ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชัน

Study of Optimum Plant Spacing on Increasing Yield of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.)

โดย

นางสาวรัตน์พิรุณ กรุณวงษ์
นางสาวหงส์ลดา นาคฉ่ำ

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(รศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 14 เดือน มี.ค. พ.ศ. ๒๕๔๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง : การศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชัน
: Study of Optimum Plant Spacing on Incresing Yield of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.)
โดย : นางสาวรัตน์พิรุณ กรุณวงษ์
: นางสาวหงษ์ลดา นาคฉ่ำ
สาขา : พืชไร่
ภาค : เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล

บทคัดย่อ

ระยะปลูกบางครั้งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดต่อการประสบความสำเร็จในการให้ผลผลิตขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ของประเทศไทย อย่างไรก็ตามความรู้ถึงการตอบสนองของขมิ้นชันต่อระยะปลูกที่แตกต่างกันในสภาพไร่ยังมีน้อยมาก ดังนั้นจุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบถึงผลของระยะปลูกที่แตกต่างกัน 9 ระยะปลูก ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้นชัน ทำการปลูกขมิ้นชันที่ไร่ทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ.2546 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ.2547 โดยใช้ 9 ระยะปลูกดังต่อไปนี้ คือ 20 x 20, 25 x 25, 30 x 30, 35 x 35, 40 x 40, 45 x 45, 50 x 50, 55 x 55 และ 60 x 60เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่า ระยะปลูกที่แตกต่างกันมีผลเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน ระยะปลูกที่แคบ(20 x 20 เซนติเมตร) จะเพิ่มความสูงของขมิ้นชัน แต่อัตราการเจริญเติบโต , จำนวนลำต้น และน้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อหลุมมีค่าลดลง อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเหง้าแห้งของขมิ้นชัน (กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าสูงสุดเมื่อใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ในขณะที่ใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะให้ผลผลิตต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Study of Optimum Plant Spacing on Incresing Yield of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.)

Anthor : Miss Ratpiroon Karoonwong

Miss Honglada Nakcham

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Somyot Detpiratmongkol

ABSTRACT

Plant spacing is perhaps the most importance aspects of successful Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) production in Thailand. However, little is known of the responses of field-grown Turmeric to differences in plant spacing. So, the aim of this study to investigate the effects of different nine spacing patterns on growth and yield of Turmeric. Turmeric was planted by nine spacing patterns (20 x 20, 25 x 25, 30 x 30, 35 x 35, 40 x 40, 45 x 45, 50 x 50, 60 x 60 centimeters, respectively) at the experimental field of Faculty of Agricultural Technology , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, during June 2003 to January 2004. The results were shown that different plant spacing was great effected on growth and yield of Turmeric. Narrowest plant spacing (20 x 20 centimeters) increased plant height, but decreased plant growth rate, stem number and total dry weight per hill. However, Turmeric rhizome dry weight yield (kg per rai) of the 20 x 20 centimeter spacing was the highest whereas the 60 x 60 centimeter spacing was the lowest.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบคุณ รศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล และอาจารย์ธวัชชัย อุบลเกิด ที่กรุณาให้คำแนะนำ และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ รวมทั้งตรวจ และแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี-การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทางภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ได้ให้ความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และ คุณศักดิ์สิริ บางทิพย์ (นักศึกษาปริญญาโท สาขาพืชไร่) คุณปุณย์จรีย์ ติยะบุตร คุณวิมลวรรณ ตันบุญจิตต์ คุณวงศ์วิไล ใจเทียมศักดิ์ คุณทัชชา ช่วยชู คุณศิริวรรณ ศรีศิริ (นักศึกษาปริญญาตรี สาขาพืชไร่) พี่ม่อน พี่บอย พี่ชัย พี่ต่อเนื่องภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ตลอดจนพี่ ๆ คนงานพืชไร่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

รัตน์พิรุณ กรุณวงษ์
หงส์ลดา นาคฉ่ำ
พฤษภาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญรูป	ข
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	14
วิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูง (เซนติเมตร) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	19
2	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	20
3	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	21
4	ดัชนีพื้นที่ใบ (เซนติเมตร^2) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	22
5	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	23
6	น้ำหนักเหง้ารองสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	24
7	น้ำหนักเหง้ารองแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	25
8	น้ำหนักเหง้ารองแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	26
9	อัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารอง (กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	27
10	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	28
11	อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	29
12	ดัชนีเก็บเกี่ยวขมิ้นชันของขมิ้นชันเมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	30
13	จำนวนลำต้นต่อหลุม (ต้นต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	31
14	จำนวนเหง้าต่อหลุมของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด (A), ความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ (B), ความเข้มของแสงแดด(C) และ การระเหยของน้ำ (D) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2546 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2547	15
2	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ในระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2547	16
3	ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ในแปลงทดลองขมิ้นชัน ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ.2547	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ขมิ้นชัน เป็นพืชสมุนไพรที่จัดว่ามีความสำคัญมาก เพราะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น ใช้เป็นยารักษาโรคได้หลายชนิด ใช้เป็นเครื่องเทศ และแต่งสี เป็นต้น ในปัจจุบันมีการขยายพื้นที่การเพาะปลูกขมิ้นชันเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำมาใช้ในเชิงการค้า ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมที่มีการปลูกขมิ้นชันเพียงเพื่อเป็นพืชสวนครัว หรือพืชสมุนไพรตามบ้านเรือนเท่านั้น ปริมาณความต้องการขมิ้นชันมีน้อยมักจะใช้กันในครัวเรือน ส่วนการเพาะปลูกขมิ้นชันก็มักเป็นแปลงเล็ก ๆ หรือมีการปลูกแซมร่วมกันกับพืชสมุนไพรหรือพืชสวนครัวชนิดอื่น ๆ การจัดการหรือการดูแลรักษามีน้อยมาก แต่ในปัจจุบันเมื่อตลาดมีความต้องการใช้สมุนไพรเพิ่มมากขึ้น ขมิ้นชันก็เป็นพืชหนึ่งที่อยู่ในความสนใจและเป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งพบว่ามีประมาณความต้องการใช้ขมิ้นชันประมาณ 220 ตันต่อปี และมีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในรูปขมิ้นผงมากถึง 200 ตันต่อปี (นที, 2543) ดังนั้นจึงทำให้เกษตรกรเริ่มหันมาปลูกขมิ้นชันเป็นแปลงขนาดใหญ่และปลูกกันเป็นการค้ามากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกขมิ้นชันเมื่อมีการขยายพื้นที่ปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ จึงประสบกับปัญหาในแง่ของการจัดการเป็นอย่างมาก ปัญหาหนึ่งที่พบก็คือเกษตรกรในแต่ละจังหวัดก็มีการใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันไป ซึ่งไม่มีการกำหนดไว้เป็นที่แน่นอน เกษตรกรบางพื้นที่ใช้ระยะปลูกที่แคบมาก ขมิ้นชันจะมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดี ขนาดของลำต้นเล็ก มีการแตกกิ่งน้อย มีการลงหัวหรือเหง้าน้อยและเหง้ามีขนาดเล็ก จึงทำให้ผลผลิตลดลง แต่เมื่อใช้ระยะปลูกห่างขึ้นก็จะมีผลทำให้ขมิ้นชันมีการเจริญทางลำต้นที่ดี มีการแตกกิ่งมาก มีการลงหัวหรือเหง้ามาก และมีขนาดใหญ่ ตรงกันกับความต้องการของตลาด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยรวมผลผลิตของขมิ้นชันจะผันแปรไปตามระยะปลูกที่ใช้ และเมื่อตรวจสอบแหล่งที่มีการปลูกขมิ้นชันเป็นการค้าพบว่า เกษตรกรมีการใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน ระยะปลูกที่แนะนำก็ยังมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่มาก เช่น ควรใช้ระยะห่างระหว่างแถว 45-75 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 25-50 เซนติเมตร (สถาบันวิจัยพืชสมุนไพร, 2544 ; องอาจและฉลองชัย, 2537) แต่ในบางพื้นที่จะมีการแนะนำให้ใช้ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้นเท่ากับ 15-30 เซนติเมตร (สถาบันวิจัยพืชสมุนไพร, 2544) เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น งานวิจัยนี้จะมีประโยชน์อย่างมากที่จะทำให้ทราบได้ว่าเมื่อจะปลูกขมิ้นชัน ควรจะใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมเป็นเท่าใด ขมิ้นชันจึงจะมีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด ซึ่งสามารถที่จะนำไปแนะนำให้แก่เกษตรกรในแห่งที่มีการปลูกขมิ้นชันเพื่อให้ได้ระยะปลูกที่เหมาะสม และให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งก็เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการปลูกขมิ้นชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชันให้มากขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อต้องการทราบว่า ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเป็นอย่างไร ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

2. เพื่อต้องการทราบว่าระยะปลูกของขมิ้นชันที่แตกต่างกัน จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเป็นอย่างไร ระยะปลูกใดเป็นระยะปลูกที่ดีที่สุดและให้ผลผลิตสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ขมิ้นชัน เป็นไม้ของเอเชียแถบร้อน ชอบอากาศชื้น ปลูกเพื่อใช้เหง้าเป็นเครื่องเทศแต่งสีและสมุนไพร มีการเพาะปลูกมากในแถบประเทศอินเดีย อินโดนีเซีย จีนตอนใต้ และไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma loga* Linn มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Turmeric, Curcuma, Yellw root จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceac (พเยาว์, 2537 ; พร้อมจิต, 2536 ; พร้อมจิต และคณะ, 2532) มีชื่อเรียกในท้องถิ่นทั่ว ๆ ไปหลายชื่อได้แก่ ขมิ้น(กลาง) ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว(เชียงใหม่) ขี้มิ้น ขมิ้น(ใต้) ตายอ (กระเหรี่ยง-กำแพงเพชร) สะยอ (กระเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) (คณะกรรมการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน, 2541 ; พเยาว์, 2537)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของขมิ้นชัน

ลำต้น ขมิ้นชันจัดว่าเป็นพืชล้มลุกข้ามปีเช่นเดียวกับขิงและข่า มีลำต้นใต้ดิน เรียกว่าเหง้า (rhizome) ซึ่งประกอบไปด้วยแง่งที่มีลักษณะต่าง ๆ กันคือ แง่งแม่ (mother rhizome) หรือแง่งหลัก มีลักษณะกลม จะเป็นที่แตกแขนงที่สองและที่สามต่อไป(secondary และ tertiary branches) แขนงที่แตกออกมานี้มีลักษณะกลม จะเรียกว่าหัว หรือ corm และถ้ามีลักษณะยาวคล้ายนิ้วมือ เรียกว่า นิ้ว(finger) เป็นที่เกิดของรากฝอย บริเวณแง่งของหัวและนิ้วจะมีตาอยู่ทั่วไป มีสีค่อนข้างอ่อนๆ มีปลายแหลม ซึ่งต่อไปจะเจริญไปเป็นลำต้นและใบ (รุ่งรัตน์, 2535) ส่วนลำต้นที่ปรากฏให้เห็นเหนือพื้นดินเป็นลำต้นเทียมสูงประมาณ 50-70 เซนติเมตร (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541 ; พเยาว์, 2537) ลำต้นนี้ประกอบด้วยกาบใบซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ จากโคนถึงปลาย (รุ่งรัตน์, 2535)

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ ก้านใบยาว 8-15 เซนติเมตร ในรูปหอกแกมขอบขนาน กว้าง 5-15 เซนติเมตร ยาว 30-50 เซนติเมตร ก้านใบเป็นก้านแคบๆ มีร่องแผ่ครีบออกเล็กน้อย (พเยาว์, 2537) คล้ายกับใบของพุทธรักษา (สถาบันการแพทย์ไทย, 2540) เมื่อโตเต็มที่จะมีใบประมาณ 6-10 ใบ

ดอก ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก มีก้านช่อแทงจากเหง้าโดยตรง ก้านช่อดอกยาว 5-8 เซนติเมตร มีใบประดับช่อดอกสีเขียวอ่อน ๆ หรือสีขาว รูปหอกเรียงซ้อนกัน ใบประดับ 1 ใบ มี 2 ดอก ใบประดับย่อยรูปขอบขนาดยาว 3-3.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีขน กลีบดอกสีขาวโดยเชื่อมติดกันเป็นท่อยาว ปลายแยกออกเป็น 3 ส่วน เกสรตัวผู้คล้ายกลีบดอก มีขน มีอับเรณูอยู่ที่ใกล้ ๆ ปลายท่อเกสรตัวเมียเล็กและยาว ยอดเกสรตัวเมียรูปปากแตร เกลี้ยง รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 ใบ (Dassanayake, 1984) ตามปกติ ขมิ้นชันที่ปลูกในประเทศไทย จำมีดอกออกในราวเดือนมีนาคม – พฤษภาคม (ถนอมศรี, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขตกรรมขมิ้นชัน

