สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.)

Effect of Irrigation Amount on Growth, Yield and Curcuminoids of Turmeric (*Curcuma longa* L.)

โดย

รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล

นายสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร

RCH
SB
317
.T8
ส274ผ
เลขหมู่ 83851
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ย. 2551

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b 11986589
i

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ เพื่อต้องการศึกษาถึงการให้น้ำชลประทานในปริมาณที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน ซึ่งได้ทำการศึกษาในแปลงทดลองในสภาพไร่ ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block desing (RCBD) มีจำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วย การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ซึ่งให้น้ำแก่ขมิ้นชันโดยใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำที่ให้ต่อการระเหย (Irrigation water to evaporation, IW/E) 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.7 และ 1.0 ผลจากการทดลองพบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยจะมีค่าอุณหภูมิใบเพิ่มขึ้นในขณะที่อัตราการคายน้ำจากใบและ Total stomata conductance มีค่าลดลง การเจริญเติบโตทางลำต้นและน้ำหนักแห้งรวมของขมิ้นชันมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณการให้น้ำชลประทานเพิ่มมากขึ้นจาก IW/E 0.1 ถึง IW/E 1.0 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของขมิ้นชันมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของ IW/E มีค่าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชันมีค่าลดลงจาก 2.69 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร เมื่อให้น้ำในปริมาณเท่ากับ IW/E 1.0 เป็น 1.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร เมื่อให้น้ำในปริมาณ IW/E 0.1

คำสำคัญ : ปริมาณน้ำ การเจริญเติบโต ผลผลิต ขมิ้นชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The aims of this study are to determine the effect of irrigation amount on growth and yield of turmeric (Curcuma *longa* L.). The experiment was conducted under field condition at the Faculty to Agricultural Technology, KMITL, during June, 2007 to January, 2008 A randomized complete block design with four replications was employed. Five irrigation regimes based on the ratios of irrigation amount (IW) to cumulative evaporation (E) (ie. 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.7 and 1.0) . The results shown that the lower irrigation regimes increased leaf temperature and transpiration rate and Total stomata conductance were reduced. Growth and total dry weight of turmeric significantly increased with increasing irrigation amounts from IW/E 0.1 to 1.0 . Corm dry weight yield favored higher ratios of IW/E . Additionally , water use efficiency (WUE) decreased from 2.69 kg/rai/mm in the treatment of IW/E 1.0 to 1.50 kg/rai/mm in treatment of IW/E 0.1

Key word : water amount , growth , yield , turmeric.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(1)
สารบัญตาราง		(2)
สารบัญรูป		(3)
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/ทบทวนวรรณกรรม	3
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	11
	3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	11
	3.2 ผลการวิจัย	15
บทที่ 4	อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์	34
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม		36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำในใบ (Relative water content) (เปอร์เซ็นต์) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	18
2	อุณหภูมิใบ (Leaf temperature) (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	19
3	อัตราการคายน้ำจากใบ (Transpiration rate) (ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที)ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	20
4	Total stomata conductance (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	21
5	ความสูง (เซนติเมตร) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	22
6	จำนวนต้น (ต้นต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	23
7	ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	24
8	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	25
9	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	26
10	จำนวนเหง้า (เหง้าต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	27
11	น้ำหนักเหง้าสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	28
12	น้ำหนักเหง้าแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	29
13	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	30
14	อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	31
15	เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	32
16	ประสิทธิภาพการใช้น้ำและปริมาณสารเคอร์คูนอยด์ของขมิ้นชันเมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศ (A) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ (B) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (C) ในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2551	16
2	ปริมาณน้ำฝน (มม.) ในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2551	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย เดิมการปลูกขมิ้นชันของเกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกไม่มากนักและมักปลูกจำกัดอยู่ตามบ้านเรือนเท่านั้น ต่อมาเมื่อมีการนำขมิ้นชันเข้ามาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ทั้งทางด้านอาหาร คือ นำขมิ้นชันมาใช้ในด้านการปรุงแต่งกลิ่น สี และรสชาติ และทางด้านเภสัชกรรมใช้เป็นยารักษาโรคต่างๆมากมาย ซึ่งในปัจจุบันทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชนก็ได้ให้ความสำคัญกับพืชสมุนไพรกันเพิ่มขึ้น โดยขมิ้นชันมีคุณสมบัติในการรักษาโรคต่าง ๆ โดยใช้เป็นส่วนผสมในยารักษาโรคได้หลายชนิด เช่น เป็นยาลดกรด ขับลมและแก้ปวดท้อง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมโดยนำขมิ้นชันใช้เป็นสีย้อมผ้า เครื่องสำอาง และอื่นๆอีกมากมาย (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2531 ; เกษม, 2525) เมื่อความต้องการขมิ้นชันมีมากจึงทำให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น ปัญหาที่พบอยู่เสมอของเกษตรกรที่ปลูกขมิ้นชันก็คือ ขมิ้นชันได้รับน้ำไม่เพียงพอตลอดฤดูกาลปลูกและเกิดการขาดน้ำขึ้นในช่วงต่างๆ ของการเจริญเติบโตอยู่เสมอ ถึงแม้ว่าขมิ้นชันจะเป็นพืชที่มีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีก็ตาม แต่เมื่อได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง และมีผลกระทบไปถึงผลผลิตเหง้าที่นำมาใช้ทำสมุนไพรลดลงได้ ตามปกติขมิ้นชันต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตประมาณ 1,250 – 2,250 มิลลิเมตรต่อปี (รุ่งรัตน์, 2540) ซึ่งเป็นปริมาณที่ต้องการใช้ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบกันกับพืชชนิดอื่น ตามปกติโดยทั่วไปขมิ้นชันจะให้ผลผลิตประมาณ 320 – 350 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกในเขตชลประทาน แต่ถ้ามีการปลูกนอกเขตชลประทานแล้วจะให้ผลผลิตลดลงต่ำกว่านี้มาก (รุ่งรัตน์, 2540)

อย่างไรก็ตามถ้าขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่มากหรือน้อยจนเกินไปก็ไม่เป็นผลดีเช่นกัน เพราะถ้ารดน้ำมากหรือแฉะจนเกินไปจะมีผลทำให้เหง้าเน่าเสียหายได้ (พเยาว์, 2529) แต่ถ้าได้รับน้ำปริมาณที่น้อยจนเกินไปโดยเฉพาะหลังจากการปลูกแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่ขมิ้นชันกำลังจะงอกก็จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกในแปลงปลูกค่อนข้างต่ำ (วันดี, 2538 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541) ดังนั้น การจัดการให้น้ำแก่ขมิ้นชันอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสามารถที่จะเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชันได้ จึงได้ทำการศึกษาการให้น้ำในปริมาณเท่าใดจึงจะเพียงพอและเหมาะสมที่จะทำให้ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งงานทดลองในด้านนี้ยังมีการศึกษากันน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานที่จะนำไปแนะนำแก่เกษตรกรผู้ปลูกขมิ้นชันให้มีการจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้น้ำชลประทานแก่ขมิ้นชันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้แก่ขมิ้นชันให้มากขึ้นได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อต้องการทราบว่า เมื่อขมิ้นชันที่ปลูกในสภาพไร่เมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเป็นอย่างไร

2. เพื่อต้องการทราบว่า การปลูกขมิ้นชันในสภาพไร่ ขมิ้นชันมีความต้องการน้ำตลอดฤดูปลูกเท่าใดจึงจะให้ผลผลิตสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม

ขมิ้นชันเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในบริเวณเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและเขตอบอุ่น (เต็ม, 2523) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (พเยาว์, 2537 ; เต็ม, 2523) มีชื่อท้องถิ่นทั่วไปหลายชื่อได้แก่ ขมิ้น (กลาง) ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขี้มิ่น ขมิ้น (ใต้) ตายอ (กะเหรี่ยง – กำแพงเพชร) สะยอ (กะเหรี่ยง – แม่ฮ่องสอน) (รุ่งรัตน์, 2540 ; นิจศิริ และ พะยอม, 2534 ; พเยาว์, 2537 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของขมิ้นชันมีดังต่อไปนี้

ลำต้น ขมิ้นชันจัดว่าเป็นพืชล้มลุกข้ามปีที่มีลำต้นอยู่ใต้ดิน ซึ่งจัดแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกอยู่ติดกับโคนกาบใบหรือส่วนเหนือดิน เรียก หัว (Tuber) จะมีรูปร่างแป้นแบบรูปไข่ ขนาด 5 × 2.5 เซนติเมตร ส่วนนี้จะเป็นจุดกำเนิดของ ใบ ดอก เหง้า และราก ส่วนที่สองคือส่วนที่เราเรียกว่าเหง้า(Rhizome) จะเกิดส่วนของหัวมีลักษณะเจริญเติบโตเป็นท่อน ขนานไปกับผิวดินขนาด 1.5 × 5.8 เซนติเมตร จากเหง้าชุดแรกแล้วจะมีเหง้าชุดที่สองเจริญแตกแยกสาขาอีกเป็นสองแถวมีลักษณะเป็นแง่งคล้ายนิ้วมือ และจากเหง้าชุดที่สองจะแตกแยกออกมาอีก โดยเหง้าทั้งหมดจะเกาะรวมตัวกันเป็นกระจุกแน่นไม่แยกออกจากกัน ลำต้นมีความสูงประมาณ 50-70 เซนติเมตร (สำนักงานคณะ กรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2544 ; ปราณี และคณะ, 2544 ; รุ่งรัตน์ , 2535 ; เต็ม, 2523)

ราก มีลักษณะอวบน้ำ มีขนาดไม่ยาวมาก บริเวณปลายรากมักจะพองอกกลายเป็นหัว (Tuber) ขนาดประมาณ 4×2 เซนติเมตร (ทิพยา, 2529)

