดน้ำในช่วงหลังๆ เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตพืชจะชงกการเจริญเติบโต มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากน้อย แต่ถ้าเป็นการขาดน้ำในช่วงที่พืชมีอายุมากขึ้น พืชจะสามารถดูดน้ำจากดินในชั้นที่ลึกกว่ามาใช้ในการเจริญเติบโตได้ อีกทั้งพืชยังมีความแข็งแรงที่มากกว่า จึงทำให้ผลกระทบของการขาดน้ำ แสดงออกมาได้ไม่ชัดเจนมากนัก แต่ถ้ามีการขาดน้ำอย่างรุนแรง และเป็นเวลานานมาก จะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืชมีค่าลดลงอย่างเด่นชัด

5.3 การใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชัน

จากการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ขมิ้นชันได้รับอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการขาดน้ำซึ่งจะมีผลทำให้ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตสูงสุด คือขมิ้นชันควรได้รับเท่ากับ 1284.57 มิลลิเมตร และเมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงแตกต่างกัน สำหรับการทดลองที่ 1 การขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ กันของอายุการเจริญเติบโตนั้น ปริมาณน้ำที่ขมิ้นชันได้รับมีความแตกต่างกันไม่มากนักแต่การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (T_1) ขมิ้นชันมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับ การขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโตและที่ไม่มีการขาดน้ำ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำก็พบว่า การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะมีค่าประสิทธิภาพของการใช้น้ำต่ำกว่าการขาดน้ำในช่วงอื่นๆ และในสิ่งทดลองที่ไม่ขาดน้ำ (ตารางที่ 4.16) ซึ่งผลการทดลองนี้จะสอดคล้องกันกับงานทดลองของ ณัฐวุฒิ จุลสงค์ (2547) ที่พบว่า เมื่อมีการให้พืชขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต พืชจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด ในขณะที่พืชได้รับการขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโตและไม่มีการขาดน้ำจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ เป็นเวลา 15 วันจะมีผลกระทบต่อ การสะสมน้ำหนักแห้งเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงเวลาแรกของการเจริญเติบโต แต่หลังจากขมิ้นชันมีอายุมากขึ้นความสามารถในการทนทานต่อการขาดน้ำจึงจะมีมากขึ้น ซึ่งทำให้การขาดน้ำในช่วงหลังๆ จึงมีผลกระทบต่อ การสะสมน้ำหนักแห้งน้อยกว่า ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชันที่มีการขาดน้ำในช่วงหลังๆ จึงมีค่ามากกว่าการขาดน้ำในช่วงแรกๆ แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองที่ 1 นี้จะแตกต่างไปจากการทดลองที่ 2 กล่าวคือ เมื่อขมิ้นชันมีการขาดน้ำเป็นระยะเวลาานโดยเฉพาะการขาดน้ำตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว และขมิ้นชันจะได้รับน้ำน้อยคือ 435.57 มิลลิเมตรเท่านั้น จึงทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ขาดน้ำในช่วงหลังๆ ของการเจริญเติบโต และที่ไม่มีการขาดน้ำ (ตารางที่ 4.32) ซึ่งขมิ้นชันจะได้รับน้ำชลประทานที่มากกว่าจึงทำให้ไม่ค่อยมีผลกระทบต่อ การสะสมน้ำหนักแห้งมากนัก การขาดน้ำเป็นเวลาที่ยาวนานมากขึ้น ขมิ้นชันจะได้รับน้ำในปริมาณน้อยเป็นเวลานานขมิ้นชันซึ่งมีการปรับตัวต่อสภาวะการที่ได้รับน้ำน้อยจึงมีผลทำให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การขาดน้ำในช่วงอื่นๆ ที่ขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่มากกว่าแตกต่างกัน ณัฐวุฒิ จุลสงค์ (2547) ได้ทดลองในหญ้าปักกิ่ง พบว่า หญ้าปักกิ่งที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการขาดน้ำจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด ในขณะที่หญ้าปักกิ่งได้รับการขาดน้ำเป็นเวลานาน โดยได้รับน้ำนานๆ ครั้ง หญ้าปักกิ่งจะมีประสิทธิภาพของการใช้น้ำที่สูงกว่า แตกต่างกันทางสถิติอย่างชัดเจน ซึ่งจะพบว่าพืชที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดเพื่อให้ทนต่อสภาวะของการขาดน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ได้รับน้ำในปริมาณที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ต่ำกว่า สายัณห์ สดุดี (2537) กล่าวว่า พืชที่อยู่ในสภาวะของการขาดน้ำจะทำให้ปากใบของพืชปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ซึ่งเป็นขบวนการชะลอการเหี่ยวของพืชส่งผลให้พืชมีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ภายใต้สภาวะที่มีการขาดน้ำอย่างรุนแรง สมยศ เดชภีร์ตมนงกุล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2542) พบว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชที่ได้รับการขาดน้ำจะมีค่าสูงกว่าพืชที่รับน้ำตามปกติซึ่งผลดังกล่าวนี้จะพบได้ในตะไคร้ (สัจจา ธรรมาวิสุทธิผล. 2548)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาถึงการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน ซึ่งได้ทำการทดลองจำนวน 2 การทดลองพอที่จะสรุปได้ดังนี้