ขมิ้นชันชอบอากาศค่อนข้างร้อน และมีความชุ่มชื้นในเวลากลางคืน (สถาบันการแพทย์ไทย, 2540 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นมูลฐาน, 2541) ชอบดินร่วนซุย ที่ระบายน้ำได้ดี (พเยาว์, 2537) ดินลูกรังไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของหัวขมิ้น วิธีปลูกขมิ้นชัน โดยการยกร่องสูงประมาณ 25 เซนติเมตร แปลงมีขนาดกว้าง 45-50 เซนติเมตร ระหว่างร่องเป็นร่องน้ำ วิธีปลูกใช้เหง้าแก่ที่มีอายุ 11-12 เดือน ตัดเป็นท่อน ๆ ให้มีตาท่อนละ 1-2 ตา ฝังท่อนพันธุ์ขมิ้นลึก 5-7 เซนติเมตร ระยะปลูกที่ใช้คือ 20x20 (รุ่งรัตน์, 2535) หรือ 30x30 หรือ 35x35 เซนติเมตร พื้นที่ 1 ไร่ จะใช้ท่อนพันธุ์ประมาณ 250-400 กิโลกรัม ท่อนพันธุ์ชนิดแง่งแม่หรือหัวซึ่งตัดเป็นท่อน ๆ จะให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกด้วยวัสดุปลูกอื่น ๆ

ในบางท้องถิ่นที่ซึ่งเป็นป่าเปิดใหม่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีอยู่แล้ว หลังจากถางป่าทำลายพวกวัชพืช ทำการไถพรวนดินสองครั้ง เกษตรกรจะมีการปลูกโดยไม่ยกดินเป็นร่องสูง ใช้ระยะปลูกตามที่กล่าวข้างต้น หลังจากปลูกประมาณ 5-7 วัน ขมิ้นจะเริ่มงอก หากฝนไม่ตกควรมีการรดน้ำช่วย (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขขั้นมูลฐาน, 2541) การกำจัดวัชพืชของเกษตรกร ทำการดายหญ้า ทุกเดือน และหลักจากขมิ้นมีอายุได้ 2 ถึง 4 เดือน ก็ทำการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักครั้งละ 2-3 ตันต่อไร่ ขมิ้นจะเริ่มลงหัว หลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 2 เดือน บางครั้งเกษตรกรจะใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย โดยเฉพาะพวกโปแตสเซียม หากมีแมงมากัดกินต้องพ่นยาพวกเซฟวิน ส่วนโรคที่สำคัญได้แก่ โรค leaf spot ที่เกิดกับขมิ้น สามารถป้องกันได้โดยฉีดพ่นยาพวกเบนเลท (Benlate) และหลังจากปลูกไปได้เป็นเวลา 7 เดือน ขมิ้นจะเริ่มมีใบสีเหลือง แสดงว่าหัวขมิ้นเริ่มจะแก่แล้ว ปล่อยขมิ้นไว้ในแปลงจนกระทั่งมีอายุ 9-10 เดือน จึงทำการขุดเอาเหง้าออกมา (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2525 ; วันดี, 2538 ; รุ่งรัตน์, 2535 ; รุ่งรัตน์, 2540)

ถึงแม้ว่าระยะปลูกของขมิ้นชันจะมีการกำหนดไว้บ้างดังที่กล่าวแล้วในข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามก็ยังไม่มีข้อมูลยืนยันถึงระยะปลูกดังกล่าวว่าจะให้ผลผลิตของขมิ้นชันได้ดีเพียงใด และระยะปลูกก็มีการแนะนำกันมาก มีความหลากหลายและส่วนใหญ่ก็เป็นคำแนะนำกว้าง ๆ ซึ่งใช้กับขมิ้นทั่วๆไป เท่านั้น ซึ่งขมิ้นที่มีอยู่ปัจจุบันก็มีหลายชนิดและหลายพันธุ์ แต่งานทดลองที่เกี่ยวกับขมิ้นชันในปัจจุบันเท่าที่ค้นคว้ามาก็ยังไม่มีใครศึกษาไว้ จึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น

ส่วนที่ใช้เป็นยา (ปัจจุบัน, 2541)

ส่วนมากนิยมใช้เหง้าแห้งหรือเหง้าสด

ส่วนประกอบ (วีณา, 2543)

ในขมิ้นชันประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินบี วิตามินบี2 และไนบาซิลลัส นอกจากนี้ยังมีน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ได้แก่ เทอร์เมอโรน (Turmerone) เคอร์คิวมิน(Curcumin) แอทแลนโทน (Atlantone) ซินโทรโบริน (Sytrobirin) และ ซินจิเบอโรน (Zingiberone)

รสและสรรพคุณยาไทย

รสฝาด กลิ่นหอม สรรพคุณขมิ้นชันสามารถแก้โรคผิวหนัง ผื่นคัน ขับลม ท้องร่วง รักษาแผลในกระเพาะอาหาร (ปัจจุบัน, 2541) แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ มีสารเคอร์คิวมิน ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งของกรดในกระเพาะอาหาร ช่วยเพิ่มแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัส บรรเทาอาการแพ้ ช่วยสมานแผลและบำรุงผิว มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารซินโทรไบริน ส่งผลให้ถุงน้ำดีบีบตัว สามารถขับน้ำดีได้มาก จึงมีสรรพคุณในการป้องกันเซลล์ตับจาก อันตรายที่อาจเกิดจากยา หรือสารแปลกปลอม รักษาอาการนิ่วในถุงน้ำดี (วีณา, 2543) ลดระดับไขมันในเส้นเลือด (รุ่งระวี, 2536)

สารที่สำคัญ

สารที่สำคัญในเหง้าขมิ้นชัน ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ประมาณ 2 – 6 % เป็นน้ำมันสีเหลืองและมีสารสีเหลืองส้ม (ปัจจุบัน, 2541)

สารที่ให้สีเหลืองส้มรวมเรียกว่า สารเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) 5% ซึ่งเป็นสารพวก Diaryl heptaniod ประกอบด้วยสารที่สำคัญ คือ สารเคอร์คิวมิน (Curcumin) เป็นสาร Diferruloylmethane อยู่รวมกับ Dicaffeoylmethane และ Caffeoylferulomethane (ถนอมศรี, 2538)

สารเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถสลายอนุมูลอิสระและป้องกันอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระด้วย (วีณา, 2543)

ส่วนคุณสมบัติของสาร เคอร์คิวมิน (Curcumin) ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า bis – (4 – hydroxyl – 3 – methoxycinnamoyl) – methane สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียในลำไส้ลดการใช้กลูโคสจึงลดการเกิดก๊าซลงได้ นอกจากนี้สารเคอร์คิวมิน ยังช่วยในการเพิ่มน้ำย่อยทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น อาการจุกเสียดจึงลดลง นอกจากนี้สารเคอร์คิวมิน ยังมีสรรพคุณในการต้านไวรัส ลดการอักเสบบรรเทาอาการปวดบวมตามข้อ ลดระดับคอเลสเตอรอลโดยการเร่งการผลิตและส่งออกจากตับไปสู่ลำไส้เล็กพร้อมกับน้ำดี และช่วยให้ฮอร์โมนอินซูลินย่อยสลายน้ำตาลจึงช่วยผู้ป่วยเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ (วีณา, 2543)

การใช้ประโยชน์จากขมิ้นชัน

จากการที่ขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม และให้สีเหลืองสวยงาม จึงมีการนำขมิ้นชันมาทำเป็นเครื่องเทศใช้ในการประกอบอาหารคาวหวาน (พร้อมจิต, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการนำขมิ้นชันมาใช้ในการรักษาโรค เช่น รักษาแผลที่ผิวหนังโดยการพอก รักษาอาการฟกช้ำ และต้านการอักเสบ อาจใช้ในการรักษาฝีที่มีหนองซึ่งเกิดจากเชื้อ Staphyllococcus aureus หรือใช้รักษาโรคกระเพาะอาหารได้ (ถนอมศรี, 2538)

การนำขมิ้นชันมาใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ชาขมิ้นชันบำรุงสุขภาพและผลิตภัณฑ์ในรูปเครื่องสำอาง ได้แก่ ผงขัดผิวเพื่อให้ผิวมีสีเหลืองนวล โลชั่นขมิ้นชันช่วยให้ผิวชุ่มชื่นจากน้ำมันหอมระเหย สบู่ขมิ้นชันแก้ผื่นคัน เป็นต้น (คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ, 2540)

การศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวกับขมิ้นชัน โดยการใช้น้ำคั้นจากหัวขมิ้นชัน ให้ผู้ป่วยที่มีอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ 100 ราย เทียบกับผู้ป่วยที่ใช้ยา Flatulence 100 ราย ได้ผล 77% และ 79% ตามลำดับ ทำให้ทราบว่าน้ำคั้นหัวขมิ้นชันมีฤทธิ์ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหาร ที่เกิดจาก acetyl choline , serotonin และ แบเรียมคลอไรด์ได้ สำหรับการรักษาแผลในกระเพาะอาหารนั้นพบว่าเคอร์คิวมิน (Curcumin) น่าจะออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่ง secretin และ gastrin ซึ่งป้องกันโรคกระเพาะอาหาร ทั้งยังทำให้มีการหรั่ง mucin มาเคลือบกระเพาะมากขึ้น(พร้อมจิต, 2537) จากการที่มีการหลั่ง mucin ในกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้นจึงช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (วันดี, 2536)

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ศึกษาผลของยาแคปซูลขมิ้นชัน ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดท้องเนื่องจากแผลเปื่อยในกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กดูโอดินั่ม โดยดูการเปลี่ยนแปลงของเยื่อบุผนังภายในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กดูโอดินั่ม ด้วยกล้องส่องตรวจ(Endoscope) ในผู้ป่วยชาย 8 ราย หญิง 2 ราย อายุระหว่าง 16–60 ปี ผู้ป่วยที่มีแผลเปื่อย 10 รายนี้ เป็นแผลในลำไส้เล็ก 2 ราย มีขนาดแผล 0.5 – 1.5 เซนติเมตร โดยให้รับประทานขมิ้นขนาดแคปซูลละ 250 มิลลิกรัม ครั้งละ 2 แคปซูล ก่อนอาหาร 3 มื้อ ครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมงและก่อนนอน ปรากฏว่าแผลของผู้ป่วยหายเรียบร้อยภายใน 4 สัปดาห์ ผลเป็นที่น่าพอใจจึงสนับสนุนให้ประชาชนได้ใช้ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2535)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับประชากรต่อผลผลิต

อภิพรรณ และคณะ (2529) รายงานว่าระดับประชากรมีความสำคัญมากต่อผลผลิตทางชีวภาพและผลผลิตทางเศรษฐกิจ สำหรับผลผลิตทางชีวภาพนั้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับประชากรสูงขึ้น แต่เมื่อระดับประชากรหนาแน่นเกินไป ผลผลิตทางเศรษฐกิจที่ต้องการจะลดลง ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตทางเศรษฐกิจนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ ทุกปัจจัยที่สามารถจะกำหนดการเพิ่มผลผลิตของพืชนั้น ๆ

เฉลิมพล (2535) อธิบายเพิ่มเติมว่าผลผลิตทางเศรษฐกิจ ส่วนที่เป็นเมล็ดหรือผลลดลงเมื่อความหนาแน่นสูงเกินไปนั้น เนื่องมาจากสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ถูกแบ่งสันปันส่วนหรือถูกลำเลียงไปเลี้ยงส่วนที่เป็นลำต้น และใบหรือส่วนที่มีการหายใจสูง เนื่องจากการถูกบังแสงมากขึ้นแทนที่จะถูกส่งไปยังเมล็ดหรือผล แล้วต้องคำนึงถึงระยะปลูกที่เหมาะสม พืชแต่ละชนิดมีระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกที่เหมาะสมไม่เท่ากัน แต่ถ้าเก็บเกี่ยวเพื่อเอาต้นและใบแล้ว ถึงแม้ว่าจะปลูกด้วยความหนาแน่นเกินไปก็ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต

สายัณห์ (2535) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของพืชกับผลผลิตพบว่า ผลผลิตเมล็ดพันธุ์พืชจะมีค่าสูงที่สุดที่ความหนาแน่นระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตน้ำหนักแห้งแล้วพบว่า ผลผลิตของเมล็ดพันธุ์จะถึงจุดสูงสุดก่อนน้ำหนักแห้งของพืชเมื่อเพิ่มความหนาแน่นของพืชปลูก เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้อัตราปลูก และระยะแนวที่ปลูกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช

อภิพรรณ และคณะ (2529) รายงานว่าถ้ามีการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่หรือเพิ่มระดับของประชากรให้มากขึ้น มักจะทำให้องค์ประกอบของผลผลิตนั้นอื่น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งลดลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และการแก่งแย่งในปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างอวัยวะต่าง ๆ ในพืชต้นเดียวกันหรือระหว่างต้นในหมู่พืช ซึ่งการแก่งแย่งในพืชนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. Intra – plant competition เป็นการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างอวัยวะต่าง ๆ ของพืชในต้นเดียวกัน เช่น ในการผลิตข้าวโพด ส่วนของช่อดอกตัวผู้ มักจะเป็นตัวแก่งแย่งผลผลิตจากการสังเคราะห์แสง (Photosynthate) กับฝักเสมอ

2. Inter – plant competition เป็นการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างต้นพืชข้างเคียงซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย ๆ คือ

2.1 Intra – specific competition เป็นการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างต้นพืชข้างเคียงที่เป็นพวกหรือชนิด หรือพันธุ์เดียวกัน เช่น การผลิตข้าวโพดเพียงพันธุ์เดียว

2.2 Inter – specific competition เป็นการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างต้นพืชข้างเคียงที่ต่างชนิดหรือพันธุ์ เช่น การผลิตทุ่งหญ้าผสมเลี้ยงสัตว์เป็นการแข่งขันกันระหว่างพืชตะกูลหญ้า และพืชตะกูลถั่ว ซึ่งพืชตระกูลหญ้ามักจะมีความสามารถในการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ และตั้งตัวได้ดีกว่าพืชตะกูลถั่ว เป็นต้น

เฉลิมพล (2535) พบว่า เมื่อปลูกพืชโดยใช้ระดับประชากรต่ำหรือปลูกโดยใช้ระยะปลูกค่อนข้างห่าง การแข่งขันกันระหว่างต้นกับการแข่งขันกันภายในต้นจะเกิดขึ้นน้อยมาก พืชจึงสามารถสร้างตาดอก และจำนวนดอกต่อต้นได้อย่างเต็มที่ เมื่อพืชเจริญถึงระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด ดอก แต่ละดอกหรือแต่ละฝักจะมีการแข่งขันในเรื่องคาร์โบไฮเดรต เพื่อการสะสมน้ำหนักเมล็ดในระหว่างฝักเดียวกันมากขึ้น และส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อช่อหรือต่อรวง รวมทั้งให้ขนาดของเมล็ดลดลงในที่สุด ดังนั้นการปลูกห่างจะมีการแข่งขันภายในต้นรุนแรงมากกว่าการแข่งขันระหว่างต้น ส่วนการปลูกด้วยความหนาแน่นปานกลางการแข่งขันในลักษณะทั้งสองก็เกิดขึ้นเช่นกันแต่ไม่รุนแรง และในส่วนรวมแล้วจะให้ผลผลิตสูงสุด สำหรับการปลูกด้วยความหนาแน่นสูงจะพบการแข่งขันกันระหว่างเกิดขึ้นมากตั้งแต่ระยะก่อนออกดอก เมื่อเป็นเช่นนี้ผลผลิตก็ลดลงเนื่องจากพืชไม่สามารถออกดอกได้อย่างเต็มที่ ซึ่งส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลงในที่สุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Donald (1963) ได้ทดลองถึงการตอบสนองของการเจริญเติบโต และองค์ประกอบของผลผลิตที่มีต่อการเพิ่มประชากรของพืชตะกูลหญ้า พอที่จะสรุปได้ 3 ระดับดังนี้ คือ

1. การปลูกพืชที่ระดับประชากรต่ำ จะเห็นได้ว่าระยะแรกของการเจริญเติบโตพืชจะไม่เกิดสภาพแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างต้นพืช ถ้าหากจะมีขึ้นก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นพืชแต่ละต้นจึงสามารถเจริญเติบโต และสร้างส่วนขยายพันธุ์ เช่น ตาดอกได้เป็นจำนวนมาก เมื่อมีจำนวนตาดอกต่อต้นมากจึงทำให้เกิดการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างดอกเหล่านั้น เป็นผลให้จำนวนเมล็ดที่ติดรวงหรือช่อดอกลดลง และน้ำหนักเมล็ดจะลดลงด้วย

2. การเพาะปลูกที่ระดับประชากรที่หนาแน่นปานกลาง จะเกิดการแย่งระหว่างต้นพืชข้างเคียง ตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต ทำให้การเจริญเติบโตของพืชแต่ละต้นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในระดับประชากรต่ำทำให้จำนวนดอกที่พืชสร้างขึ้นลดลง ซึ่งมีผลต่อปริมาณของเมล็ดที่ติดต่อช่อดอก และรวงเพิ่มปริมาณมากขึ้น และน้ำหนักของเมล็ดก็เพิ่มขึ้นด้วย

3. การเพาะปลูกที่ระดับประชากรหนาแน่น พืชจะอยู่ในสภาพที่มีการแก่งแย่งระหว่างต้นพืชข้างเคียงอย่างรุนแรงตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต ทำให้การสร้างดอกของพืชลดลงอย่างมาก และในขณะเดียวกันจำนวนเมล็ดที่ติดต่อช่อดอก และขนาดของเมล็ดจะลดลงตามไปด้วย เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดลงอย่างมาก

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความหนาแน่นที่เหมาะสมของพืช

เฉลิมพล (2535) ได้รวบรวมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความหนาแน่นที่เหมาะสมของพืชไว้ดังนี้

1. ขนาดของต้นหรือทรงพุ่ม ขนาดของทรงพุ่มมักมีส่วนสัมพันธ์กับจำนวนใบ พืชที่มีทรงพุ่มเล็กจะมีจำนวนใบน้อย จึงจำเป็นต้องการให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากขึ้น เพื่อพัฒนาพื้นที่ใบให้ถึง Critical LAI แต่อย่างไรก็ตามก็ต้องพิจารณาถึงรูปทรง การเรียงตัว และการเอนทำมุมของใบด้วย พืชที่มีการกระจายตัวในการรับแสงดีสามารถใช้ความหนาแน่นได้มากขึ้น Egharevba (1975) รายงานว่าเมื่อปลูกพืชโดยลดระยะปลูกให้แคบลง พื้นที่ของการรับแสงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งพบในข้าวโพด, ข้าวฟ่าง (Clegg et al., 1974; Muchow et al., 1982) ถั่วเหลือง (Mason et al., 1980; Board et al., 1990) และทานตะวัน (Zaffaroni and Schneiter, 1989) พื้นที่การรับแสงเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อเนื่องไปยังผลผลิตทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Alessi et al., 1977; Karlen and Camp, 1985; Parez et al., 1989; MacGowan et al., 1991) Cox (1996) พบว่าในข้าวโพดเมื่ออัตราปลูกเพิ่มขึ้นจาก 7,200 ต้นต่อไร่ เป็น 14,400 ต้นต่อไร่ LAI และผลผลิตมีค่าเพิ่มมากขึ้น 40 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของ Tollenaar et al., (1992) และ Timmoms et al. (1966)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแตกกอหรือแตกกิ่งก้าน กอ และแขนงของพืชเป็นแหล่งของพื้นที่ใบ ทั้งกอ และแขนงจะลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ในกรณีเช่นนี้ LAI อาจไม่ลดลง เพราะพื้นที่ใบจากกอหรือแขนงที่ลดลงนั้นถูกชดเชยด้วยจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้น และทำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเห็นได้ว่าผลผลิตของพืชที่มีการแตกกอหรือแตกแขนง จะตอบสนองต่อความหนาแน่นของต้นปลูกแตกต่างไปจากพืชที่ไม่มีการแตกกอหรือแตกแขนง

Briggs (1988) พบว่าถ้าใช้จำนวนเมล็ดข้าวสาลีในการหว่านเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้จำนวนหน่อและความสูงของลำต้นมีค่าลดลงซึ่งแตกต่างไปจาก Power and Alessi (1978) พบว่าในการปลูกข้าวสาลีที่มีประชากรน้อย การแตกหน่อของข้าวสาลีจะมีมาก แต่เมื่อเพิ่มประชากรมากขึ้นเปอร์เซ็นต์ของการแตกหน่อจะมีค่าลดลง และหน่อที่ให้ผลผลิตเป็นช่อรวงก็จะน้อยลง และน้ำหนักเมล็ดลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ Joseph et al. (1985) ที่พบว่าเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นหน่อของข้าวสาลีมีผลทำให้ผลผลิตลดลงนั้นสามารถอธิบายได้ว่า ลำต้นหลัก (Main stem) ของแต่ละต้นจะมีการสร้างเมล็ดมากที่สุด และมีมากกว่าการสร้างเมล็ดในช่อดอกที่เกิดจากหน่อ ซึ่งเมล็ดที่เกิดจากหน่อส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่ลีบ แต่การทดลองของประชา และคณะ (2536) พบว่าการปรับระยะปลูกพืชที่แคบลงจะให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งพบได้ในอ้อยที่ปรับระยะปลูกระหว่างแถว 1.3 เป็น 1.0 เมตร ช่วยให้อ้อยบางพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มของผลผลิตมาจากจำนวนลำต้นต่อไร่เพิ่มขึ้น

3. การหักล้ม (Lodging) การเพิ่มความหนาแน่นมีผลทำให้ขนาดของลำต้นเล็กลง และอ่อนแอลงซึ่งสังเกตได้ว่ามีลำต้นผอมบาง อ่อน และสูง จึงก่อให้เกิดการหักล้มได้ง่าย การหักล้มมีผลทำให้ผลผลิตเสียหาย ถึงแม้การหักล้มจะเกิดหลังจากที่พืชสุกแก่แล้วก็ตาม Basnet et al. (1974) พบว่า การกำหนดระยะปลูกของพืชที่มีผลต่อรูปร่าง และขนาดของต้นพืชเป็นอย่างมาก เมื่อประชากรของพืชเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความสูง ความยาวข้อ และการหักล้มจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Cooper (1971) และ Doss and Thurlow (1974) และ Fontes and Ohlrogge (1972) และ Hicks et al. (1969)

4. การทดลองขององค์ประกอบผลผลิต การเพิ่มความหนาแน่นมีผลทำให้การสร้างจำนวนดอก และเมล็ดลดลงทำให้เมล็ดนั้นไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะอาหารที่พืชสังเคราะห์ขึ้น และถูกส่งไปเสริมสร้างส่วนดังกล่าวลดลง Fuangfupong et al. (1980) และราเชนทร์ (2539) รายงานว่าการเพิ่มอัตราปลูกของข้าวโพดไร่จะทำให้ขนาดของฝักลดลง ทั้งความกว้าง และความยาวของฝัก

5. ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความเข้มของแสง ความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ก็มีผลกระทบต่อความหนาแน่น และต้นปลูกเช่นกัน เพราะดินดีแล้วยังปลูกถี่ก็จะก่อให้เกิดการเฝือใบ เพราะพืชมี LAI สูงกว่าระดับที่เหมาะสม แต่ถ้าดินเลวแล้วยังปลูกห่างพืชจะยิ่งมีค่า LAI ต่ำหรือทรงพุ่มไม่ปกคลุมพื้นดินได้หมดถึงแม้จะเจริญเติบโตเต็มที่ก็ตาม (สมชาย และคณะ, 2541) พบว่าอัตราการปลูกข้าวโพดในเขตอาศัยน้ำฝนควรปลูกข้าวโพดในอัตรา 7,000 ต้นต่อไร่ ในดินที่

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใช้อัตรา 8,500 ต้นต่อไร่ และถ้ามีการใส่ปุ๋ยร่วมด้วยสามารถเพิ่มอัตราปลูกได้มากถึง 120,000 ต้นต่อไร่