ใบ ขมิ้นชันเมื่อโตเต็มที่จะมีใบประมาณ 6 – 10 ใบ ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก มีก้านช่อดอกแทงออกจากเหง้าโดยตรง ก้านช่อดอกยาว 5 - 10 เซนติเมตร มีใบประดับช่อดอกสีเขียวอ่อน หรือสีขาว รูปหอกเรียงซ้อนกัน ใบประดับ 1 ใบมี ดอก 2 ดอก มีใบประดับย่อยรูปขอบขนานยาว 3 – 3. 5 เซนติเมตร (สถาบันการแพทย์ไทย, 2540)

ดอก ออกเป็นทรงช่อรูปทรงกระบอก มีก้านช่อดอกแทงออกจากเหง้าโดยตรงก้านช่อดอกยาวประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร มีใบประดับช่อดอกสีเขียวอ่อนๆหรือสีขาวรูปหอกเรียงซ้อนกัน ใบประดับ 1 ใบ มี ดอก 2 ดอก มีใบประดับรูปขอบขนาดยาวประมาณ 3 – 3.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีขนกลีบดอกสีขาวโดยเชื่อมติดกันเป็นท่อนยาว ส่วนปลายแยกออกเป็น 3 ส่วน เกสรตัวผู้คล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีบดอก มีขน มีอับเรณูอยู่ที่ใกล้ๆ ปลายท่อเกสรตัวเมีย ซึ่งเกสรตัวผู้มีทั้งสมบูรณ์และเป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมียมีรูปร่างคล้ายปากแตรเกลี้ยง รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 ใบ (Burtt and Smith, 1983) ขมิ้นชันที่ปลูกในประเทศไทย จะมีดอก ออกราวเดือนมีนาคม – พฤษภาคม (ถนอมศรี, 2538)

ชนิดและพันธุ์ของขมิ้นชัน

พันธุ์ขมิ้นชันที่ปลูกมีหลายพันธุ์ อาจจำแนกตามแหล่งผลิตหรือจำแนกตามเหง้าขมิ้นชันก็ได้ กล่าวคือ การจำแนกพันธุ์ตามแหล่งผลิตหรือแหล่งปลูกอย่างเช่นในแคว้นอัสสัม ประเทศอินเดีย มีพันธุ์ที่สำคัญ 4 พันธุ์คือ พันธุ์เดชิ(Deshi) พันธุ์ไชน่านาดาน(China nadan) พันธุ์ปัตตานี (Patani)และพันธุ์เปอร์รุม นาดาน(Perrum nadan) ส่วนการจำแนกพันธุ์ตามลักษณะของเหง้า แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ พวกแรกมีแง่งกลมรี รูปไข่ และแง่งที่เป็นแบบแง่งหลักจะมีเนื้อนิ่ม อีกพวกหนึ่งจะมีแง่งยาวเป็นรูปทรงกระบอก เมื่อปลูกจะแตกแขนงที่สองและสามต่อไป (เอกสารวิชาการธนาคารกสิกรไทย, 2530)

ขมิ้นชันที่ดีมีมากกว่า 50 สายพันธุ์ ส่วนมากมาจากอินเดีย มีทั้งสายพันธุ์ที่อายุพร้อมเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 7-9 เดือน สายพันธุ์ที่ให้ปริมาณสารสำคัญในเหง้าสูง เช่น Savarma PCT-8 ของอินเดีย ให้ผลผลิต 6.4- 6.8 ตันต่อไร่และมีสารเคอร์คูมินอยด์ 8.7 เปอร์เซ็นต์ (นพมาศ, 2544)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

รุ่งรัตน์ (2535) กล่าวว่า ขมิ้นชันเป็นพืชที่ชอบอากาศค่อนข้างร้อนและต้องการความชื้นสูง เช่นเดียวกับขิงและข่า อาจปลูกโดยอาศัยน้ำฝน หรือใช้การชลประทานเข้าช่วยด้วยก็ได้

ดิน ขมิ้นชันชอบดินร่วนซุย มีการระบายน้ำได้ดี พื้นที่ที่มีน้ำขังหรือมีความชื้นสูงเกินไปหรือมีการระบายน้ำไม่ดี จะทำให้เหง้าขมิ้นชันเน่าเสียหายได้ ดังนั้น ดินเหนียวหรือดินที่เป็นกรดหรือดินที่เป็นลูกรังและพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้ง จึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกขมิ้นชัน ขมิ้นชันสามารถปลูกบนพื้นที่สูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล จนกระทั่งความสูงประมาณ 1,350 เมตร

น้ำ ขมิ้นชันชอบพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ต้องการน้ำฝนเพื่อการเจริญเติบโตประมาณปีละประมาณ 1,125 – 2,225 มิลลิเมตร

การเตรียมดินและการปลูก

การเตรียมดิน

ขมิ้นชันควรขุดหรือไถให้ดินร่วนซุยไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง คือไถครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืชและเปิดหน้าดินให้ร่วนซุย แล้วตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ แล้วจึงไถแปรเพื่อกลับหน้าดินทำให้ดินร่วนซุยและ ละเอียดขึ้น ในกรณีที่ดินเหนียวจัดควรใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ ควรไถพรวนดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนต้นฤดูฝนเพื่อทำการปลูกในต้นฤดูฝน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) การเตรียมแปลงปลูกนั้นในกรณีที่พื้นที่ระบายน้ำได้ดีควรเตรียมแปลงปลูกในสภาพพื้นที่ราบและถ้าพื้นที่ที่ระบายน้ำไม่ดีควรเตรียมแปลงปลูกแบบยกสันร่องหรือยกแปลงให้สูงจากระดับดินเดิมและทำร่องระบายน้ำไว้ด้วย โดยให้สันร่องสูง 20 - 30 เซนติเมตร กว้าง 45-50 เซนติเมตร และควรเว้นช่องว่างระหว่างแปลงย่อย 30-50 เซนติเมตร เพื่อสะดวกในการเข้าไปดูแลรักษา (กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2533)

วิธีการปลูก

วิธีปลูกจะใช้เหง้าขมิ้นชันแก่ที่มีอายุ 11 – 12 เดือน นำมาตัดเป็นท่อน ๆ ให้มีตาท่อนละ 1-2 ตา ฝังท่อนพันธุ์ขมิ้นชันลงไปในดินลึก 5 - 7 เซนติเมตร ระยะปลูกที่ใช้คือ 20 x 20 เซนติเมตร หรือ 30 x 30 เซนติเมตร หรือ 35 x 35 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของขมิ้นชัน พื้นที่ 1 ไร่ จะใช้ท่อนพันธุ์ประมาณ 250 – 400 กิโลกรัม ท่อนพันธุ์ชนิดแง่งแม่หรือหัวซึ่งตัดเป็นท่อนๆ จะให้ผลผลิตสูงกว่าส่วนอื่นๆ (รุ่งรัตน์, 2535) ในบางท้องถิ่นที่ซึ่งเป็นป่าเปิดใหม่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีอยู่แล้ว หลังจากถางป่าทำลายพวกวัชพืช ก็จะทำการไถพรวนดินสองครั้ง การปลูกของเกษตรกรมักจะมีการปลูกโดยไม่ยกดินเป็นร่องสูง ใช้ระยะปลูกตามที่กล่าวข้างต้น หลังจากปลูกประมาณ 5 - 7 วัน ขมิ้นชันจะเริ่มงอก หากฝนไม่ตกควรมีการรดน้ำเพิ่มเติม (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541)

การดูแลรักษา

การคลุมแปลง (กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร, 2533)หลังจากปลูกแล้วควรใช้ฟางข้าวหรือใบหญ้าคาคลุมหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเหมือนกันมาคลุมแปลงปลูก เพื่อลดการระเหยของน้ำในดิน และช่วยรักษาความชื้นในดินซึ่งจะมีผลดีต่อการงอกของขมิ้นชันเป็นการประหยัดการใช้น้ำและแรงงาน ส่วนในเรื่องของการให้น้ำแก่ขมิ้นชันกล่าวคือหลังจากปลูกเหง้าพันธุ์แล้วควรรดน้ำให้ชุ่มเพื่อรักษาความชื้นของดินให้เหมาะสมต่อการงอก และทำอย่างต่อเนื่องในระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะที่ต้นยังมีขนาดเล็ก ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอหรือให้เมื่อดินแห้ง โดยเฉพาะเมื่อเกิดผลทิ้งช่วง (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541)ปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และความชื้นในอากาศเมื่อพืชเริ่มโตการให้น้ำควรลดลงหรือให้ตามความเหมาะสม โดยทั่วไปในฤดูฝนที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ไม่จำเป็นที่จะต้องให้น้ำเพิ่มและควรระมัดระวังไม่ให้น้ำท่วมขังในแปลงปลูกนานๆเพราะจะทำให้ต้นเน่าเสียหายได้และจะหยุดให้น้ำในระยะที่ ต้นเริ่มมีใบสีเหลืองในฤดูแล้งซึ่งเป็นระยะพักตัว (กองวิจัยพืชสมุนไพร, 2533 และองอาจ และคณะ, 2539)

การใส่ปุ๋ย

ขมิ้นชันที่ปลูกควรมีการให้ปุ๋ย ซึ่งได้แก่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ,16-16-16 หรือ 13-13-21 โดยควรใส่ปุ๋ยครั้งแรกเมื่อขมิ้นชันมีอายุ 1-2 เดือน ในอัตรา 15 กรัมต่อต้น หรือ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 เมื่อขมิ้นชันอายุประมาณ 2-4 เดือนในอัตราประมาณ 30 กรัมต่อต้นหรือ 100 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยควรใส่ห่างโคนต้น 8-15 เซนติเมตร โดยการขุดหลุมฝังหรือหว่านระหว่างแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกแล้วพรวนดินกลบและควรให้น้ำทันทีหลังการใส่ปุ๋ยทุกครั้ง (กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร, 2533 และราเชนทร์ และคณะ, 2536)