การทดลองที่ 1

ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ นั้นพบว่าช่วงเวลาของการขาดน้ำขมิ้นชันจะมีค่าปริมาณน้ำในใบ อัตราการคายน้ำ และค่า total conductance มีค่าน้อยลงและเมื่อการขาดน้ำผ่านพ้นไปขมิ้นชันได้รับน้ำอีกครั้งค่าต่าง ๆ ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น ขมิ้นชันที่ขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตเป็นเวลา 15 วันจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น การสะสมน้ำหนักรากและผลผลิตน้ำหนักรากของขมิ้นชันเป็นอย่างมาก แต่การขาดน้ำในช่วงหลังๆของการเจริญเติบโตพบว่าไม่มีผลกระทบต่อลักษณะอื่นๆมากนัก ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต จะมีการสะสมน้ำหนักรากและผลผลิตสูงที่สุด

การทดลองที่ 2

ขมิ้นชันที่ได้รับการขาดน้ำเป็นเวลานานในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่าขมิ้นชันที่ขาดน้ำในช่วงแรกคือตั้งแต่ขมิ้นชันมีอายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวขมิ้นชันมีปริมาณน้ำในใบ อัตราการคายน้ำและค่า total conductance น้อยกว่าขมิ้นชันที่ขาดน้ำในช่วงหลังๆของการเจริญเติบโต นอกจากนี้จะส่งผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยายังส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น การสะสมน้ำหนักรากและผลผลิตหนักรากของขมิ้นชันมีค่าลดลงมากที่สุด ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโตและไม่มีการขาดน้ำ จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี มีการสะสมน้ำหนักรากและผลผลิตมีค่ามากที่สุด แต่จะมีค่าของประสิทธิภาพการใช้น้ำน้อยที่สุด

จากทั้ง 2 การทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ช่วงวิกฤตที่สุดของการขาดน้ำก็คือ การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ไม่ว่าจะเป็นการขาดน้ำในช่วงระยะเวลาสั้นๆเพียง 15 วันหรือเป็นช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน (คือขาดน้ำตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว) ก็ตามจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตหนักรากของขมิ้นชันมากที่สุด การปลูกขมิ้นชันที่ดีจึงไม่ให้ขมิ้นชันควรได้รับการขาดน้ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชันลดลงได้ ดังนั้น ในการปลูกขมิ้นชันควรมีการให้น้ำชลประทานตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต ประมาณ 1,285 มิลลิเมตร ตลอดฤดูปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.doae.go.th/html/veget-all>. 2544.

กองวิจัยพืชสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2533. คู่มือสมุนไพรเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน. กรุงเทพฯ : Text and Journal Corporation Co., Ltd.

จำลอง ผึ้งชลจิตร. 2542. ไม้ใกล้คริว. กรุงเทพฯ : เอส.ที.พี.เวิลด์ มีเดีย .

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545. คู่มือเภสัชกรรมแผนไทย เล่ม 2 เครื่องยาพฤกษวัตถุ. กรุงเทพฯ : อมรินทร์.

ถนอมศรี วงศ์รัตนสถิตย์. 2538. เอกลักษณะสมุนไพร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

ธวัชชัย อุบลเกิด และสมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2539. ผลของการขาดน้ำช่วงต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 14(3) : 24-29.

ณัฐวดี จุลสงค์. 2547. "ผลของการขาดน้ำและการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าปักกิ่ง." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิจศิริ เรืองรังษี. 2542. เครื่องเทศ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา วีระนนทาเวทย์. 2531. "การศึกษาความต้องการน้ำ การใช้น้ำ และปริมาณน้ำที่มีต่อสรีรวิทยาบางลักษณะของงาพันธุ์ต่างๆ." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิมิตร วรสุด, ประสิทธิ์ ใจคิด และพัชนี เค้ายา. 2536. "การใช้น้ำของงาบางพันธุ์ที่ได้รับน้ำปริมาณต่างกัน." หน้า 83-93. ใน รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง งานวิจัยภาคครั้งที่ 7. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปราณี ธาราธระระนิต และพีลรี จิระตระกูล. 2544. การตั้งตำรับสมุนไพรตากันยุง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