ปัจจุบันได้มีความพยายามในการเพิ่มผลผลิตพืช นิยมวิธีการเพิ่มระดับประชากรให้หนาแน่นขึ้น เช่น ปลูกข้าวโพด แต่เดิมจะปลูกในระดับประชากรประมาณ 12,000 – 16,000 ต้นต่อเอเคอร์ แต่ในปัจจุบันนี้จะปลูกโดยใช้ระดับประชากร 20,000 – 24,000 ต้นต่อเอเคอร์ หรือมากกว่านี้ (อภิพรรณ และคณะ, 2529) สำหรับในถั่วเหลือง Johnson and Harris (1967) การเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองกระทำได้ดีก็ต่อเมื่อ มีการปลูกให้ได้ระดับประชากรที่หนาแน่นเหมาะสมเท่านั้น เพื่อให้พืชแต่ละต้นได้รับแสงอย่างเต็มที่ และมีองค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ อย่างเหมาะสม แต่ถ้าปลูกให้มีประชากรหนาแน่นเกินไปก็จะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองลดลง (Shibles, 1970) ทั้งนี้ก็อาจเนื่องมาจากต้นถั่วเหลืองแก่งแย่งปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตซึ่งกันและกัน ทำให้ลำต้นสูงชะลูดแทบไม่มีการแตกกิ่งก้านเลย แต่เมื่อปลูกในระดับประชากรที่ต่ำก็จะทำให้ต้นถั่วเหลืองแตกกิ่งก้านมากเกินไปจนทำให้กิ่งก้านฉีกหัก เกิดการหักล้มมาก Pookpakdi (1977) ได้ทดลองปลูกถั่วเหลืองแบบ Equidistance ในอัตราปลูกต่าง ๆ กันตั้งแต่ 7,500 – 607,355 ต้นต่อเฮกตาร์ พบว่า ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมด และ LAI จะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับอัตราปลูกที่สูงขึ้น และอัตราปลูกที่สูงขึ้นถึง 607,355 ต้นต่อเฮกตาร์ จะให้ค่า LAI เท่ากับ 7.44 และให้ผลผลิต 3,845 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ส่วนในข้าวฟ่าง การเพิ่มระดับประชากรจาก 160,000 – 780,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากข้าวฟ่างให้องค์ประกอบของผลผลิตที่แปรปรวนและทดแทนซึ่งกันและกันได้ เช่น เมื่อเพิ่มระยะแถวปลูกจะได้น้ำหนักเมล็ดต่อช่อเพิ่มขึ้น แต่จำนวนช่อดอกต่อหน่วยพืชจะลดลง แต่อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวฟ่างด้วยระยะแถวแคบมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยระยะแถวกว้าง ไม่ว่าจะเป็นการปลูกด้วยระดับประชากรสูงหรือต่ำก็ตาม จากการทดลองพบว่าในสภาพที่มีความชื้นเหมาะสม การปลูกด้วยระยะระหว่างแถว 17.54 เซนติเมตร สำหรับในประเทศไทย (วันชัย, 2522) พบว่าการปลูกข้าวฟ่างที่ใช้อัตราปลูกที่ระดับประชากร 75,000 – 300,000 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยใช้ระยะระหว่างแถว 65 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 6.8 เซนติเมตรจะให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชัน ได้ทำการทดลองศึกษาในสภาพพื้นที่แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547 โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) มีจำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งมีระยะปลูกของขมิ้นชันที่ต้องการศึกษามีดังนี้

1. ใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร
2. ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร
3. ใช้ระยะปลูก 30 x 30 เซนติเมตร
4. ใช้ระยะปลูก 35 x 35 เซนติเมตร
5. ใช้ระยะปลูก 40 x 40 เซนติเมตร
6. ใช้ระยะปลูก 45 x 45 เซนติเมตร
7. ใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร
8. ใช้ระยะปลูก 55 x 55 เซนติเมตร
9. ใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตร

ปลูกขมิ้นชันลงในถุงพลาสติก โดยใช้เหง้าหัวที่มีการตัดและมีการคัดเลือกให้มีขนาดสม่ำเสมอโดยให้มีตาจำนวนตาท่อนบนประมาณ 1-2 ตา และฝังท่อนพันธุ์ขมิ้นชันลงไปในดินลึก 5 เซนติเมตร ท่อนพันธุ์ที่นำมาใช้ปลูกต้องเป็นท่อนพันธุ์ของขมิ้นชันที่ได้มาจากแหล่งปลูกเดียวกัน โดยมีอายุท่อนพันธุ์ประมาณ 11 – 12 เดือน หลังจากปลูก 5–7 วัน ขมิ้นชันจะเริ่มงอก หลังจากนั้นเมื่อขมิ้นชันมีอายุประมาณ 1 เดือน นำต้นกล้าขมิ้นชันย้ายลงแปลงปลูกขนาด 3 x 4 เมตร จำนวน 27 แปลงย่อย โดยใช้ระยะปลูกตามที่กำหนดไว้ในสิ่งทดลอง หากฝนไม่ตกควรมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตไม่หยุดชะงัก ส่วนการกำจัดวัชพืช มีการดายหญ้าทุกเดือนจนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุได้ 4 เดือนและทรงพุ่มชนกันจึงหยุดทำการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ยจะเริ่มเมื่อขมิ้นชันลงหัวคือ ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2–3 ตันต่อไร่ เมื่อขมิ้นชันมีอายุได้ 3 เดือน มีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงบ้างเป็นครั้งคราว โดยใช้ยาฉีดพ่นป้องกันกำจัดแมลง คือ เซฟวิน อัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนโรคที่เกิดกับขมิ้นชัน คือ โรค leaf spot สามารถป้องกันได้โดยฉีดพ่นยาพวกเบนเลท อัตรา 10 – 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร และหลังจากขมิ้นชันอายุได้ 9 – 10 เดือน จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูล

1. ตรวจวัดความสูงของลำต้นขมิ้นชันทุกเดือนตั้งแต่หลังจากปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

2. ตรวจวัดจำนวนลำต้นต่อหลุม น้ำหนักต้นแห้ง ใบแห้ง และดอกแห้ง จำนวนหัวหรือเหง้าต่อหลุม น้ำหนักเหง้าสดและแห้ง น้ำหนักแห้งของขมิ้นชันหาได้จากการนำขมิ้นมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 วัน แล้วจึงชั่งหาน้ำหนักแห้ง ข้อมูลเหล่านี้ทำการสุ่มเก็บมาจากทุก ๆ แปลงย่อย ตรวจวัดทุกเดือน ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

3. ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area) ตรวจวัดโดยการนำใบทั้งหมดของขมิ้นชันที่สุ่มเก็บในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต และก่อนนำเข้าตู้อบ ได้นำมาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องมือ Leaf area meter ทำการตรวจวัดและหลังจากนั้น หาค่าดัชนีพื้นที่ใบโดยใช้สูตร

$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบ} = \frac{\text{พื้นที่ใบ (Leaf area)}}{\text{พื้นที่ปลูก (Ground area)}}$$

4. คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน (Crop Growth rate) ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ 30 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ตามวิธีการของ Hunt(1987)

โดยใช้สูตร

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

เมื่อ AG = พื้นที่ดิน (Ground area)

W_1 = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_1

W_2 = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T_2

T_1 = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่1

T_2 = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่2

5. ข้อมูลฟ้าอากาศได้จากการตรวจวัดของสถานีตรวจอากาศ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 20 เมตร เครื่องมือที่ใช้วัดได้แก่ American class A pan ซึ่งวัดการระเหยของน้ำและใช้เครื่องมือวัดข้อมูลฟ้าอากาศชื่อ Delta – T Logger DL2e ผลิตที่ประเทศอังกฤษซึ่งสามารถวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝน และการกระจายของฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินทุกสัปดาห์ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากแปลงจะถูกชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างดินไปอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ หลังอบแล้วดินจะถูกนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักหลังอบ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน} = \left(\frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}}\right) \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. สภาพภูมิอากาศและความชื้นในดิน (Climatic condition and soil moisture content)

1.1 สภาพภูมิอากาศ (Climatic condition)

สภาพอากาศในช่วงของการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2547 (รูปที่1) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศ ในช่วงเดือนมิถุนายนมีค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2546 อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 34.3 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิของอากาศก็จะมีค่าลดลง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนกระทั่งมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคม ซึ่งวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547 มีค่าของอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 19.5 องศาเซลเซียส

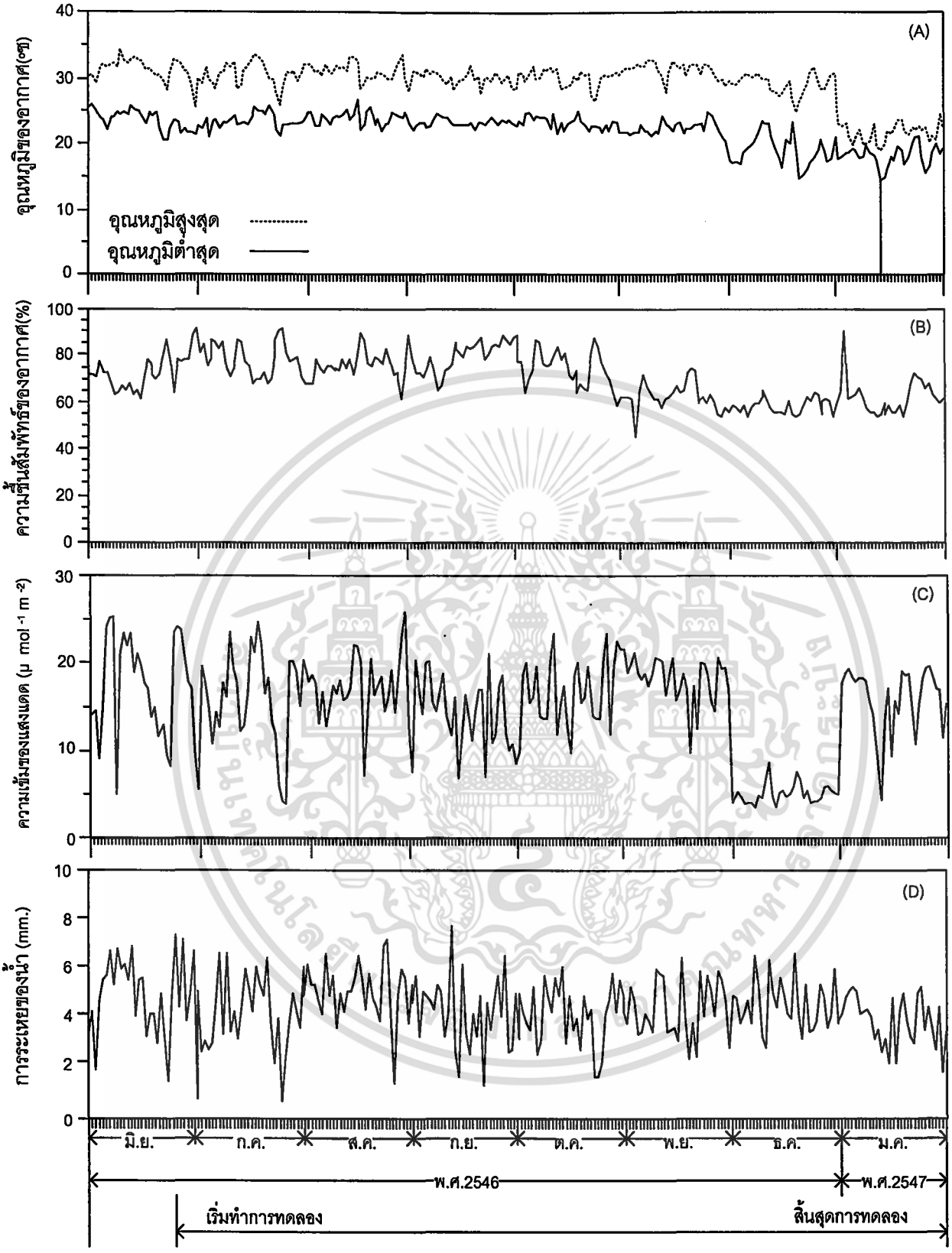
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในช่วงแรกของการทดลองพบว่า มีค่าค่อนข้างสูงโดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 91.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 และ หลังจากนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีแนวโน้มมีค่าลดลงตามลำดับจนมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบในวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546