การเก็บเกี่ยว

หลังจากปลูกขมิ้นชันได้ประมาณ 7 เดือน ใบล่างๆ ของขมิ้นชันจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าขมิ้นชันเริ่มแก่แล้ว ให้ปล่อยขมิ้นชันไว้ในแปลงจนมีอายุ 9-10 เดือน แล้วจึงเริ่มขุดซึ่งจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษจิกายนถึงเดือนธันวาคม การขุดต้องพยายามไม่ให้จอบโดนเหง้าเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราในขณะเก็บรักษา จากนั้นจึงตัดใบ รากและนำมาล้างน้ำให้สะอาด ขมิ้นชันกอหนึ่งๆ จะมีหัวประมาณ 2-8 อัน และมีแง่งนิ้วมือประมาณ 10-40 อัน ให้ผลผลิตประมาณ 3,200-3,500 กิโลกรัมต่อไร่ (รุ่งรัตน์, 2540)

การทำให้แห้ง ทำโดยการนำขมิ้นชันไปต้ม ใช้เวลาต้มประมาณ 1-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณขมิ้นชัน การต้มมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เซลล์ของขมิ้นชันตายและป้องกันการระเหยของน้ำ จากนั้นจึงนำไปตากเมื่อแห้งแล้วแง่งของขมิ้นชันจะมีลักษณะตึงสวยและเก็บไว้ได้นาน ขมิ้นชันเมื่อต้มเสร็จแล้วจะมีเนื้ออ่อนนุ่ม สีเหลืองเข้ม บางพื้นที่นิยมแช่ขมิ้นชันในน้ำปูนใสก่อนที่จะนำไปตากแห้งเพื่อช่วยให้มีความแห้งอย่างสม่ำเสมอ จึงต้องใช้เวลานานพอสมควร ซึ่งปกติจะใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับลักษณะแง่งของขมิ้นชันด้วย แง่งหัวจะแห้งช้ากว่าแง่งนิ้วมือ เนื่องจากแง่งหัวมีขนาดใหญ่กว่าและหนากว่า แง่งขมิ้นชันที่แห้งดีแล้วจะมีลักษณะแข็งเปราะ มีกลิ่นหอมเล็กน้อย หลังจากนั้นจึงนำไปขัดเปลือกหรือลอกเปลือกออกเพื่อให้แง่งขมิ้นชันดูสวยขึ้น (นิจศิริ, 2542 ; ชยันต์ และ วิเชียร, 2545)

การปรับปรุงพันธุ์ขมิ้นชันโดยการเก็บรวบรวมพันธุ์ปลูกทดลองและคัดเลือกสายพันธุ์

1. ทำการเก็บรวบรวมพันธุ์ขมิ้นทั้งหมด 86 สายพันธุ์จากจังหวัดต่างๆในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทย ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางเกษตรดี (Good agronomic characters) กล่าวคือ มีความสูงของลำต้นตั้งแต่ 1 เมตรขึ้นไป มีความกว้างของใบตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ขึ้นไป มีความยาวของใบตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไป มีเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นตั้งแต่ 6 เซนติเมตร ขึ้นไปให้ผลผลิตน้ำหนักสดของเหง้าต่อต้นตั้งแต่ 175 กรัมขึ้นไป พื้นที่ใบเสียหายเนื่องจากโรคแอนแทรคโนส (*Collettotrichum capsici*) ในสภาพไร่ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยหาค่าเฉลี่ยรวมจากทุกใบ และมีพื้นที่ใบเสียหายเนื่องจากหนอนกัดกินใบในสภาพไร่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ โดยหาค่าเฉลี่ยจากทุกใบ (บุญหงส์, 2548)

2. นำสายพันธุ์ขมิ้นชันที่คัดเลือกได้ตามคุณสมบัติในข้อ 1 ไปปลูกทดสอบและคัดเลือกซ้ำในแปลงทดลองของเกษตรกรที่ตำบลหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยใช้เหง้าขนาดเดียวกันที่มี 2 ตาปลูกแบบฝังลงในหลุม ๆ ละ 1 เหง้า ให้มีระยะห่างระหว่างหลุม และระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวเป็น 30×50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยขี้วัวหมักแห้งอัตรา 1 ตันต่อไร่และปูนมาร์ล 305 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมการเตรียมดิน ให้น้ำแก่ขมิ้นชันหลังปลูกและเฉพาะในวันที่มีฝนตกจนดินมีความชุ่มชื้นพอเหมาะ กำจัดวัชพืชในแปลงปลูกโดยการถอนวัชพืชทิ้งไม่มีการใช้สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูใดๆ ทั้งสิ้น เก็บข้อมูลโดยการบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสและหนอนกัดกินใบตั้งแต่ระยะหลังงอกจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว ทำการสุ่มวัดความสูงของต้น ความกว้างและความยาวของใบเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบเสียหายเนื่องจากโรแอนแทรคโนสและหนอนกัดกินใบเมื่อขมิ้นชันอยู่ในช่วงการออกดอก(อายุประมาณ 5 เดือน) ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักสดของเหง้าสดของแต่ละสายพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว นำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ (บุญหงส์, 2548)

3. นำผงบดแห้งของเหง้าขมิ้นชันของสายพันธุ์ขมิ้นชันที่รับการคัดเลือกซึ่งมีลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตควบคู่กับการลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนสและหนอนกัดกินใบดีที่สุดจำนวน 4 สายพันธุ์ไปวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คูมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ที่รอดตายหลังการแช่เหง้าในสารละลายคอลชอชิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของสายพันธุ์ TU 04-9 และ TU 04-38 เป็น 28 และ 32 ต้นตามลำดับ ซึ่งจำนวนต้นรอดตายทั้งหมดจะถูกนำไปปลูกเป็นต้นแม่เพื่อคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่ดีเกิดจากกลายพันธุ์ในชั่วอายุของฤดูกาลปลูกต่อไป (บุญหงส์, 2548)

ปริมาณการให้น้ำและการขาดน้ำที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของเซลล์พืช น้ำช่วยละลายแร่ธาตุและอาหารต่างๆ ซึ่งใช้ในการเจริญเติบโต กระบวนการเมตาบอลิซึม ตลอดจนปฏิกิริยาต่างๆ ภายในเซลล์จะต้องอาศัยน้ำ โดยน้ำมีส่วนร่วมในปฏิกิริยานั้นๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนั้นยังช่วยรักษาอุณหภูมิของพืชมิให้เกิดความผันแปรมากด้วย (สมบุญ, 2544) Doorenbos and Pruitt (1977) ได้อธิบายถึงความหมายของความต้องการน้ำของพืชคือ ปริมาณน้ำที่ใช้ไปในการระเหยน้ำ (ET, Evapotranspiration) ซึ่งประกอบด้วย 2 กระบวนการได้แก่ การระเหยของน้ำจากผิวดิน (Evaporation) และการคายน้ำของพืช (Transpiration) หรืออาจเรียกว่า Water consumptive use of crop หรือ Crop water use (ธวัชชัย, 2526 ; วิบูลย์, 2526) การระเหยของน้ำในฤดูกาลหนึ่งๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มาเกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ ชนิดของพืช ชนิดของดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นต้น การระเหยน้ำจากผิวดินมักเกิดขึ้นควบคู่กับการคายน้ำของพืช การระเหยน้ำจากผิวดินในฤดูกาลหนึ่งๆ มีค่าโดยประมาณเท่ากับค่าการคายน้ำของพืช หรืออีกนัยหนึ่งค่าการระเหยของน้ำจากผิวดินจะมีประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าการระเหยน้ำ (นิภา, 2531) สมยศ และสมมารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2543) ได้ศึกษาถึงผลของการให้น้ำในระดับที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม พบว่าถั่วพุ่มมีการตอบสนองต่อปริมาณน้ำที่ได้รับคือถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับที่มากจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตแห้งรวมสูงกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในระดับที่น้อยลง

สำหรับขมิ้นชันเป็นพืชที่ต้องการความชื้นในดินสูง ปกติต้องการน้ำประมาณ 1,250 – 2,250 มิลลิเมตรต่อปี (รุ่งรัตน์, 2540) หรือมีปริมาณน้ำฝน 1,200 – 1,400 มิลลิเมตร ในเวลา 100 – 120 วันหลังปลูก (ปราณี และ พีสรี, 2544) แต่ไม่ต้องการสภาพชื้นแฉะเพราะจะทำให้เหง้าขมิ้นชันเน่าเสียหาย ดังนั้นหลังจากปลูกเหง้าขมิ้นชันแล้วควรรดน้ำให้ชุ่มเพื่อรักษาความชื้นของดินให้เหมาะสมต่อการงอก และทำอย่างต่อเนื่องในระยะเริ่มปลูกถึงระยะที่ต้นยังมีขนาดเล็ก ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอหรือให้เมื่อดินมีความชื้นน้อย โดยเฉพาะเมื่อเกิดฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน (พเยาว์, 2529) ปริมาณน้ำที่ให้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และความชื้นในอากาศ เมื่อขมิ้นชันเริ่มโตการให้น้ำควรให้ลดลงหรือให้ตามความเหมาะสม โดยทั่วไปในฤดูฝนที่มีฝนตกสม่ำเสมอไม่จำเป็นต้องมีการให้น้ำเพิ่ม และควรระมัดระวังไม่ให้เกิดการท่วมขังของน้ำในแปลงปลูกเป็นระยะเวลานานๆ เพราะจะทำให้ต้นเน่าเสียหายได้ และจะหยุดให้น้ำในระยะที่ต้นเริ่มมีใบเหลืองในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงที่ขมิ้นจะเข้าสู่ระยะพักตัวตามธรรมชาติ (พเยาว์, 2537)

ในสภาวะที่พืชขาดน้ำโดยพืชมีอัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เป็นผลทำให้ปริมาณน้ำในใบพืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช ซึ่งการตอบสนองของกระบวนการทางสรีรวิทยาและกระบวนการจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดน้ำ และช่วงเวลาการขาดน้ำ (สายัณห์, 2537 ; อภิพรรณ, 2544) อาการที่มองเห็นได้ชัดเจนคือ การเหี่ยวของใบ อาการที่เกิด มี 2 รูปแบบ คือ