พร้อมจิต ศรีลัมพ์. 2532. สมุนไพรและยาที่ควรรู้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 118.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. สมุนไพรก้าวใหม่. กรุงเทพฯ : แก้ไขปรับปรุงใหม่จากตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร. ที.พี.พรินท์.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลลิตา วีระสิริ. 2543. ผักพื้นบ้านต้านโรค. กรุงเทพฯ : รวมทรงคน.
- วีณา เชิดบุญชาติ. 2543. ปลูกผักไทยได้ทั้งอาหารและยา. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สถาบันการแพทย์ไทย. 2540. การแพทย์ไทยกับการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยและผู้ติดเชื้อเอชไอวี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2537. พฤกษศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมยศ เดชภีรัตนมงคล, อารมย์ ศรีพิจิษฐ์ และทองยศ ดันพิพัฒน์. 2541. ผลการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของลำต้นและรากกักพื้นเมือง 2 พันธุ์. วิทยาศาสตร์พืช. 2 : 59-68.
- สมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2542. การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำและการเจริญเติบโตของงา 6 พันธุ์ ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 69-77.
- สมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2544. การตอบสนองของตะไคร้พันธุ์พื้นเมือง 2 พันธุ์ต่อการขาดน้ำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 19(2) : 12-20.
- สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะการขาดน้ำในการผลิตพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สัจจา ธรรมาวินสุทธิผล. 2548. "ผลของการขาดน้ำและปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตตะไคร้ 2 พันธุ์." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน. กรุงเทพฯ : ดอกหญ้า.
- Adams, S.S. and Stevenson, W.R. 1990. "Water management, disease development and potato production." Am. Potato. J. 67 : 3-11.
- Ashley, D.A. and Ethridge, W.J. 1978. "Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars." Agron. J. 70 : 467-471.
- Ashley, D.A. 1983. Crop-water relation. New York : John Wiley and Sons.
- Atal, C.K. and Kapur, B.M. 1989. Cultivation and utilization of aromatic plants. New Delhi : Council of Scientific and Industrial Research.
- Boonjung, H. and Fukai, S. 1996. "Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions : 1.Growth during drought." Field Research. 48(1) : 37-45.
- Boyer, J.S. 1976. "Photosynthesis at low water potential." Phill. Trans. R. Soc. Lond. B. 273(4) : 501-512.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Burt, B.L. and Smith, R.M. 1983. *Zingiberaceae a revised handbook to the flora and ceylon vol.4*. Rotterdam : Balkema.
- Cruz, R.T. and O'Toole, J.C. 1984. "Dryland rice response to an irrigation at flowering stage." *Agron. J.* 76(1) : 178-183.
- De Datta, S.K. 1981. "Water management system : characteristics and limitation" In *Principle and practices of rice production*. New York : John Wiley and Sons.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. *Crop water requirements*. Rome : Food and agriculture organization.
- Eck, H.A. 1986. "Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn." *Agron. J.* 78(3) : 1035-1040.
- Guzman, C.C. and Siemonse, J.S. (eds.) 1999. *Spice : plant resources of south-east asia no.13*. Leiden : Beckhuys.
- Hunt, R. 1978. *Plant growth analysis*. London : Edward Arnold.
- Jackson, M.S. 1987. "Injure to rice plants caused by complete submergence : A contribution by ethylene." *J. Exp. Bot.* 38 : 1826-1838.
- Iqbal, M.M., Shah, S.M., Mohammad, W. and Nawaz, H. 1999. *Crop yield response to deficit irrigation*. Netherlands : Kluwer Academic.
- Kramer, P.K. 1983. *Water relations of plant*. New York : Academic Press.
- Lawn, R.J. 1982. "Response of four grain legumes to water stress in south-eastern Queensland. 1. Physiological response mechanisms." *Aust. J. Agric. Res.* 33 : 481-496.
- Muchow, R.C. 1985. "Canopy development in grain legumes grown under different soil water regimes in a semi-arid tropical environment." *Field Crop Res.* 11 : 99-109.
- Muchow, R.C., Sinclair, T.R., Bennett, J.M. and Hammond, L.C. 1986. "Response of leaf growth, leaf nitrogen and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field grown soybean." *Crop Sci.* 26 : 1190-1195.
- Ojala, J.C., Stark, J.C. and Kleinkopf, G.E. 1990. "Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality." *Am. Potato. J.* 67 : 29-43.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Otegui, M.E., Andrade, F.H. and Suero, E.E. 1995. "Growth water use and kernel abortion of maize kernel growth and development." *Field Crops Res.* 24(2) : 726-730.
- Pandey, R.K., Herrea, W.A.T. and Villegas, A.N. 1984. "Drought response of grain legumes under irrigation gradient : 3. Plant Growth." *Agron. J.* 76 : 557-560.
- Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver, B.F. and Mornhiweg, D.W. 1988. "Water relations in winter wheat as drought resistance indicator." *Crop Sci.* 28(3) : 526-531.
- Schulze, E.D., Robinchau, R.H., Grace, J., Rundel, P.W. and Ehleringer, J.R. 1987. "Plant water balance." *BioScience.* 37 (1) : 30-37.
- Sdoodee, S. 1990. "Adaptative mechanisms of blackgram [*Vigna mungo* (L.) Hepper] and pigeonpea [*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.] to water stress at different growth stages." Ph.D. thesis, University of Queensland, Brisbane.
- Sivarkumar, M.V.K. and Shaw, R.H. 1987. "Relative evaluation of water stress indicators for soybeans." *Agron. J.* 79 : 1019-1026.
- Turk, K.J. and Hall, A.E. 1980. "Drought adaptation of cowpea : 4. Influence of drought on water use and relations with growth and seed yield." *Agron. J.* 72 : 434-439.
- Turner, F. T. and McCauley, G.N. 1983. *Crop-water relation in rice.* New York : John Willey and Sons.
- Wien, H.C., Littleton, E.J. and Ayanaba, A. 1979. Drought stress of cowpea and soybean under tropical conditions. In : H. Mussell and R.C. Staples (eds.), *Stress Physiology in Crop Plants.* New York : John Wiley and Sons.
- Wright, G.C., Smith, R.C.G. and McWilliam, J.R. 1983. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress : 1. Crop growth and yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 34 : 615-626.