ความเข้มของแสงแดดโดยเฉลี่ยแต่ละเดือนจะมีค่าอยู่ประมาณ 15.12 μ mol s^{-1} m^2 เดือนที่มีความเข้มของแสงมากที่สุด คือเดือนสิงหาคม พ.ศ.2546 ซึ่งมีความเข้มของแสงเท่ากับ 25.28 μ mol s^{-1} m^2 และเดือนที่มีความเข้มของแสงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 ซึ่งมีความเข้มของแสงเท่ากับ 3.44 μ mol s^{-1} m^2

การระเหยของน้ำตลอดอายุการทดลองของขมิ้นชันมีการระเหยของน้ำเฉลี่ยประมาณ 3.3 - 4.2 มิลลิเมตรต่อวัน ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2546 มีการระเหยของน้ำเฉลี่ยต่อวันมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.8 มิลลิเมตรต่อวัน และในเดือนกันยายน พ.ศ. 2546 มีการระเหยของน้ำต่อวันเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.5 มิลลิเมตรต่อวัน

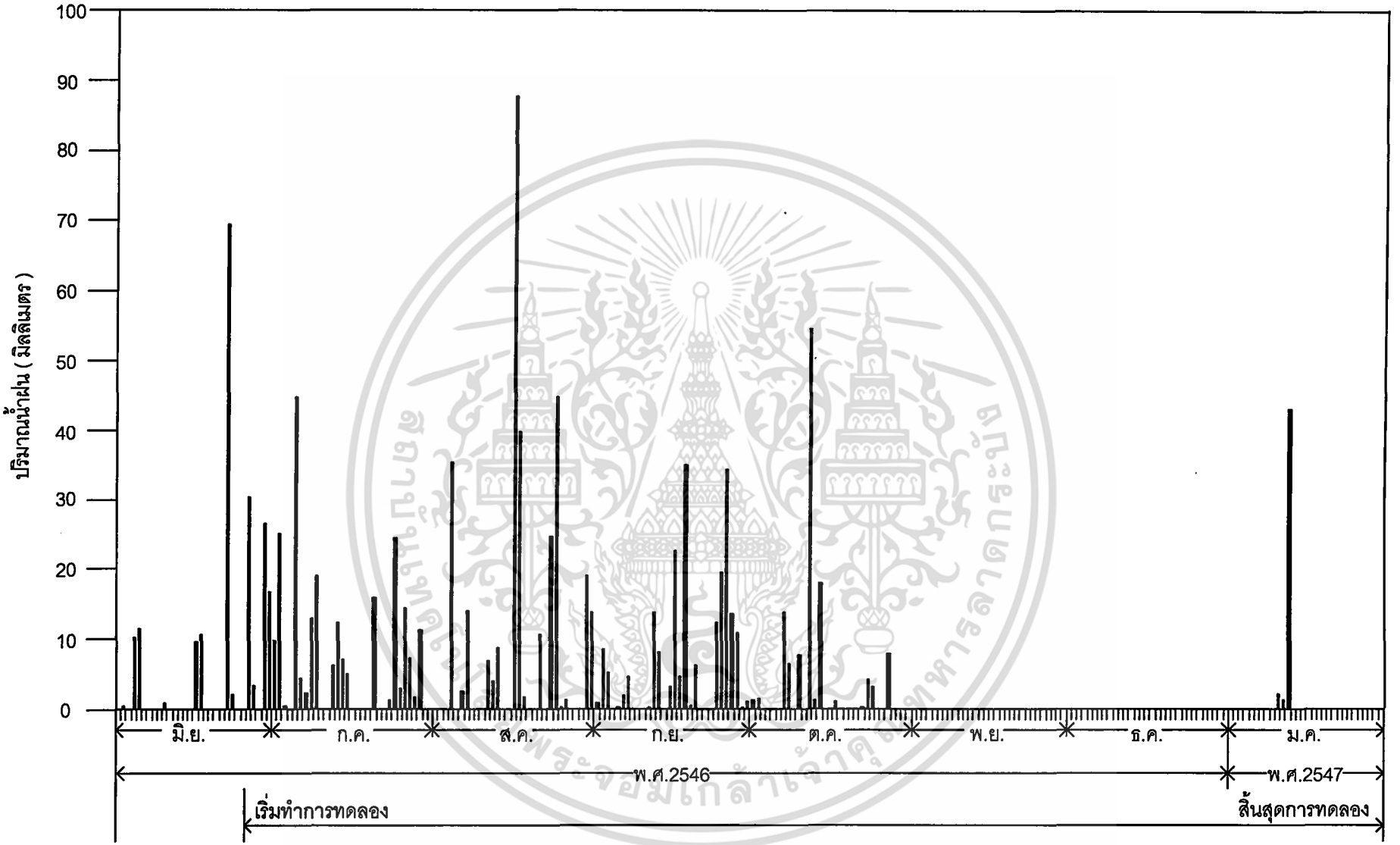
ปริมาณน้ำฝน (รูปที่ 2) พบว่าตลอดอายุการทดลองมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมารวมทั้งหมดเท่ากับ 1111.4 มิลลิเมตร ส่วนการแพร่กระจายของน้ำฝนในแต่ละเดือนนั้นพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 มีฝนตกลงมามาก โดยในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2546ฝนตกมากที่สุด โดยมีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 87.6 มิลลิเมตร หลังจากนั้นตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมฝนจะเริ่มตกลดลงและการแพร่กระจายของน้ำฝนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูปลูกที่จะเก็บเกี่ยวขมิ้นชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศ (A), ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (B), ความเข้มของแสงแดด (C), และการระเหยของน้ำ (D) ในระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนมกราคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



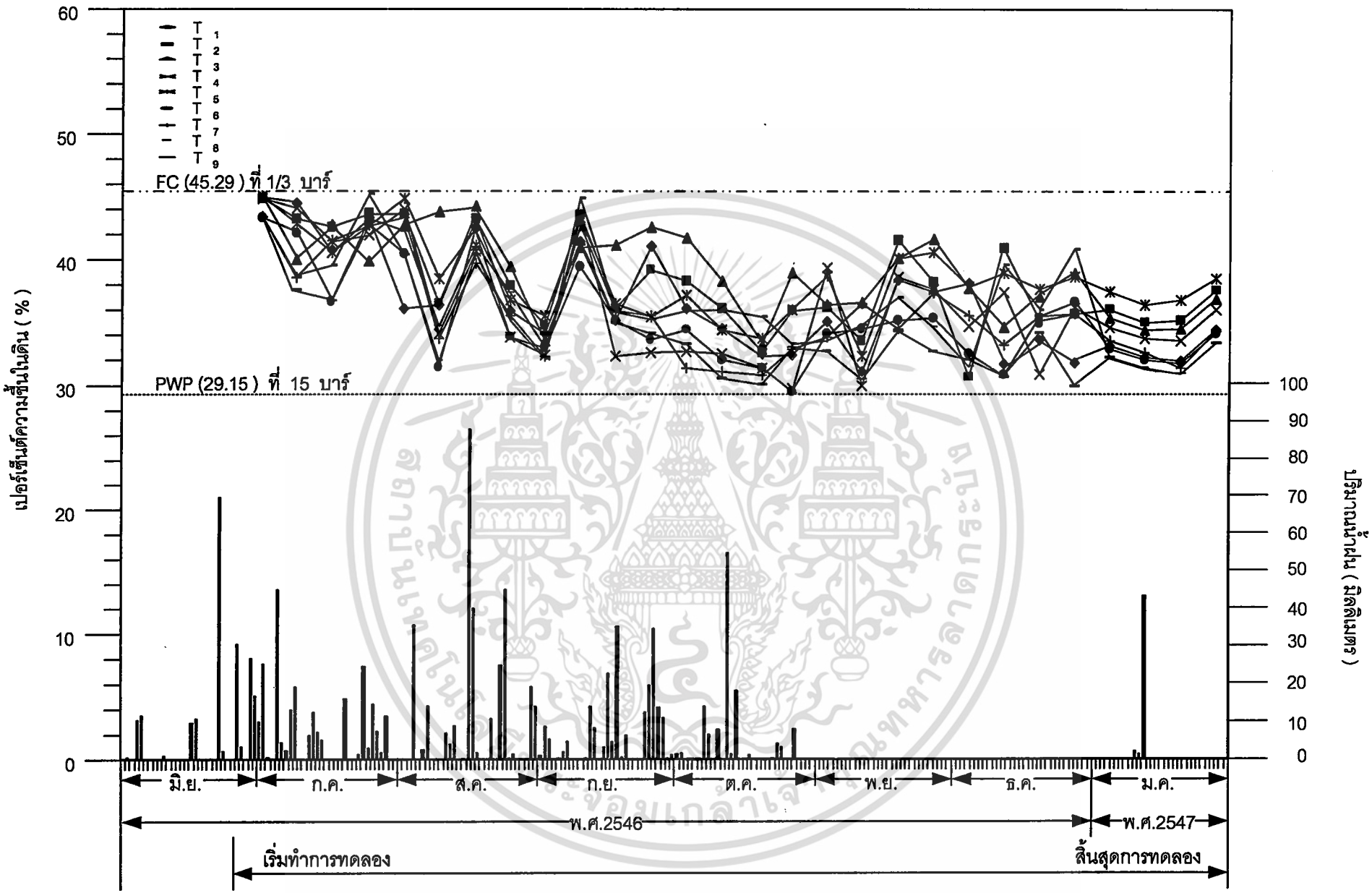
รูปที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ในระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2547

1.2 ความชื้นในดิน

ความชื้นในดินของแปลงปลูกขมิ้นชัน (รูปที่ 3) ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความจุสนาม (Field capacity) และจุดเหี่ยวถาวร (Permanent wilting point) และความชื้นในดินระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2546 มีความชื้นในดินมากเนื่องจากในระหว่างการทดลองมีปริมาณของฝนค่อนข้างมากและมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ความชื้นในดินดังกล่าวมีค่าค่อนข้างสูง ส่วนในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนมกราคมจะพบว่า ความชื้นในดินมีค่าค่อนข้างน้อยทั้งนี้เนื่องมาจากมีการทิ้งช่วงของฝนทำให้ขมิ้นชันได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลงจึงมีผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100072



รูปที่ 3 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ในแปลงทดลองขมิ้นชัน ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2547

ผลการทดลอง

1. ความสูง

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อระดับความสูง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 1) ที่อายุ 210 วัน ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบคือ 20 x 20 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะมีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 66.65 เซนติเมตร และเมื่อใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่ห่างขึ้น ขมิ้นชันจะมีความสูงลดลงโดยลำดับ ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุดคือ 60 x 60 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะมีความสูงต่ำสุดเท่ากับ 41.20 เซนติเมตรเท่านั้น ซึ่งความสูงของลำต้นขมิ้นชันมีค่าลดลงมากถึง 38.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันกับความสูงของขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 ความสูง (เซนติเมตร) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	24.05	46.55	58.50	63.00	65.55	66.25	66.65
25 x 25	23.95	43.10	52.50	55.35	62.85	63.85	64.15
30 x 30	23.10	41.45	46.65	49.00	59.25	59.85	60.30
35 x 35	22.30	37.30	45.95	46.10	55.85	56.55	57.25
40 x 40	22.00	29.50	39.50	40.40	42.65	43.15	43.75
45 x 45	21.75	29.25	38.00	39.60	41.65	42.15	42.75
50 x 50	21.70	29.20	35.35	39.40	41.45	41.95	42.35
55 x 55	21.05	28.55	35.35	38.65	39.15	41.15	41.60
60 x 60	20.70	28.20	35.25	37.50	38.65	40.55	41.20
เฉลี่ย	22.29	34.79	43.23	45.44	49.67	50.61	51.11
LSD (0.05)	ns	10.86	12.29	15.18	13.68	14.09	14.18
CV (%)	13.09	13.55	12.34	14.49	11.95	12.07	12.03

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักต้นแห้ง

ระยะปลูกของขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักต้นแห้ง ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 2) ที่อายุ 210 วัน การสะสมน้ำหนักต้นแห้งขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตรจะมีการสะสมน้ำหนักต้นแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.19 กรัมต่อหลุม และเมื่อใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่แคบลงน้ำหนักต้นแห้งของขมิ้นชันจะมีค่าลดลงเป็นลำดับ โดยขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.95 กรัมต่อหลุม ซึ่งพบว่า มีน้ำหนักต้นแห้งลดลงมากถึง 56.62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.12	0.21	0.39	0.47	0.60	0.79	0.95
25 x 25	0.13	0.23	0.47	0.51	0.59	0.85	1.03
30 x 30	0.14	0.25	0.49	0.56	0.64	0.92	1.12
35 x 35	0.18	0.35	0.52	0.57	0.67	1.29	1.55
40 x 40	0.19	0.43	0.63	0.80	0.91	1.50	1.93
45 x 45	0.19	0.40	0.65	0.81	1.03	1.54	1.97
50 x 50	0.20	0.41	0.69	0.80	1.08	1.59	2.05
55 x 55	0.21	0.42	0.70	0.79	1.14	1.59	2.04
60 x 60	0.23	0.45	0.71	0.80	1.15	1.70	2.19
เฉลี่ย	0.17	0.35	0.58	0.68	0.86	1.31	1.65
LSD (0.05)	ns	0.12	0.13	0.16	0.20	0.46	0.58
CV (%)	21.75	15.12	10.18	12.37	13.49	15.45	15.26