1. อาการเหี่ยวระยะสั้นหรือชั่วคราว (Temporary wilting หรือ Transient wilting) อาการเหี่ยวลักษณะนี้มักเกิดกับพืชอวบน้ำ (Herbaceous plant) ที่เรียกว่าชั่วคราวเพราะว่าเกิดภายใต้สภาพอากาศที่มีแสงอาทิตย์ตลอดวันและอากาศร้อนหรือมีลมพัดแรง พอเวลาเย็นหรือกลางคืนอาการเหี่ยวจะหายไป ดังนั้นอาการเหี่ยวแบบนี้จึงเป็นอาการปกติที่มักจะเกิดขึ้น ถึงแม้ว่าดินจะมีความชื้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโต (Kramer, 1969 ; Treshow, 1970 ; Greulach and Adams, 1976 ; Mingcai *et al*., 2007 ; Guo *et al*., 2007)

2. อาการเหี่ยวถาวร (Permanent wilting) เป็นอาการเหี่ยวที่เกิดนานกว่าชนิดแรก เป็นลักษณะการขาดน้ำอย่างรุนแรง เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำในดินมีไม่เพียงพอ จึงทำให้การดึงดูดน้ำของรากลดลงทำให้ใบและลำต้นเกิดอาการเหี่ยวและฟุบตัวลง อาการนี้จะไม่หายไป ถึงแม้จะมีการให้น้ำแก่พืช (Kramer, 1969 ; Greulach and Adams, 1976 ; Sang-Hyun *et al*., 2006 ; Ergun *et al*., 2007)

อาการเหี่ยวของพืช ไม่ว่าจะเป็นแบบชั่วคราวหรือถาวรก็ตามถ้าเกิดขึ้นจะมีผลทำให้เกิด Physiological stress กิจกรรมของ Metabolism ถูกจำกัด เกิดการผิดปกติของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Anatomy) และรูปร่าง (Morphology) (Kramer, 1969 ; Treshow, 1970) สมยศ (2544) พบว่าตะไคร้ที่ขาดน้ำจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง ลำต้นแคระแกรน ความสูงลดลง มีการแตกกอน้อย รวมไปถึงการสะสมน้ำหนักแห้งมีค่าลดลงมาก ผลในลักษณะนี้ยังพบในพืชอื่นอีกหลายชนิดเช่น ถั่วเหลือง (สมยศ และ ธวัชชัย, 2542) กก (สมยศ และคณะ, 2541) งา (สมยศ, 2542) และถั่วพุ่ม (สมยศ และสมมารถ, 2543) เป็นต้น กระบวนการ Metabolism และการเจริญเติบโตระหว่างที่เกิด Water stress ขึ้นในพืช ในส่วนของ Protoplasm จะเกิดการหดตัว (Protoplasmic dehydration) ทำให้มีการลดกิจกรรมต่างๆ ทางสรีรวิทยาของเซลล์ เช่น การหายใจลดลง การขยายตัวของเซลล์ลดลง ทำให้ขนาดใบลดลง การยืดตัวของส่วนยอดและรากลดลง การสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้พืชเจริญเติบโตลดลง (Treshow, 1970 ; Pereyra *et al*., 2006 ; Qiang *et al*., 2006 ; Galmes *et al*., 2007 ; Zobayed *et al*., 2007)

อิทธิพลและความต้องการน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เมื่อพืชขาดน้ำการเจริญเติบโตทางลำต้นและการสะสมน้ำหนักแห้งจะมีค่าลดลง (สุทธิพร, 2524) เช่น จากการทดลองของ สมยศ (2542) พบว่าความถี่ของการให้น้ำแก่งามีผลต่อการเจริญเติบโตของงา ซึ่งงาที่ได้รับน้ำบ่อยครั้งกว่า คือ ทุก 3 วัน จะมีน้ำหนักแห้งรวมมากกว่างาที่ได้รับน้ำนานครั้ง คือ ทุก 7 วัน และเมื่อให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า การให้น้ำในปริมาณที่มาก คือ ครั้งละ 30 และ 40 มิลลิเมตร น้ำหนักแห้งรวมของงามีค่ามากกว่าการได้รับน้ำในปริมาณน้อย คือ 30 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับและเมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งรวมและผลผลิตเมล็ด พบว่าทั้งความถี่และปริมาณในการให้น้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับน้ำหนักแห้งรวมและผลผลิตเมล็ด

พืชที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลงจะมีผลทำให้พืชเกิดการขาดน้ำขึ้นได้ ในพืชหัวบางชนิดที่ขาดน้ำดังเช่น รายงานของ สมยศ (2542) พบว่า มันเทศที่ขาดน้ำจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตหัวเป็นอย่างมาก โดยผลผลิตหัวจะมีค่าลดลงเมื่อเกิดการขาดน้ำขึ้นในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต

วรวิทย์ (2531) รายงานว่าต้นกาแฟที่ปลูกอยู่ในสภาวะขาดน้ำเป็นเวลานานในช่วงฤดูแล้งมีผลทำให้พฤติกรรมของปากใบได้รับความกระทบกระเทือนในขณะที่ผลกำลังเจริญเติบโตและใช้อาหารในปริมาณมากจึงทำให้การพัฒนาของผลกาแฟเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์และยังส่งผลไปถึงการเจริญเติบด้วย

Cannel (1985) ขณะมีการพัฒนาของผลกาแฟจะมีการดึงอาหารไปสร้างที่ใบเป็นจำนวนมาก จึงทำให้อาหารไม่สามารถส่งไปยังรากได้เพียงพอและยังมีการนำเอาคาร์โบไฮเดรตซึ่งสะสมไว้ในกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไปใช้ด้วยทำให้อาหารในส่วนของลำต้นเกิดความไม่สมดุลเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด อาการตายมากขึ้น

ในถั่วพุ่มที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลงและและความถี่ในการให้น้ำหนักแห้งของราก ลำต้น ใบ และผลผลิตลดลง และยังมีผลต่อ อุณหภูมิใบที่เพิ่มขึ้น แต่ค่า Total stomata conductance และค่า Transpiration rate ลดลง (สมยศ และสมมารถ, 2543)ซึ่งการที่อุณหภูมิของใบสูงขึ้นเมื่อขาดน้ำ เกิดเมื่อพืชได้รับน้ำลดลงหรือขาดน้ำก็จะมีผลต่อศักยภาพของน้ำในใบที่ลดลง (Sivarkumar and Shaw, 1978) การคายน้ำจึงลดลง อุณหภูมิภายในใบจึงสูงขึ้น (Pandy *et al.*, 1984) สำหรับค่า Total stomata conductance และค่า Transpiration rate ที่ลดลงนั้นเนื่องมาจากทั้ง 2 ค่านี้มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าของอุณหภูมิใบ (Lawn, 1982) ผลที่ได้กล่าวมาทั้งหมดยังพบได้ในพืชอีกหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง (Turner and Burch, 1983) และทานตะวัน (Turner, 1986)เป็นต้น

สำหรับขมิ้นชันนั้นการปลูกในพื้นที่ชลประทานซึ่งได้รับปริมาณ และความถี่ในการให้น้ำที่สม่ำเสมอจะใช้ระยะเวลางอกเพียง 15 วัน แต่ถ้าปลูกแต่ในพื้นที่ที่อาศัยแต่น้ำฝนเพียงอย่างเดียวซึ่งมีความถี่และปริมาณการให้น้ำที่ไม่แน่นอนหรือมีน้อย จะใช้ระยะเวลาในการงอกถึง 30 วัน (รุ่งรัตน์ , 2540) และถ้าได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยเกินไป โดยเฉพาะหลังจากปลูกแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่ขมิ้นชันกำลังงอก ก็จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกต่ำ (วันดี, 2538 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541) อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวข้างต้นที่เกี่ยวกับขมิ้นชันยังมีน้อยมาก และการศึกษาถึงการตอบสนองของขมิ้นชันที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อการให้น้ำยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน ดั้งนั้นจึงทำการศึกษาครั้งนี้ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน
   1) จอบ เสียม
   2) บัวรดน้ำ
   3) ช้อนปลูก
   4) กรรไกร
   5) ถุงพลาสติกสีดำ
   6) มีด
   7) ถุงกระดาษเก็บตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์
   1) ตู้อบความร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ WTB binder รุ่น 7200 Tuttlingen
   2) เครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Adam รุ่น AFP-3100L
   3) เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter) ยี่ห้อ Li – COR รุ่น LI – 3100
   4) โพโรมิเตอร์ (Porometer) LI – COR รุ่น LI-1600 Steady state
   5) ถาดวัดการระเหยของน้ำ (American class A pan)
   6) เครื่องมือวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ยี่ห้อ Delta – T Logger รุ่น DL2e
   7) กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (Soil moisture can)

สถานที่ทำการทดลอง

แผนการทดลองเป็นการศึกษาถึงผลของปริมาณการให้น้ำชลประทานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block desing มีจำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองได้แก่ ปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันโดยใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำที่ให้ต่อการระเหย (Irrigation water to evaporation,IW/E) 5 อัตราดังนี้คือ

1. IW/E 0.1 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้งเท่ากับ 3 มิลลิเมตร
2. IW/E 0.3 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้งเท่ากับ 9 มิลลิเมตร
3. IW/E 0.5 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้งเท่ากับ 15 มิลลิเมตร
4. IW/E 0.7 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้งเท่ากับ 21 มิลลิเมตร
5. IW/E 1.0 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้งเท่ากับ 30 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