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20723

3. น้ำหนักใบแห้ง

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักใบแห้ง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 และ 60 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 3) ที่อายุ 210 วัน พบว่าขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตรจะมีการสะสมน้ำหนักใบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 8.56 กรัมต่อหลุม และเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบลง น้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันจะมีค่าลดลงเป็นลำดับ ซึ่งในการปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่แคบ คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 4.15 กรัมต่อหลุม ซึ่งพบว่า มีน้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันลดลงมากถึง 51.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันกับน้ำหนักใบแห้งของขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร

ตารางที่ 3 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.22	0.51	0.56	0.82	0.98	3.03	4.15
25 x 25	0.27	0.56	0.64	0.94	1.12	3.41	4.74
30 x 30	0.30	0.55	0.57	0.91	1.11	3.60	4.72
35 x 35	0.29	0.61	0.79	1.17	1.43	4.69	6.75
40 x 40	0.26	0.71	1.03	1.58	1.99	6.98	7.84
45 x 45	0.28	0.67	0.97	1.53	1.95	6.85	8.06
50 x 50	0.25	0.71	1.00	1.57	1.89	6.64	8.31
55 x 55	0.26	0.68	0.88	1.31	1.82	6.39	8.47
60 x 60	0.29	0.70	0.94	1.40	1.84	6.47	8.56
เฉลี่ย	0.27	0.63	0.82	1.25	1.57	5.34	6.84
LSD (0.05)	ns	ns	0.25	0.33	0.29	0.90	1.09
CV (%)	19.77	10.66	13.31	11.67	8.20	14.49	14.50

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
วิทยาเขตเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

4. พื้นที่ใบ

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อพื้นที่ใบ (เซนติเมตร^2) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วัน หลังปลูก(ตารางที่ 4) ที่อายุ 210 วันพบว่าขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะ 60 x 60 เซนติเมตรจะมีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 40.16 เซนติเมตร^2 รองลงมาคือขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 55 x 55, 50 x 50, 45 x 45, 40 x 40, 35 x 35, 30 x 30 และ 25 x 25 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่ใบเท่ากับ 38.95, 37.92, 36.93, 35.80, 33.08, 25.41 และ 23.70 เซนติเมตร^2 ตามลำดับ ส่วนขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 22.96 เซนติเมตร^2 และเมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร จะมีพื้นที่ใบลดลงมากถึง 42.83 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 พื้นที่ใบ (เซนติเมตร^2) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	6.54	11.92	13.47	15.10	18.24	21.23	22.96
25 x 25	6.78	14.63	16.53	17.32	19.80	22.25	23.70
30 x 30	7.12	16.34	18.58	19.86	22.67	25.41	25.41
35 x 35	7.70	16.51	18.79	20.37	24.90	28.11	33.08
40 x 40	7.23	19.03	21.85	24.03	26.85	30.91	35.80
45 x 45	7.83	20.30	23.30	24.92	30.14	31.38	36.93
50 x 50	7.18	20.79	23.89	26.33	31.43	32.42	37.92
55 x 55	7.76	20.34	23.37	27.13	32.36	32.55	38.95
60 x 60	7.78	20.98	24.13	27.52	32.94	36.57	40.16
เฉลี่ย	7.32	17.87	20.43	22.51	26.59	28.99	32.77
LSD (0.05)	ns	5.54	6.34	6.17	5.61	6.26	8.39
CV (%)	13.47	13.45	13.47	11.89	9.15	9.37	11.10

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. น้ำหนักรากแห้ง

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักรากแห้ง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 และ 60 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 5) ที่อายุ 210 วัน พบว่าขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตรจะมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1.39 กรัมต่อหลุม และเมื่อใช้ระยะปลูกของขมิ้นชันที่แคบลง น้ำหนักรากแห้งของขมิ้นชันมีค่าลดลงเป็นลำดับ โดยขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบคือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.93 กรัมต่อหลุม ซึ่งพบว่า มีน้ำหนักรากแห้งลดลงมากถึง 33.09 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร

ตารางที่ 5 น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.08	0.11	0.22	0.49	0.58	0.83	0.93
25 x 25	0.09	0.12	0.22	0.52	0.62	0.85	0.95
30 x 30	0.09	0.12	0.23	0.56	0.67	0.86	0.97
35 x 35	0.10	0.13	0.25	0.61	0.72	0.90	1.02
40 x 40	0.14	0.24	0.48	0.96	1.12	1.19	1.33
45 x 45	0.15	0.25	0.55	0.99	1.14	1.17	1.35
50 x 50	0.14	0.23	0.46	0.97	1.16	1.21	1.38
55 x 55	0.13	0.24	0.45	0.99	1.17	1.21	1.38
60 x 60	0.13	0.23	0.47	1.08	1.18	1.23	1.39
เฉลี่ย	0.12	0.19	0.37	0.79	0.93	0.76	1.19
LSD (0.05)	ns	ns	0.14	0.39	0.45	0.39	0.31
CV (%)	24.59	31.94	16.80	21.64	21.29	21.64	11.35

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. น้ำหนักเหง้ารองสด

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักเหง้ารองสด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 6) ที่อายุ 210 วันพบว่าขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักเหง้ารองสดน้อยที่สุดเท่ากับ 19.05 กรัมต่อหลุม และเมื่อใช้ระยะปลูกที่มีขนาดกว้างเพิ่มขึ้น น้ำหนักเหง้ารองสดก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่ห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักเหง้ารองสดมากที่สุดเท่ากับ 38.58 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่ามากกว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบ คือ 20 x 20 เซนติเมตร มากถึง 50.62 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 น้ำหนักเหง้ารองสด (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.97	1.09	2.45	5.53	8.56	19.05
25 x 25	0.99	1.12	2.52	5.69	8.82	19.61
30 x 30	0.99	1.12	2.53	5.71	8.86	19.76
35 x 35	1.22	1.38	3.12	7.05	10.95	24.43
40 x 40	1.68	1.89	4.27	9.66	14.99	33.30
45 x 45	1.71	1.92	4.35	9.84	15.28	34.53
50 x 50	1.91	2.03	4.59	10.38	16.12	35.84
55 x 55	1.89	2.03	4.58	10.36	16.08	35.70
60 x 60	2.04	2.29	5.10	11.36	17.36	38.58
เฉลี่ย	1.49	1.65	3.72	8.40	13.00	29.00
LSD (0.05)	0.59	0.65	1.48	3.35	5.21	11.06
CV (%)	17.31	19.20	21.27	17.34	19.36	15.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. น้ำหนักเหง้ารองแห้ง

การสะสมน้ำหนักเหง้ารองแห้งของขมิ้นชันมีค่าเพิ่มมากขึ้นโดยตลอด ตั้งแต่อายุ 60 วัน หลังปลูก จนกระทั่งขมิ้นชันมีอายุ 210 วัน ส่วนระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักเหง้ารองแห้ง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 7) ที่อายุ 210 วันพบว่าเมื่อปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่แคบ คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักเหง้ารองแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 5.44 กรัมต่อหลุม และเมื่อใช้ระยะปลูกที่มีขนาดกว้างเพิ่มขึ้น น้ำหนักเหง้ารองแห้งก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่ห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร จะมีน้ำหนักเหง้ารองแห้งมากที่สุดเท่ากับ 11.20 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีค่ามากกว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร มากถึง 51.43 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 น้ำหนักเหง้ารองแห้ง (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.19	0.21	0.48	1.08	2.45	5.44
25 x 25	0.20	0.22	0.49	1.12	2.52	5.60
30 x 30	0.20	0.22	0.50	1.12	2.53	5.65
35 x 35	0.24	0.27	0.61	1.38	3.13	6.98
40 x 40	0.33	0.37	0.84	1.89	4.28	9.51
45 x 45	0.34	0.38	0.55	1.93	4.37	9.78
50 x 50	0.38	0.40	0.90	2.04	4.61	10.24
55 x 55	0.37	0.40	0.90	2.03	4.59	10.20
60 x 60	0.40	0.45	1.00	2.23	4.96	11.20
เฉลี่ย	0.29	0.32	0.73	1.65	3.71	8.28
LSD (0.05)	0.11	0.12	0.28	0.65	1.48	3.31
CV (%)	17.36	18.03	20.15	19.35	17.38	18.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. น้ำหนักเหง้ารองแห้ง

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักเหง้ารองแห้ง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 8) ที่อายุ 210 วันพบว่าเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร จะมีผลผลิตเหง้ารองแห้งมากที่สุดเท่ากับ 217.80 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกขมิ้นชันเมื่อใช้ระยะปลูกที่กว้างขึ้น ผลผลิตเหง้ารองแห้งจะมีค่าลดลงตลอดแตกต่างกัน ผลผลิตเหง้ารองแห้งมีค่าต่ำสุดเมื่อใช้ระยะปลูกกว้างที่สุดเท่ากับ 60 x 60 เซนติเมตร โดยมีค่าเท่ากับ 48.49 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่าลดลงมากถึง 77.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร

ตารางที่ 8 น้ำหนักเหง้ารองแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	60	90	120	150	180	210
20 x 20	7.60	8.60	19.20	43.40	97.80	217.80
25 x 25	4.99	5.63	12.03	28.67	64.51	143.49
30 x 30	3.47	3.91	8.89	19.91	45.07	100.44
35 x 35	3.13	3.59	7.97	18.02	40.88	91.17
40 x 40	3.30	3.70	8.40	18.90	42.80	95.10
45 x 45	2.69	3.00	6.72	15.25	34.52	77.26
50 x 50	2.40	2.53	5.76	13.02	29.47	65.54
55 x 55	1.96	2.09	4.76	10.76	24.30	53.95
60 x 60	1.76	1.98	4.40	9.81	21.82	48.49
เฉลี่ย	3.48	3.89	8.68	19.75	44.58	99.25
LSD (0.05)	2.03	2.27	4.60	11.61	26.17	58.41
CV (%)	25.22	25.02	22.83	26.30	27.29	25.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. อัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารอง

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารอง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่ช่วงอายุ 60 – 90 และ 120 – 150 วัน (ตารางที่ 9) อัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารองขมิ้นชันมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออายุมากขึ้นที่ช่วงอายุ 180 - 210 วัน พบว่าขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 45 x 45 เซนติเมตรจะมีอัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารองมากที่สุดเท่ากับ 0.1668 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน รองลงมาคือขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 50 x 50, 55 x 55, 60 x 60, 35 x 35, 40 x 40, 30 x 30, 25 x 25 และ 20 x 20 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารองเท่ากับ 0.1549, 0.1541, 0.1514, 0.1438, 0.1058, 0.0855, 0.0848 และ 0.0825 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของเหง้ารอง (กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุ (วัน)				
(เซนติเมตร)	60 - 90	90 - 120	120 - 150	150 - 180	180 - 210
20 x 20	0.0007	0.0073	0.0166	0.0374	0.0825
25 x 25	0.0007	0.0076	0.0172	0.0385	0.0848
30 x 30	0.0007	0.0077	0.0170	0.0389	0.0855
35 x 35	0.0011	0.0129	0.0290	0.0653	0.1438
40 x 40	0.0010	0.0192	0.0212	0.0481	0.1058
45 x 45	0.0013	0.0151	0.0338	0.0750	0.1668
50 x 50	0.0005	0.0139	0.0277	0.0707	0.1549
55 x 55	0.0007	0.0139	0.0312	0.0536	0.1541
60 x 60	0.0012	0.0192	0.0294	0.0669	0.1514
เฉลี่ย	0.0008	0.0084	0.0248	0.0549	0.1255
LSD (0.05)	ns	4.45	ns	2.38	2.49
CV (%)	28.43	17.36	21.22	18.81	18.95

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. น้ำหนักแห้งรวม

ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งรวม มีค่าแตกต่างก้นทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่อายุ 30 วัน (ตารางที่ 10) ที่อายุ 210 วันพบว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกห่างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดเท่ากับ 17.90 กรัมต่อหลุม และเมื่อระยะปลูกของขมิ้นชันแคบลง น้ำหนักแห้งรวมของขมิ้นชันก็จะมีค่าลดต่ำลง ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 9.29 กรัมต่อหลุม ซึ่งมีน้ำหนักแห้งรวมลดลงมากถึง 48.10 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกันกับน้ำหนักแห้งรวมของขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)						
(เซนติเมตร)	30	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.42	1.02	1.85	2.99	3.39	2.78	9.29
25 x 25	0.48	1.10	1.54	2.46	3.45	6.18	9.83
30 x 30	0.53	1.11	1.50	2.54	3.54	6.26	9.92
35 x 35	0.57	1.21	2.02	3.28	4.21	7.32	12.02
40 x 40	0.59	1.71	2.52	4.22	5.96	10.64	13.32
45 x 45	0.62	1.72	2.63	4.37	6.39	11.11	15.97
50 x 50	0.59	1.72	2.54	4.27	6.13	10.64	16.82
55 x 55	0.60	1.70	2.42	3.94	6.16	10.59	17.18
60 x 60	0.65	1.71	2.50	4.02	6.02	10.45	17.90
เฉลี่ย	0.56	1.44	2.17	3.56	5.02	8.77	13.58
LSD (0.05)	ns	0.31	0.54	0.82	1.19	1.92	2.92
CV (%)	15.06	21.35	19.94	17.09	10.34	16.49	19.91

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. อัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน

ระยะปลูกขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตยกเว้นที่ช่วงอายุ 60 – 90 และ 90 – 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 11) ที่ช่วงอายุ 180 - 210 วันหลังปลูกพบว่า ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำสุด เท่ากับ 0.097 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน และขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่ห่างเพิ่มมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชันก็มีค่าเพิ่มมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชัน มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.205 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่ห่างที่สุดเท่ากับ 60 x 60 เซนติเมตร

ตารางที่ 11 อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	30 - 60	60 - 90	90 - 120	120 - 150	150 - 180	180 - 210
20 x 20	0.017	0.023	0.031	0.011	0.066	0.097
25 x 25	0.017	0.012	0.025	0.027	0.075	0.100
30 x 30	0.016	0.019	0.029	0.027	0.075	0.100
35 x 35	0.018	0.022	0.035	0.025	0.086	0.129
40 x 40	0.027	0.028	0.047	0.048	0.129	0.184
45 x 45	0.030	0.030	0.048	0.056	0.130	0.189
50 x 50	0.031	0.032	0.047	0.051	0.124	0.170
55 x 55	0.027	0.030	0.042	0.061	0.122	0.181
60 x 60	0.029	0.030	0.042	0.055	0.122	0.205
เฉลี่ย	0.024	0.025	0.038	0.040	0.103	0.151
LSD (0.05)	ns	ns	ns	0.02	0.03	0.39
CV (%)	17.78	29.96	22.49	23.90	14.01	15.46

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ดัชนีเก็บเกี่ยวขมิ้นชัน

ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกัน ดัชนีเก็บเกี่ยวของขมิ้นชันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 12) ที่อายุ 210 วันมีแนวโน้มว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 45 x 45 และ 50 x 50 เซนติเมตรจะมีดัชนีเก็บเกี่ยวมากที่สุดเท่ากับ 0.61 รองลงมาคือขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 20 x 20 และ 55 x 55 ซึ่งมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.59 และขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูก 35 x 35, 25 x 25, 40 x 40, 30 x 30 และ 60 x 60 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของขมิ้นชันเท่ากับ 0.58, 0.57, 0.57, 0.55 และ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ดัชนีเก็บเกี่ยวขมิ้นชันของขมิ้นชันเมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	60	90	120	150	180	210
20 x 20	0.19	0.20	0.16	0.32	0.42	0.59
25 x 25	0.18	0.17	0.20	0.32	0.40	0.57
30 x 30	0.17	0.19	0.19	0.31	0.39	0.55
35 x 35	0.20	0.17	0.19	0.33	0.43	0.58
40 x 40	0.20	0.18	0.20	0.33	0.41	0.57
45 x 45	0.23	0.20	0.23	0.35	0.45	0.61
50 x 50	0.22	0.25	0.21	0.33	0.43	0.61
55 x 55	0.22	0.19	0.23	0.33	0.43	0.59
60 x 60	0.19	0.21	0.22	0.31	0.41	0.53
เฉลี่ย	0.20	0.20	0.20	0.33	0.42	0.58
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.89	20.03	18.82	15.20	14.50	12.26

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. จำนวนลำต้นต่อหลุม

ผลจากการทดลองโดยใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกัน พบว่าขมิ้นชันมีจำนวนลำต้นต่อหลุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13) ช่วงอายุ 90 – 120 วัน แต่เมื่อขมิ้นชันมีอายุมากขึ้น ที่อายุ 150– 210 วัน พบว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบ คือ 20 x 20 , 25 x 25 , 30 x 30 และ 35 x 35 เซนติเมตร จะมีจำนวนลำต้นต่อหลุมน้อยที่สุด โดยมีจำนวนต้นที่เท่ากัน คือ 1 ต้นต่อหลุม ตามลำดับ แต่เมื่อใช้ระยะปลูกกว้างขึ้น จำนวนต้นต่อหลุมของขมิ้นชันมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ขมิ้นชันมีจำนวนต้นมากที่สุดเมื่อปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่กว้างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนต้นต่อหลุมเท่ากับ 2.50 ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 13 จำนวนลำต้นต่อหลุม (ต้นต่อหลุม) ของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)				
(เซนติเมตร)	90	120	150	180	210
20 x 20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25 x 25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30 x 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35 x 35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40 x 40	1.50	1.50	2.00	2.00	2.00
45 x 45	1.50	1.50	2.00	2.00	2.00
50 x 50	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00
55 x 55	1.50	1.50	1.50	2.00	2.00
60 x 60	1.50	2.00	2.00	2.00	2.50
เฉลี่ย	1.28	1.38	1.72	1.56	1.61
LSD (0.05)	ns	ns	0.54	1.27	0.71
CV (%)	43.26	40.79	15.71	34.30	18.70

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. จำนวนเหง้าต่อหลุม

จากการทดลองโดยใช้ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกัน พบว่าดัชนีเก็บเกี่ยวของขมิ้นชันทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) ยกเว้นที่ช่วงอายุ 180 และ 210 วัน ที่ช่วงอายุ 210 วันพบว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบคือ 20 x 20 และ 25 x 25 เซนติเมตร จะมีจำนวนเหง้าต่อหลุมน้อยที่สุด โดยมีจำนวนเหง้าเท่ากันคือ 8 เหง้าต่อหลุม ตามลำดับ แต่เมื่อใช้ระยะปลูกที่กว้างขึ้น จำนวนเหง้าต่อหลุมของขมิ้นชันมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ขมิ้นชันมีจำนวนเหง้าต่อหลุม มากที่สุดเมื่อปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่กว้างที่สุด คือ 60 x 60 เซนติเมตร ซึ่งจะมีจำนวนเหง้าต่อหลุมมากที่สุดเท่ากับ 16.00 เหง้า ตามลำดับ

ตารางที่ 14 จำนวนเหง้าต่อหลุมของขมิ้นชัน เมื่อปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันที่อายุต่างกัน

ระยะปลูก	อายุวันหลังปลูก (วัน)					
(เซนติเมตร)	60	90	120	150	180	210
20 x 20	2.50	3.50	3.50	4.00	4.50	8.00
25 x 25	2.50	3.50	4.00	4.50	4.50	8.00
30 x 30	3.00	4.50	5.00	5.50	6.50	8.50
35 x 35	3.50	4.50	5.00	5.50	6.50	9.00
40 x 40	3.50	4.50	5.50	6.50	8.00	10.00
45 x 45	4.00	5.50	6.50	8.00	10.00	14.50
50 x 50	3.50	5.00	6.50	7.50	9.00	14.70
55 x 55	3.50	5.00	6.00	6.50	9.00	15.00
60 x 60	3.50	4.50	5.00	6.50	7.00	16.00
เฉลี่ย	3.28	4.50	5.22	6.06	7.22	11.52
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	4.73	5.07
CV (%)	42.38	30.42	41.97	41.05	28.37	21.05

ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการทดลองนี้แสดงให้เป็นว่า ระยะปลูกขมิ้นชันที่แตกต่างกันมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน กล่าวคือ ขมิ้นชันเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะมีการเจริญเติบโตในสภาพที่มีการแข่งขันกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้ก็เพราะระยะปลูกที่แคบจะทำให้ขมิ้นชันเกิดการบังแสงและเกิดร่มเงาขึ้นในระหว่างพืชด้วยกัน ขมิ้นชันจึงมีการยืดในส่วนของลำต้นมาก และมีการแตกหน่อลดลง (Basnet *et al*, 1974) เฉลิมพล (2535) กล่าวว่า เมื่อความหนาแน่นของพืชเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้พืชนั้นมีความสูงมากขึ้น แต่มีขนาดของลำต้นเล็กลงและอ่อน จึงก่อให้เกิดการหักล้มง่าย ซึ่งผลจากการทดลองนี้ก็พบเช่นเดียวกันว่า ขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบ คือ 20 x 20 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะมีความสูงมากที่สุด (ตารางที่ 1) แต่มีน้ำหนักแห้งรวมกรัมต่อหลุมมีค่าน้อยที่สุด (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่กว้างขึ้น คือ 60 x 60 เซนติเมตร สอดคล้องกับงานทดลองของสมมารถ (2544) พบว่ากก เมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบคือ 20 x 20 เซนติเมตร กกจะมีความสูงมากแต่มีขนาดของลำต้นเล็กเมื่อเปรียบเทียบกันกับกกที่ใช้ระยะปลูกห่าง คือ 30 x 30 และ 40 x 40 เซนติเมตร แตกต่างกัน นอกจากนี้ ประชา (2536) ที่ได้ศึกษาถึงระยะปลูกในอ้อยพบเช่นเดียวกันว่า เมื่อปรับระยะปลูกอ้อยให้แคบขึ้นมีผลทำให้อ้อยมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ผลผลิตของอ้อยโดยรวมจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ขนาดของลำต้นอ้อยจะมีขนาดเล็กลง

ส่วนการแตกหน่อของขมิ้นชันก็พบว่า เมื่อขมิ้นชันใช้ระยะปลูกที่แคบจะมีการแตกหน่อลดลง โดยพิจารณาจากจำนวนลำต้นต่อหลุม (ตารางที่ 13) และ จำนวนเหง้าต่อหลุม (ตารางที่ 14) ซึ่งในพืชหลายชนิดที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แคบก็ให้ทำนองเดียวกันกล่าวคือ การเพิ่มระยะปลูกให้แคบขึ้น การแตกหน่อมักจะลดลง Power and Alessi (1978) รายงานว่าในข้าวสาลีที่ปลูกโดยใช้ประชากรน้อย การแตกกอของข้าวสาลีจะมีจำนวนมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มประชากรของข้าวสาลีมากขึ้น การแตกหน่อจะมีจำนวนลดลงและจำนวนหน่อที่ให้ผลผลิตเป็นช่อรวงก็จะน้อยลง