ปลูกขมิ้นชันลงในแต่ละแปลงย่อย ขนาด 2×3 เมตร จำนวนทั้งหมด 20 แปลง แปลงละ 150 ต้น ขมิ้นชันที่นำมาใช้ปลูกคัดเลือกเอาเหง้าแก่ที่มีอายุ 11-12 เดือน และตัดเป็นท่อนๆ ให้มีความยาวของเหง้าประมาณ 5 เซนติเมตร ซึ่งจะมีตาบนท่อนพันธุ์ประมาณ 2-3 ตา ปลูกลงในแปลงโดยมีความลึกประมาณ 5-7 เซนติเมตร ระยะปลูกที่ใช้คือ 20×20 เซนติเมตร หลังจากการปลูกในช่วงแรกต้องให้น้ำแก่ขมิ้นชันอย่างสม่ำเสมอทุก 2 วัน โดยควบคุมการให้น้ำในปริมาณที่จำกัด ครั้งละ 10 มิลลิเมตร การให้น้ำในปริมาณที่มากกว่านี้ ไม่ควรกระทำเพราะจะทำให้ท่อนพันธุ์เน่าได้ เมื่อขมิ้นชันอายุได้ 30 วัน ก็จะให้ปริมาณน้ำตามกำหนดไว้ในสิ่งทดลอง ช่วงเวลาของการให้น้ำคือให้น้ำในตอนเช้าที่มีลมสงบ ซึ่งการให้น้ำคือใช้บัวรดน้ำโดยมีการตวงน้ำตามปริมาณที่กำหนดและทำการรดน้ำอย่างสม่ำเสมอในทุกแปลงย่อย ปริมาณที่ให้ในแต่ละครั้งมีการบันทึกไว้ตั้งแต่หลังการปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยปริมาณน้ำที่ให้ได้จากค่าการระเหยของน้ำจากถาดระเหย American class A pan ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลอง ประมาณ 20 เมตร เป็นตัวกำหนดปริมาณและระยะเวลาการให้น้ำในแต่ละครั้ง ซึ่งวิธีการให้น้ำทุกวิธีการ เมื่อค่าการระเหยของน้ำจากถาดระเหยที่สะสมครบ 30 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีการให้น้ำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุก่อนการเก็บเกี่ยว 30 วัน จึงหยุดให้น้ำชดประทานซึ่งข้อมูลนี้จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของขมิ้นชัน และประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชัน

การเก็บข้อมูล

1. ตรวจวัดความสูงของลำต้นขมิ้นชันทุกเดือน ตั้งแต่หลังจากปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวคือที่อายุ 30, 60, 90, 120, 150และ180 วันหลังปลูก

2. ตรวจวัดจำนวนลำต้นต่อกระถาง น้ำหนักต้นแห้ง ใบแห้ง และดอกแห้ง และจำนวนหัวหรือเหง้าต่อกระถาง น้ำหนักเหง้าสดและแห้ง ของขมิ้นชันทุกเดือนตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

3. ตรวจวัดหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) ทุกเดือนตั้งแต่อายุ 30 วันหลังจากปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยการนำใบของขมิ้นชันมาวัดพื้นที่ใบ ทำโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบชนิด Automatic area meter model LI – 3100 และคำนวณตามวิธีของ Ghosh (2004) โดยใช้สูตรดังนี้

Leaf area index = LA/GA

เมื่อ LA = พื้นที่ใบทั้งหมด (Total leaf area)

GA = พื้นที่ดิน (Ground area)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน (Crop growth rate) ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวตามวิธีการของ Hunt (1978) โดยใช้สูตร

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

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

5. ตรวจวัดอุณหภูมิใบ (Leaf temperature) อัตราการคายน้ำจากใบ (Transpiration rate) และค่า Total conductance ของขมิ้นชัน เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 30, 60, 90, 120,150และ180 วันหลังปลูก โดยใช้เครื่องมือ LI – 1600 Steady state porometer โดยทำการสุ่มวัดใบ ที่มีการขยายตัวเต็มที่อยู่บริเวณตอนบนสุดของลำต้น วัดจำนวน 3 ใบ แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย

6. คำนวณหาค่า Relative water content ของใบขมิ้นชัน เมื่อขมิ้นชันมีอายุ 60,90,120 และ180 วันหลังปลูก โดยทำการตัดใบที่มีการขยายตัวเต็มที่และอยู่บริเวณบนสุดของลำต้นแล้วนำมาวัดหาจุดกึ่งกลางใบและทำเครื่องหมายไว้ และใช้ที่เจาะตาไก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ที่มีความคมตัดตรงบริเวณจุดกึ่งกลางใบที่ทำเครื่องหมายไว้ นำชิ้นส่วนตัวอย่างใบที่ได้ใส่ลงใน Capped micro-centrifuge tubes ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ทำการชั่งและจดบันทึกน้ำหนักสดของชิ้นส่วนตัวอย่างใบ (FW) แล้วนำชิ้นส่วนตัวอย่างใบออกมาใส่ลงใน Petri dish ที่ใส่น้ำกลั่นไว้ แช่ชิ้นส่วนตัวอย่างใบไว้เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง (Burrs and Weatherly.1962) ภายใต้ความเข้มแสง Fluorescent 30 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที หลังจากนั้นจึงนำชิ้นส่วนตัวอย่างใบออกมาและซับด้วยกระดาษกรอง แล้วนำชิ้นส่วนตัวอย่างใบมาใส่ลงใน Capped micro-centrifuge tubes อีกครั้ง ทำการชั่งและจดบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนตัวอย่างใบเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำ (TW)แล้วนำชิ้นส่วนตัวอย่างใบเข้าอบในตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงชั่งหาน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนตัวอย่างใบ (DW) และนำค่าที่ได้ทั้งหมดหักลบกับน้ำหนักของ Capped micro-centrifuge tubes แล้วจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดคำนวณตามวิธีของ Turner (1981) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ FW = น้ำหนักสดของใบที่ต้องการวัด

DW = น้ำหนักแห้งของใบ

TW = น้ำหนักของใบเมื่ออิ่มตัวไปด้วยน้ำ

7. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 30,60, 90,120,150และ180 วันหลังปลูก และช่วยเก็บเกี่ยวโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน} = \frac{\text{ดินเปียก} - \text{ดินแห้ง}}{\text{ดินแห้ง}} \times 100$$

8. ที่อายุ 210 วันหลังปลูกทำการตรวจสอบสารเคอร์คูมินอยด์ โดยทำการเก็บเกี่ยวเหง้าหรือแง่งของขมิ้นชันที่ได้จากแปลงย่อยต่าง ๆ จำนวน 20 แปลงย่อยนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณเคอร์คูมินอยด์ ตามวิธีการของ Thai Herbal Pharmacopoeia I (สมภพและคณะ, 2545) โดยมีวิธีการเตรียมดังต่อไปนี้คือ

8.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเคอคูมิน การเตรียมสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมินในตัวทำละลายเมทานอลในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 5 ความเข้มข้นคือ 0.8,1.6,2.4,3.2 และ 4.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absance) ที่ 420 นาโนเมตรนำค่าการดูดกลืนแสงไปเขียนกราฟมาตรฐาน (Plot standard curve) ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

8.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่างนำขมิ้นชันที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองนำไปอบให้แห้งและบดเป็นผงแล้วจึงชั่งผงขมิ้นชันตัวอย่าง 300 มิลลิกรัม (แต่ละตัวอย่างทำ 3 ซ้ำ) นำผงขมิ้นชันใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร เติมสารเตคตราไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) จนมีปริมาณครบ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้มาเจือจางจนได้สารละลายความเข้มข้น 0.024 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบหาค่าความเข้มข้นของเคอร์คูมินอยด์จากกราฟมาตรฐาน

9. ตรวจวัดปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันทั้งหมดในแต่ละครั้งและทุกๆ สิ่งทดลองเพื่อนำไปหาปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันทั้งหมด

10. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้จากสถานีตรวจอากาศของคณะเทคโนโลยีการเกษตร ทำการตรวจวัดทุกวัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลม อุณหภูมิของอากาศ และการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยของน้ำ (American class A pan) เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการคำนวณหา ปริมาณการใช้น้ำของขมิ้นชัน ตามวิธีการของ Doorenbos and Pruilt (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SAS เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยใช้ค่า Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (Thorsted *et al.*, 2006) หลังจากนั้นทำกราฟ ตาราง และรายงานผลการทดลอง

3.2 ผลการวิจัย

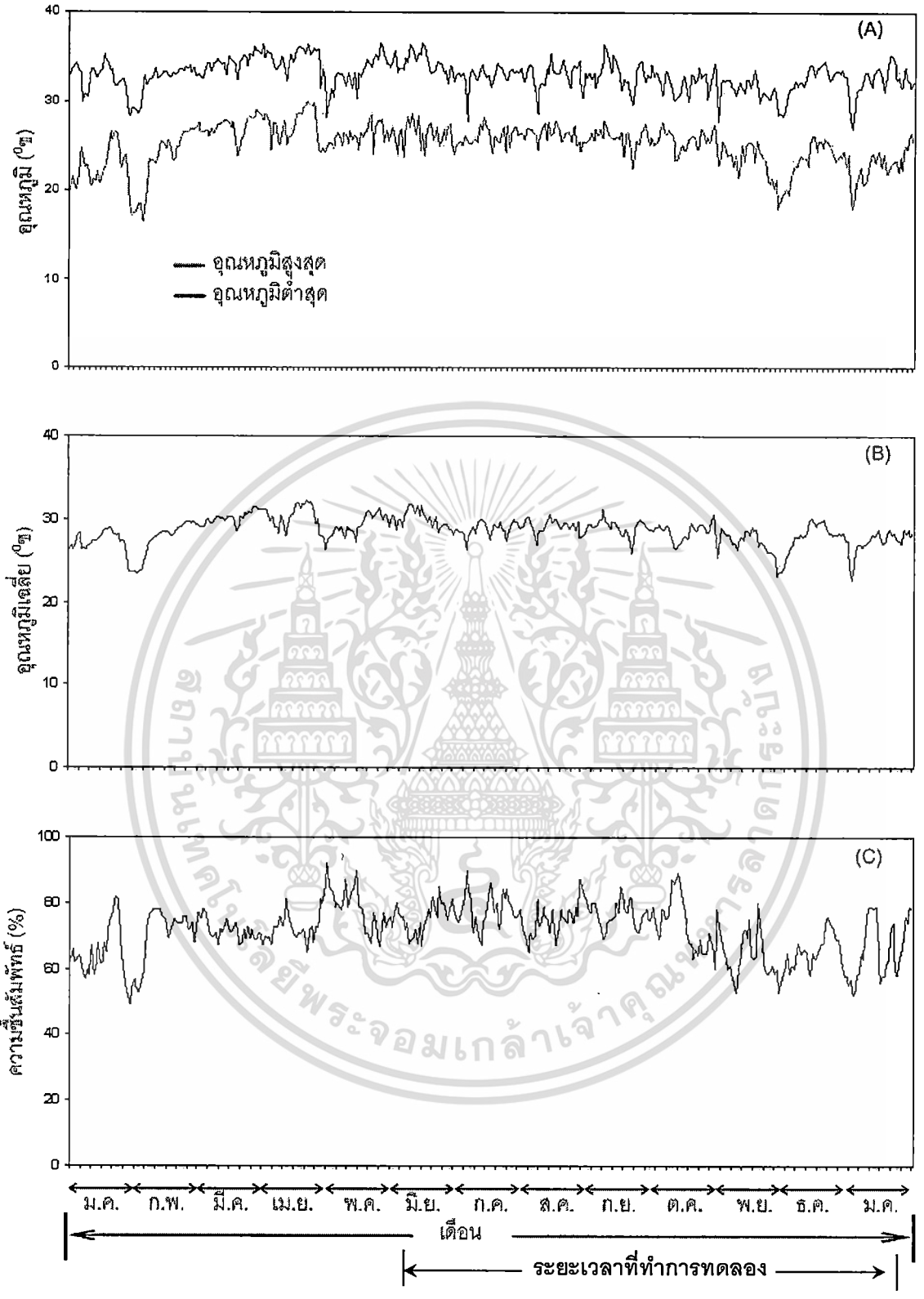
สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศ (ภาพที่ 1A) มีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 โดยมีค่าอุณหภูมิ เท่ากับ 36.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โดยมีอุณหภูมิ เท่ากับ 18.00 องศาเซลเซียส สำหรับค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในช่วง ระหว่างการทดลองเท่ากับ 23.20 ถึง 31.80 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1B)