ส่วนผลผลิตขมิ้นชันพบว่า เมื่อเพิ่มระยะปลูกขมิ้นชันให้มีความถี่เพิ่มมากขึ้น ผลผลิตเหง้าแห้งขมิ้นชันต่อหลุมจะมีค่าลดลงอย่างเด่นชัด แต่เมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำหนักเหง้าแห้งโดยรวมทั้งหมดเมื่อคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีค่ามากที่สุดเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร เปรียบเทียบกันกับการใช้ระยะปลูกที่กว้างขึ้นแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบจะมีการแตกหน่อน้อย จำนวนต้นต่อหลุมน้อย และผลผลิตเหง้าต่อหลุมน้อย อย่างไรก็ตามสามารถทดแทนได้โดยมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันกับขมิ้นชันที่มีการใช้ระยะปลูกที่ห่างหรือกว้างขึ้นซึ่งมีการแตกหน่อที่มาก และมีน้ำหนักแห้งของผลผลิตขมิ้นชันต่อหลุมมาก แต่ก็มีจำนวนต้นต่อพื้นที่น้อยกว่าจึงทำให้มีผลผลิตน้ำหนักเหง้าแห้งรวมค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกันกับการปลูกขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกที่แคบ องอาจและฉลองชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2537) พบว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกกว้างจะให้ผลผลิตขมิ้นชันต่อกอหรือต่อหลุมมากกว่าขมิ้นชันที่ใช้ระยะปลูกแคบแตกต่างกัน ซึ่งจำนวนต้นต่อพื้นที่ก็เป็นสิ่งที่มีสำคัญมากสามารถทำให้ผลผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้นได้ สมมารถ (2544) พบว่ากกที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แคบ กกจะมีจำนวนต้นต่อพืชที่มาก จึงทำให้มีผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งมากถึง 62.22–85.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกันกับกกที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่ห่างกว่าแตกต่างกัน ซึ่งผลดังกล่าวนี้นอกจากจะพบในขมิ้นชันยังพบได้ในพืชชนิดอื่น ๆ อีกเช่น ในไพล ทรงเกียรติ และคณะ (2538) พบว่าการปลูกไพลเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบจะให้ผลผลิตไพลเพิ่มมากขึ้นได้ โดยใช้ระยะปลูกไพลเท่ากับ 25 x 25 เซนติเมตร ไพลให้ผลผลิตเมื่อคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่มากกว่าการใช้ระยะปลูกที่ห่างคือ 75 x 75 เซนติเมตร มากถึง 11.3 เท่า ในข้าวโพด Brown *et al.* (1970) ก็พบเช่นเดียวกันว่าข้าวโพดเมื่อใช้ระยะปลูกที่แคบลงคือ 51 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตมากกว่าข้าวโพดที่ใช้ระยะปลูกที่ห่างคือ 102 เซนติเมตร มากถึง 33.70 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลือง Oriade *et al.* (1997) ก็พบว่าถั่วเหลืองที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แคบคือ 50 เซนติเมตร หรือน้อยกว่าให้ผลผลิตมากกว่าถั่วเหลืองที่ใช้ระยะปลูกที่ห่างคือ 75 เซนติเมตร หรือ 100 เซนติเมตร แตกต่างกัน (Ethredge *et al.*, 1989)

สำหรับคำแนะนำในการปลูกขมิ้นชันของเกษตรกร ผลจากการทดลองนี้อาจพอแนะนำกว้าง ๆ ได้ว่าเกษตรกรปลูกขมิ้นชันโดยไม่คำนึงถึงผลผลิตเหง้าแห้งโดยรวมเพียงแต่ต้องการขมิ้นชันที่มีเหง้าขนาดใหญ่ โดยมีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีและมีน้ำหนักเหง้าแห้งต่อหลุมมากก็ควรใช้ระยะปลูกที่ห่าง คือ 60 x 60 เซนติเมตร แต่ถ้าต้องการให้ได้ผลผลิตเหง้าแห้งรวมเป็นกิโลกรัมต่อไร่มาก โดยไม่คำนึงถึงขนาดของเหง้าแห้งที่ได้รับก็ควรใช้ระยะปลูกที่แคบขึ้นคือ 20 x 20 เซนติเมตร เพราะระยะปลูกที่ถี่มากขึ้นจะทำให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากและผลผลิตเหง้าแห้งมีค่าเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้พอสรุปได้ว่า ผลของระยะปลูกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตขมิ้นชันแตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่แคบที่สุด คือ 20 x 20 เซนติเมตร ขมิ้นชันจะมีความสูงค่อนข้างมาก แต่มีน้ำหนักแห้งรวม อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น จำนวนเหง้าและน้ำหนักเหง้าแห้งต่อหลุมน้อยกว่าการปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่ห่างคือ 60 x 60 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงผลผลิตเหง้าแห้งเป็นกิโลกรัมต่อไร่ การใช้ระยะปลูกที่แคบ คือ 20 x 20 เซนติเมตร ขมิ้นชันให้ผลผลิตเหง้าแห้งมากที่สุด ในขณะที่การปลูกขมิ้นชันโดยใช้ระยะปลูกที่ห่าง คือ 60 x 60 เซนติเมตร ให้ผลผลิตต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2535. ในรายงานการวิจัยประจำปี 2534. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์. 2538. เอกลักษณ์สมุนไพร. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 197 หน้า.

นที ชวนสนิท. 2543. แนวโน้มการตลาดผลิตภัณฑ์สมุนไพรภายในประเทศและต่างประเทศ หน้า 385- 398 ในการสัมนา เรื่อง แนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย ระหว่างวันที่ 13 – 14 กันยายน 2543 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพมหานคร.

นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวิวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 93-95.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 32-37.

ปัจจุบัน เหมหงษา. 2541. สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน. สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. สมุนไพรก้าวใหม่. บริษัท ที.พี. บริ้นท์ จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 202 หน้า.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2529. ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร. บริษัท เมดิคัล มีเดีย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. หน้า 102-104.

พร้อมจิต ศรลัมพ์. 2536. สมุนไพรกับโรคระบบทางเดินอาหาร. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 121 หน้า.

พร้อมจิต ศรลัมพ์ , รุ่งระวี เต็มศิริญาษ์กุล , วงษ์สถิตย์ อังกูล และอาธร ริ้วไพบูลย์. 2532. สมุนไพรและยาที่ควรรู้. สำนักพิมพ์ อาร์ ดี พี. กรุงเทพมหานคร. 342 หน้า.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด. ด่านสุธาการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 274 หน้า.

รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. 2536. สมุนไพรรักษาโรคเรื้อรัง. ภาควิชาเภสัชพฤกศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. ตำรา-เอกสารวิชาการฉบับที่ 59. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู. หน้า 49-53.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 59-62.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีณา เชิดบุญชาติ. 2543. ปลูกผักไทยได้ทั้งอาหารและยา. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

วันชัย มั่นคง. 2522. อิทธิพลของระดับประชากรและระยะแถวต่อผลผลิตและลักษณะที่สำคัญในข้าวฟ่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

วันดี กฤษณพันธ์. 2536. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

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

สถาบันการแพทย์ไทย. 2540. การแพทย์ไทยกับการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยและผู้ติดเชื้อเอดส์. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2525. คู่มือสมุนไพรขมิ้น ภาควิจัยร่วมพัฒนากรรมวิธีปรับปรุงและควบคุมคุณภาพสมุนไพรเพื่อใช้ในประเทศ และการส่งออก. 10 หน้า.

สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2544. มาตรฐานสมุนไพรไทยขมิ้นชัน. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณาสุข. 71 หน้า

สมุนไพรชาวบ้าน. 2527. รวมความรู้จากข่าวสารสมุนไพร ตั้งแต่ปี 2523-2525. สำนักพิมพ์มูลนิธิโกมลคีมทอง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 53-62.

สายัณห์ ทัดศรี. 2535. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน. กรุงเทพมหานคร. หน้า 402 – 404.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน. สำนักพิมพ์ดอกหญ้า. กรุงเทพมหานคร. 176 หน้า.

สมชาย บุญประดับ . 2541. อิทธิพลของอัตราปลูกและวิธีการให้น้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดไร่หลังข้าว. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 16 ฉบับที่ 2. กรุงเทพมหานคร. หน้า 137 – 143.

สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2544. อิทธิพลของระยะปลูกและความลึกของน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกกพันธุ์พื้นเมือง 2 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

อภิพรรณ พุกภักดี, ไสว พงษ์เก่า และวิจารณ์ วิชชุกิจ. 2529. สรีรวิทยาของการผลิตพืช ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 302 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องอาจ หาญชาญเลิศ และฉลองชัย แบบประเสริฐ 2537. ผลของขนาดหัวพันธุ์และระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน. หน้า 49-52. เสนอในการสัมมนาผลการดำเนินงานโครงการวิจัย KIP ประจำปี 2536. วันที่ 16 – 19 พฤษภาคม 2537 ณ ห้องประชุมคณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Aliessi, J.,J.F. Power and D.C. Zimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population, and row spacing. Agron. J. 69:465-469.

Basnet, B., E.L. Mader and C.D.Nickell. 1974. Influence of between and within-row spacing on agronomic characteristics of irrigated soybeans. Agron. J. 66:657-659.

Brown, R.H., E.R. Beaty, W.J.Ethredge and D.D. Hayes. 1970. Influence of row width and plant poputation on yield of two varieties of corn (Zea mays L.). Agron. J. 62: 767-770.

Clegg, M.D., W.W. Biggs, J.D.Eastin, J.W.Maramville, and C.Y. Sullivan. 1974. Light tranamission in field communities of sorghum. Agron. J. 66:471-476.

Cooper,R.T. 1971. Influence of early lodging on yield of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) Agron. J. 63:449-450.

Cox, W.J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agron.J. 88:489-496.

Dassanyake, M.D. 1984. A revised handbook to the flora of Ceylon. Vol 4. Rotterdam. 500 p.

Donald, C.M. 1963. Composition among crop and pasture plant. Adv. Agron., 15:1 -118.

Doss,B.D. and D.L. Thurlow. 1974. Irrigation, row width, and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. Agron.J. 66:620-623.

Egharevba, P.N. 1975. Planting pattern and light interception in maize. P. 15-17. In Proc. Physiology Program Formulation Workshop, Ibadan, Nigeria. April 1975. IITA, Ibadan, Nigeria.

Ethredge, W.J., D.A. Ashley, and J.M. Wooddruff. 1989. Row spacing and plant population effects on yield components of soybean. Agron.J. 81: 947-951.

Fontes, L.A.N. and A.J. ohlrogge. 1972. Influence of seed size and population on yield and other characteristics of soybean (*Glycine max* (L.) Merrkll). Agron.J. 66:833-863.

Fuangfupong, S.R. Thiraporn, P.Rungchang and J. Rungchuang. 1980. Corn and sorghum agronomic studies in 1980. Thailand National Corn and Sorghum. Annual Report. P.286.

Joseph, K.D.S.M., M.M.Alley, D.E. Brann and W.D. Gravelle. 1985. Row spacing and seeding rate effects on yield and yield components of soft red winter wheat. Agron.J. 77:211-214.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Karlen, D.L. and C.R. Camp. 1985. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in atlantic coastal. Agron. J. 77:393-398.

MacGowan, M., H.M. Taylor, and J. Willingham. 1991. Influence of row spacing on growth, light and water use by sorghum.J.Agric Sci. Camb. 116:329-339.

Mason, W.K., H.M. Taylor, A.T.P. Bennie, H.R.Rowse, D.C. Reicosky, and Y. Yung. 1980. Soybean row spacing and soil water supply : Their effect on growth development, water relation, and mineral uptake. Advances in Agricultural Technology. USDA Science and Education Administration, Peoria, IL.

Muchow, R.C., D.B. Coates, G.L. Wilson, and M.A. Foale. 1982. Growth and productivity of irrigated sorghum bicolor (L.) Moench in Northern Australia : I Plant density and arrangement effects on light interception and distribution, and grain yield, in the hybrid Texas 610 SR in low and medium latitudes, Aust.J.Agric. Res. 33:773-784.

Oriade, C.A., D.R.Dillon, E.D. Vories and M.E. Bohanan. 1997. An economic analysis of alternative cropping and row spacing systems for soybean production. J. Prod. Agric. 10: 619-624.

Parez, A.Q., F.P. Gardner, and K.J. Boote. 1989. Determinate-and indeterminate-type soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date. Crop Sci. 29 : 150-157.

Pookpakdi, A. 1997. A study of growth and yield components of soybean. Ph.D. Dissertation. Univ. of Missouri, U.S.A.

Power, J.F. and Alessi, J. 1987. Tiller development on yield of standard and semidwarf apring wheat varieties as effected by nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci. 90: 90-97.

Shible, R.M. Et al. 1996. For corn and soybeans-narrow rows. Iowa Farm Sci. 20 : 3 – 6.

Stickler, F.C. and H.H.Lanude. 1960. Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain sorghum and forage sorghum. Agron. J.52 : 275-277.

Timmons, D.R., R.F. Holt and J.T. Moragham. 1966. Effect of corn population and water- use efficiency in northern corn belt. Agon. J. 58 : 429-462.

Tollenaar, M. and A.Aguilera. 1992. Radiation use efficiency of old and new maize hybrid. Agron.J. 84 : 536-541.

Zaffaroni, E. and A.A.Scheiter. 1989. Water-use efficiency and light interception of semid waft and standard-height sunflower hybrids grown in different row arrangements. Agron.J. 81 : 831-836.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้