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ย (ภาพที่ 1C) ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยประมาณ 71.69 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2550 โดยมีค่าเท่ากับ 49 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 โดยมีค่าเท่ากับ 92 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 2) ที่ตกลงมาขณะทำการทดลอง ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 และช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม พ.ศ. 2551 เป็นช่วงที่มีความถี่ในการตกของฝนน้อยมาก โดยมีปริมาณน้ำฝนที่ตกประมาณ 36.1 และ 42.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับในเดือนมิถุนายน เป็นช่วงกลางของฤดูปลูกซึ่งมีความถี่ในการตกของฝนบ่อยครั้ง โดยปริมาณน้ำฝนที่ตกในเดือนนี้ประมาณ 360 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามตลอดช่วงฤดูปลูกมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทั้งหมดมีปริมาณมากถึง 1884.7 มิลลิเมตร

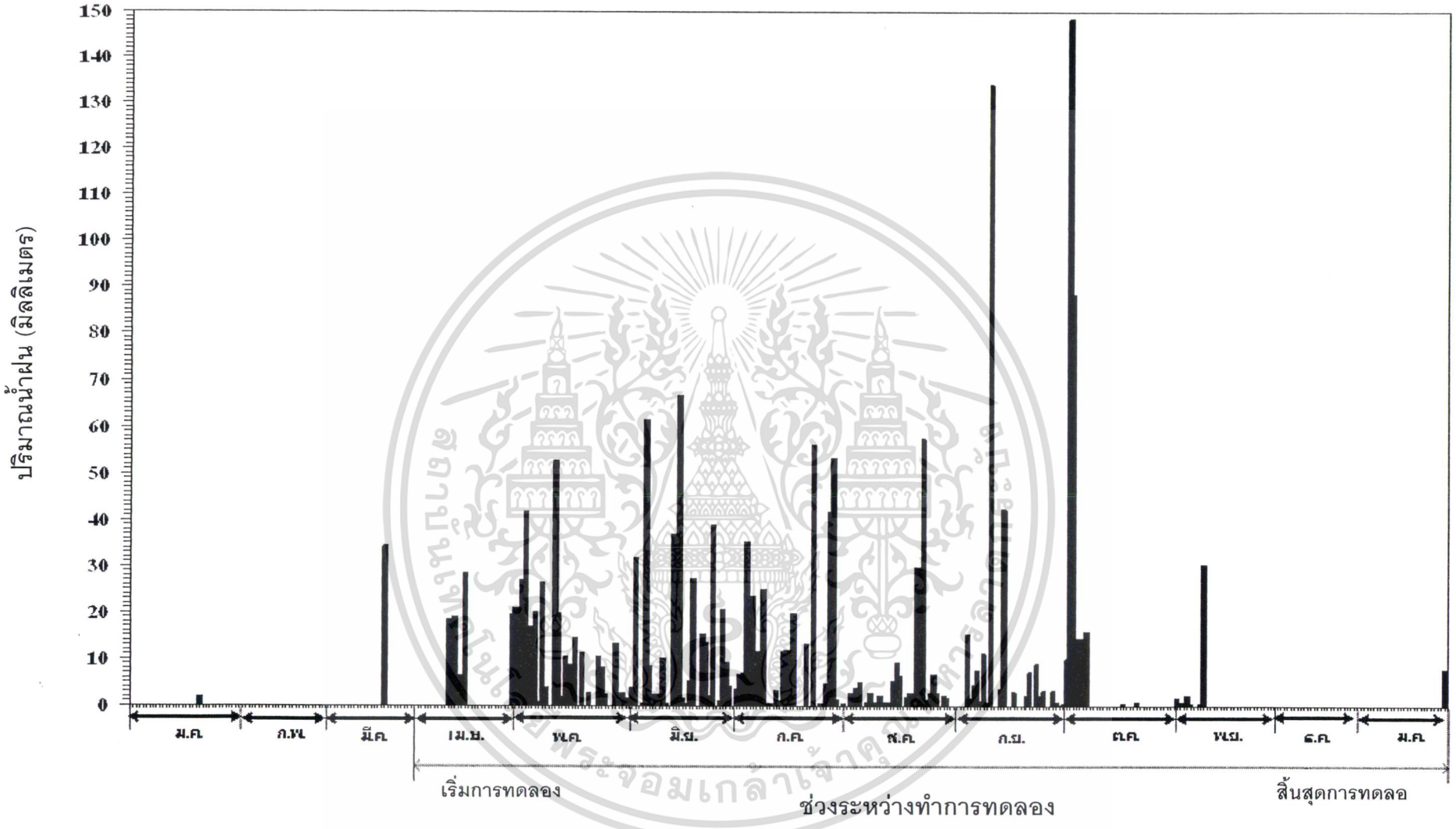
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศ (A) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ (B) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (C) ในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83851



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (มม.) ในช่วงที่ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2551

ลักษณะทางสรีรวิทยาของขมิ้นชันเมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำในใบ (Relative water content)

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำภายในใบของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 1) ที่อายุ 180 วันหลังปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 จะมีปริมาณน้ำในใบมากที่สุดเท่ากับ 85.08 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อลดปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันลง (IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3) ขมิ้นชันก็จะมีปริมาณน้ำในใบลดลง (84.62, 79.42 และ 74.50 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 จะมีปริมาณในใบมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 73.21 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำในใบ (Relative water content) (เปอร์เซ็นต์) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	79.63	78.30	73.26	82.77	80.05	73.21
IW/E 0.3	79.65	77.21	74.32	89.28	84.81	74.50
IW/E 0.5	84.57	81.55	79.21	89.72	85.72	79.42
IW/E 0.7	79.61	85.25	85.42	90.21	87.51	84.62
IW/E 1.0	80.87	89.17	88.47	91.70	88.31	85.08
ค่าเฉลี่ย	80.87	82.29	80.136	88.74	85.28	79.37
LSD(0.05)	ns	10.96	9.63	3.97	7.32	14.44
CV(%)	4.88	8.64	9.63	12.38	5.57	11.81

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิใบ (Leaf temperature)

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่ออุณหภูมิใบของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 2) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 ขมิ้นชันจะมีค่าอุณหภูมิใบสูงที่สุดเท่ากับ 35.60 องศาเซลเซียส และเมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันมากขึ้น (IW/E 0.3 , IW/E 0.5 และ IW/E 0.7) ขมิ้นชันก็จะมีอุณหภูมิใบลดลงตามลำดับ (34.47, 34.42 และ 33.92 องศาเซลเซียส) ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 อุณหภูมิใบจะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 33.57 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 อุณหภูมิใบ (Leaf temperature) (องศาเซลเซียส) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	37.27	35.72	35.97	35.32	37.52	35.60
IW/E 0.3	39.11	34.40	34.57	34.82	37.07	34.47
IW/E 0.5	39.17	34.12	34.40	33.62	35.80	34.42
IW/E 0.7	39.40	33.22	33.55	32.95	35.45	33.92
IW/E 1.0	38.07	32.65	33.07	32.82	35.07	33.57
ค่าเฉลี่ย	38.60	34.02	34.31	33.91	36.18	34.40
LSD(0.05)	ns	0.82	0.72	0.65	0.91	0.68
CV(%)	3.78	1.57	1.38	1.24	1.64	1.28

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

อัตราการคายน้ำจากใบ(Transpiration rate)

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการคายน้ำจากใบของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 3) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก ขมิ้นที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุดคือ IW/E 1.0 จะมีอัตราการคายน้ำจากใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.68 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และเมื่อลดปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันลงขมิ้นชันขมิ้นชันก็จะมีอัตราการคายน้ำจากใบลดลงตามลำดับ (IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3) ขมิ้นที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 จะมีอัตราการคายน้ำจากใบมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.49 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อัตราการคายน้ำจากใบ (Transpiration rate) (ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	0.52	0.72	0.82	1.49	1.40	1.49
IW/E 0.3	0.72	1.63	1.71	2.75	2.95	1.85
IW/E 0.5	0.58	1.47	1.82	3.36	3.50	2.26
IW/E 0.7	0.65	2.11	2.16	3.51	3.57	3.03
IW/E 1.0	0.66	2.14	2.24	4.55	4.72	3.68
ค่าเฉลี่ย	0.62	1.62	1.64	3.13	3.23	2.46
LSD(0.05)	ns	1.21	1.22	1.78	1.72	1.38
CV(%)	31.99	32.83	31.65	36.98	34.70	36.46

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

Total stomata conductance

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า Total stomata conductance ของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 4) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก ขมิ้นที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุดคือ IW/E 1.0 จะมีค่า Total stomata conductance สูงที่สุดเท่ากับ 11.63 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และเมื่อลดปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันลงขมิ้นชันก็จะมีค่า Total stomata conductance ลดลงตามลำดับ (IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3) ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำน้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 จะมีค่า Total stomata conductance ต่ำที่สุดเท่ากับ 5.19 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 Total stomata conductance (มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	1.29	2.01	2.65	2.77	3.27	5.19
IW/E 0.3	1.40	7.01	7.32	7.45	8.81	5.38
IW/E 0.5	1.13	5.57	7.76	9.08	9.63	5.82
IW/E 0.7	1.20	7.10	8.60	9.27	9.75	8.09
IW/E 1.0	1.35	8.06	8.98	10.11	10.42	11.63
ค่าเฉลี่ย	1.27	5.95	7.06	7.74	8.37	7.22
LSD(0.05)	ns	3.05	2.18	2.35	2.55	4.91
CV(%)	33.14	33.34	20.02	19.73	19.80	44.11

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตทางลำต้นของขมิ้นชันเมื่อปลูกโดยได้รับน้ำปริมาณที่แตกต่างกัน

ความสูง (Plant height)

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อความสูงของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 5) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่สุด IW/E 1.0 จะมีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 40.20 เซนติเมตร และเมื่อลดปริมาณการให้น้ำแก่ขมิ้นชันลง (IW/E 0.7, IW/E 0.5 และIW/E 0.3) ขมิ้นชันก็จะมีความสูงลดลงตามลำดับ (38.17, 35.77 และ 31.50 เซนติเมตร) ขมิ้นที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด คือ IW/E 0.1 จะมีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 29.37 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันกับความสูงของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณ IW/E 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความสูง (เซนติเมตร) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	13.25	15.52	24.37	25.16	28.25	29.37
IW/E 0.3	14.50	21.25	29.12	30.00	30.75	31.50
IW/E 0.5	13.25	18.62	32.25	33.83	35.75	35.77
IW/E 0.7	13.75	23.50	32.62	34.00	37.50	38.17
IW/E 1.0	14.12	24.00	35.75	36.00	37.75	40.20
ค่าเฉลี่ย	13.77	18.46	30.82	31.80	34.00	35.00
LSD(0.05)	ns	6.62	8.32	9.02	5.28	3.38
CV(%)	13.53	20.96	17.53	10.60	10.09	6.26

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

จำนวนต้น (Corm let number)

ปริมาณน้ำที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนต้นของขมิ้นชันซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 6) ยกเว้นช่วงแรกของการเจริญเติบโต (ที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก) ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 180 วันหลังปลูกพบว่าปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 ขมิ้นชันจะมีจำนวนต้นต่อหลุมเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.50 ต้นต่อหลุม และจำนวนต้นจะมีค่าลดลงเป็น 4.25, 3.50 และ 2.50 ต้นต่อหลุม ตามปริมาณน้ำที่ลดลง คือ IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 ที่ให้แก่ขมิ้นชันพบว่าขมิ้นชันมีจำนวนต้นต่อหลุมเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 2.00 ต้นต่อหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 จำนวนต้น (ต้นต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	1.25	1.50	1.50	1.50	1.75	2.00
IW/E 0.3	1.00	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
IW/E 0.5	1.00	1.50	2.75	3.00	3.25	3.50
IW/E 0.7	1.25	1.50	3.25	3.75	4.00	4.25
IW/E 1.0	1.00	1.25	3.75	4.00	4.25	4.50
ค่าเฉลี่ย	1.00	1.45	2.60	2.85	3.10	3.35
LSD(0.05)	ns	ns	0.97	1.40	1.08	1.05
CV(%)	29.92	34.48	24.32	32.03	22.80	20.39

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index)

ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าดัชนีพื้นที่ใบให้มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตางรางที่ 7) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับปริมาณน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 11.17 และดัชนีพื้นที่ใบมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการให้น้ำลดลงคือ IW/E 0.7 , IW/E 0.5 และ IW/E 0.3 ตามลำดับและดัชนีพื้นที่ใบจะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 3.67 เมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดเท่ากับ IW/E 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	0.28	1.02	2.42	3.12	3.51	3.67
IW/E 0.3	0.28	1.17	3.71	4.77	6.90	7.14
IW/E 0.5	0.23	2.25	4.80	7.07	7.74	7.95
IW/E 0.7	0.22	2.50	5.41	9.39	9.40	9.73
IW/E 1.0	0.25	2.50	6.12	10.40	10.99	11.17
ค่าเฉลี่ย	0.25	1.71	4.49	6.95	7.71	7.93
LSD(0.05)	ns	1.09	1.83	2.43	1.84	1.73
CV(%)	20.14	41.45	26.49	18.59	15.57	14.14

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักใบแห้ง (Leaf dry weight)

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันแก่ขมิ้นชันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 8) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก การสะสมน้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด คือ IW/E 1.0 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 27.37 กรัมต่อหลุม และเมื่อขมิ้นได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง (IW/E 0.7 ,IW/E 0.5 และIW/E 0.3) การสะสมน้ำหนักแห้งของใบขมิ้นชันก็มีค่าลดลงตามลำดับ (20.94, 16.26 และ 12.99 กรัมต่อหลุม) ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด คือ IW/E 0.1 จะมีน้ำหนักใบแห้งที่น้อยที่สุดเท่ากับ 10.45 กรัมต่อหลุม เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุด คือ IW/E 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	0.46	2.29	4.53	6.43	9.92	10.45
IW/E 0.3	0.42	1.97	6.76	8.64	12.76	12.99
IW/E 0.5	0.33	2.83	8.35	12.22	14.67	16.26
IW/E 0.7	0.38	3.75	9.84	16.61	18.83	20.94
IW/E 1.0	0.39	4.30	11.50	18.35	22.89	27.37
ค่าเฉลี่ย	0.40	3.03	8.19	12.45	15.81	17.60
LSD(0.05)	ns	1.63	2.74	3.32	3.95	6.06
CV(%)	24.49	34.92	21.69	14.18	16.23	22.35

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักต้นแห้ง (Stem dry weight)

การได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันของขมิ้นชันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30วันหลังปลูก (ตารางที่ 9) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก การสะสมน้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณสูงสุด คือ IW/E 1.0 ค่ามากที่สุดเท่ากับ 12.90 กรัมต่อหลุม และเมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณลดลง (IW/E 0.7 , IW/E 0.5 และIW/E 0.3) การสะสมน้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันก็ลดลงตามลำดับ (11.86, 10.29 และ 7.61 กรัมต่อหลุม) ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด คือ IW/E 0.1 จะมีน้ำหนักต้นแห้งที่มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 6.17 กรัมต่อหลุม เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	0.81	2.06	2.64	4.57	5.21	6.17
IW/E 0.3	0.61	2.13	4.42	5.94	7.54	7.61
IW/E 0.5	0.61	2.54	5.73	8.49	9.01	10.29
IW/E 0.7	0.48	3.73	6.45	11.69	11.74	11.86
IW/E 1.0	0.62	4.43	7.63	12.20	12.42	12.90
ค่าเฉลี่ย	0.62	2.98	5.37	8.58	9.18	9.76
LSD(0.05)	ns	1.78	2.09	2.48	2.65	2.25
CV(%)	34.83	38.96	25.33	15.37	18.73	14.99

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

จำนวนเหง้า

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนเหง้าของขมิ้นชันซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 10) ยกเว้นช่วงแรกของการเจริญเติบโต (ที่อายุ 30 วันหลังปลูก) ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 180 วันหลังปลูก พบว่าปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 ขมิ้นชันจะมีจำนวนเหง้าต่อหลุมเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 26.25 เหง้าต่อหลุม และเมื่อให้น้ำแก่ขมิ้นชันในปริมาณที่ลดลง (IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3) จำนวนเหง้าของขมิ้นชันก็จะมีค่าลดลงตามลำดับ (25.75, 24.75 และ 20.50 เหง้าต่อหลุม) ส่วนที่ปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 ที่ให้แก่ขมิ้นชันพบว่าขมิ้นชันจะมีจำนวนเหง้าต่อหลุมเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 15.75 เหง้าต่อหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 จำนวนเหง้า (เหง้าต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	2.0	1.50	4.75	9.00	14.75	15.75
IW/E 0.3	2.25	2.75	5.75	12.25	19.50	20.50
IW/E 0.5	2.00	4.00	6.25	14.75	21.25	24.75
IW/E 0.7	1.75	4.00	7.00	16.25	22.75	25.75
IW/E 1.0	1.75	4.75	8.50	18.25	23.50	26.25
ค่าเฉลี่ย	1.95	3.40	6.45	14.10	20.35	22.60
LSD(0.05)	ns	1.46	1.68	3.28	3.16	3.73
CV(%)	32.76	28.03	16.92	15.10	10.08	10.71

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเหง้าสด

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันแก่ขมิ้นชันมีผลต่อน้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก (ตารางที่ 11) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0 จะมีน้ำหนักเหง้าสดสูงที่สุดเท่ากับ 435.42 กรัมต่อหลุม และเมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง (IW/E 0.7, IW/E 0.5และ IW/E 0.3) น้ำหนักเหง้าสดของขมิ้นชันก็จะมีค่าลดลงตามลำดับ (322.56, 256.12 และ 222.88 กรัมต่อหลุม) ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 จะมีน้ำหนักเหง้าสดน้อยที่สุดเท่ากับ 180.32 กรัมต่อหลุม เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุด IW/E 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 น้ำหนักเหง้าสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	15.38	17.17	59.89	87.86	168.74	180.32
IW/E 0.3	10.75	11.53	71.77	137.97	177.75	222.88
IW/E 0.5	11.57	15.51	83.67	149.45	215.94	256.12
IW/E 0.7	16.17	16.96	96.13	208.51	240.24	322.56
IW/E 1.0	11.73	17.39	120.28	233.19	288.78	435.42
ค่าเฉลี่ย	13.12	15.71	86.34	163.39	218.29	283.45
LSD(0.05)	ns	ns	37.92	63.72	65.00	69.76
CV(%)	42.35	26.65	28.51	20.71	19.32	15.97

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเหง้าแห้ง

การให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักเหง้าแห้งของขมิ้นชันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก (ตารางที่ 12) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก พบว่าเมื่อให้น้ำแก่ขมิ้นชันในปริมาณมากที่สุดคือ IW/E 1.0 ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าแห้งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 61.55 กรัมต่อหลุม และเมื่อให้น้ำแก่ขมิ้นชันในปริมาณที่ลดลงตั้งแต่ IW/E 0.7,IW/E 0.5 และ IW/E 0.3 พบว่าน้ำหนักเหง้าแห้งของขมิ้นชันมีค่าลดลงเท่ากับ 52.21 , 37.80 และ 26.15 กรัมต่อหลุม ตามลำดับและปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันน้อยที่สุดคือ IW/E 0.1 ขมิ้นชันมีน้ำหนักเหง้าแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 25.10 กรัมต่อหลุม เมื่อเปรียบเทียบกันกับน้ำหนักเหง้าแห้งของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุดคือ IW/E 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 น้ำหนักเหง้าแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	1.29	1.54	2.42	10.32	18.24	25.10
IW/E 0.3	1.38	1.63	3.71	15.76	20.37	26.15
IW/E 0.5	1.38	1.81	4.80	18.03	27.14	37.80
IW/E 0.7	1.67	1.81	5.42	27.57	29.79	52.21
IW/E 1.0	1.28	2.33	6.12	33.01	37.90	61.55
ค่าเฉลี่ย	1.40	1.82	4.49	20.94	26.69	40.56
LSD(0.05)	ns	ns	1.83	10.84	8.45	12.43
CV(%)	46.05	31.71	26.49	27.51	20.56	19.90

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม

ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางที่ 13) ที่อายุ 180 วันหลังปลูก การสะสมน้ำหนักแห้งรวมของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุดคือ (IW/E 1.0)มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 101.83 กรัมต่อหลุม และมีค่าลดลง (IW/E 0.7 , IW/E 0.5 และ IW/E 0.3) ตามปริมาณน้ำที่ลดลงตามลำดับ (85.02, 64.35 และ 46.75 กรัมต่อหลุม) ส่วนที่ปริมาณน้ำน้อยที่สุดที่ขมิ้นชันได้รับ คือ IW/E 0.1 ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 41.72 กรัมต่อหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	4.14	7.05	15.74	21.33	33.37	41.72
IW/E 0.3	3.11	6.96	21.30	30.35	40.67	46.75
IW/E 0.5	2.69	8.08	24.80	38.75	50.82	64.35
IW/E 0.7	2.86	10.63	29.54	55.88	60.37	85.02
IW/E 1.0	2.69	13.11	34.78	63.57	73.21	101.83
ค่าเฉลี่ย	3.10	9.17	25.23	41.98	51.69	67.93
LSD(0.05)	ns	3.57	8.22	14.29	11.12	17.60
CV(%)	32.87	25.33	21.16	18.08	13.96	16.81

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่ช่วงอายุ 0-30 วันหลังปลูก (ตาราง ที่ 14) ขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (IW/E 1.0) มีอัตราเจริญเติบโตสูงที่สุด และมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด (IW/E 0.1) จะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด โดยที่ช่วงอายุ 90-120 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (IW/E 1.0) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเท่ากับ 21.78 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด(IW/E 0.1) มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเท่ากับ 3.97 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน) ของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180
IW/E 0.1	3.45	3.52	7.24	3.97	5.22	7.16
IW/E 0.3	2.59	3.21	11.95	7.72	6.33	8.19
IW/E 0.5	2.24	4.49	13.93	11.49	9.37	12.09
IW/E 0.7	2.38	6.47	15.76	16.70	10.71	18.01
IW/E 1.0	2.24	8.68	18.05	21.78	13.57	19.30
ค่าเฉลี่ย	2.58	5.27	13.38	12.33	9.04	12.95
LSD(0.05)	ns	3.56	9.07	6.33	6.22	11.64
CV(%)	32.87	45.74	43.97	33.35	44.68	28.34

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของแปลงปลูกขมิ้นชัน (ตารางที่ 15) พบว่า ความชื้นในดินในช่วงแรกของการเจริญเติบโตที่อายุ 30 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อเริ่มมีการให้น้ำตามสิ่งทดลองที่กำหนด ก็พบว่าในแปลงปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (IW/E 1.0) จะมีความชื้นในดินมากที่สุด และในแปลงปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง ก็มีผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าลดลงตามลำดับ ส่วนในแปลงปลูกขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด (IW/E 0.1) ความชื้นในดินก็มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุพืชหลังปลูก(วัน)					
	30	60	90	120	150	180
IW/E 0.1	27.88	22.33	26.36	23.73	24.85	22.00
IW/E 0.3	24.82	22.60	27.59	37.67	30.35	32.44
IW/E 0.5	25.36	23.38	28.46	40.38	33.02	39.30
IW/E 0.7	26.88	27.78	28.65	41.50	34.60	40.92
IW/E 1.0	25.14	28.80	28.97	44.13	41.22	42.22
ค่าเฉลี่ย	26.02	24.98	28.00	37.48	32.81	35.38
LSD(0.05)	ns	4.99	0.90	7.33	6.20	5.56
CV(%)	19.69	12.95	2.08	10.38	12.26	10.21

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันมีผลต่อค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชัน (ตารางที่ 16) ในช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณมากที่สุด (IW/E 1.0) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดเท่ากับ 2.69 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร และค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของขมิ้นชันมีค่าลดลงเป็นลำดับเท่ากับ 2.42, 1.94 และ 1.62 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร เมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลงเป็น IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3 ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (IW/E 0.1) มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 1.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร

ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์

ปริมาณน้ำที่ให้แก่ขมิ้นชันมีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าของขมิ้นชัน (ตารางที่ 16) ในช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่าขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุด (IW/E 1.0) มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.27 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม และปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับเท่ากับ 2.42, 2.75 และ 3.47 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม เมื่อขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลงเป็น IW/E 0.7, IW/E 0.5 และ IW/E 0.3 ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณน้อยที่สุด (IW/E 0.1) มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าสูงที่สุดเท่ากับ 3.80 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพการใช้น้ำและปริมาณสารเคอร์คูนอยด์ของขมิ้นชัน เมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร)	ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม)
IW/E 0.1	1.50	3.80
IW/E 0.3	1.62	3.47
IW/E 0.5	1.94	2.75
IW/E 0.7	2.42	2.42
IW/E 1.0	2.69	2.27
ค่าเฉลี่ย	2.03	2.94
LSD (0.05)	0.50	0.09
CV (%)	16.13	2.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองนี้พอสรุปได้ว่า ขมิ้นชันเมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นโดยตรง กล่าวคือ ขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ได้รับค่อนข้างมาก (IW/E 1.0) ขมิ้นชันจะมีการเจริญเติบโตของลำต้นที่ดี มีการสะสมน้ำหนักแห้งของลำต้นและให้ผลผลิตเหง้าขมิ้นชันสูงสุด ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ลดน้อยลงมีผลทำให้ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตลดลงตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ได้รับน้ำปริมาณที่น้อยที่สุด (IW/E 0.1) ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเหง้าขมิ้นชันต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรวิทย์ ยิ่งสวัสดิ์ และ บัวบาง ยะอูป. 2536. การวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร และเครื่องเทศ. หน้า 11-22. ใน รายงานการสัมมนาผลการดำเนินโครงการวิจัย KIP ประจำปี2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันดี กฤษณพันธ์ 2538. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 112-116.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะการขาดน้ำในการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สถาบันการแพทย์ไทย. 2540. การแพทย์ไทยกับกรดูแลสุขภาพของผู้ป่วยและผู้ติดเชื้อเอดส์. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.

สมพร ภูติยานันต์. 2546. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย. โรงพิมพ์ตุลย์การพิมพ์. เชียงใหม่.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2528. การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตงา 2 พันธุ์ ภายใต้การให้น้ำระดับต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2542. การตอบของมันเทศ 3 พันธุ์ต่อการขาดน้ำในสภาพไร่. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 3-9.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล และ สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2543. ผลของการให้น้ำในระดับที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม. ใน การประชุมวิชาการของมาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2543. หน้า 300-308.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน. 2541. มาตรฐานสมุนไพรไทย ขมิ้นชัน.โรงพิมพ์ ร.ส.พ. กรุงเทพฯ.

สุทธิพร อนันต์สุชาติกุล. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

องอาจ หาญชาญเลิศ และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2539. การศึกษาต้นทุนและผลผลิตสดของขมิ้นชัน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2544. ระบบการปลูกพืชและการวิจัยพัฒนาระบบการทำฟาร์ม สู่ถาวรภาพของการเกษตรกรรม. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ . 165 น.

อรพินท์ เทพเสน. 2543. การระบุและจัดหมวดหมู่พืชสกุลขมิ้นโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เรณูวิทยา และเซลล์วิทยา. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

Burtt, B.L. and Smith, R.M. 1983. Zingiberaceae A Revised Handbook to the Flora and Ceylon Vol.4. A.A.Balkema. Rotterdam.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sang-Hyun, L., Jin-Ho, C., Wol-Soo, K., Tae-Ho H., Ong-Seo, P., and Gemma., H. 2006. Effect of soil water stress on the development of stone cells in pear (*Pyrus pyrifolia cv.* '*Niitaka*') flesh. Scientia Horticulturae. 110: 247–253.

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.

Threshow, M. 1970. Environment and plant response. McGraw Hill. New York.

Turner, F.T. and Burch, G.N. 1983. Crop-Water Relation, in Rice. John Willey & Sons. New York.

Turner, N.C. 1986. Adaptation to water deficits : A change in perspective. Aust. J. Plant Physio. 13 : 175-190.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้