13798

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา

(To study the effects of water stress at different growth stages on growth and yield of sesames)

T100081

โดย

นางสาวคมขำ ทองประวัติ

นายจิรชัย เหลืองอุไร

นางสาวชไมพร สรรพกิจโกศล

นายไพรวรรณ โลหะทิน

นายสุพจน์ ปาปักเข

อาจารย์สมยศ เดชภิรัตนมงคล ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100081
วัน,เดือน,ปี.....17 JUN 2000

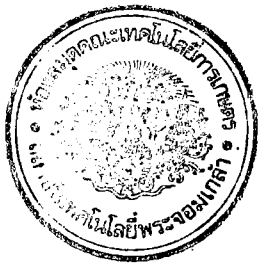
(ผศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 26 เดือน ม.ค. พ.ศ. 2543

นพ.
ค146ก
2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำนิยม

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมยศ เดชภิรัตนมงคล ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้กรุณาเป็นประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา และได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา และถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ตลอดทั้งตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำบางอย่างที่เป็นประโยชน์ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การทำปัญหาพิเศษจะไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างเรียบร้อย หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลาย ๆ ท่านของคณะเทคโนโลยีการเกษตร และบรรดาเจ้าหน้าที่อีกหลาย ๆ ท่าน ผู้จัดทำขอกล่าวคำขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายที่สุด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษนี้

คมชำ ทองประวัติ
จิรชัย เหลืองอุไร
ชไมพร สรรพกิจโกศล
ไพรวรรณ โลหะทิน
สุพจน์ ปาปักเข
มีนาคม 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา

(To study the effects of water stress at different growth stages on growth and yield of sesames)

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา ทำการทดลองที่แปลงทดลองคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design มี 3 ซ้ำ Main plot ประกอบไปด้วยงา 2 พันธุ์คือ พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 ส่วน Subplot มี 5 ทรีทเมนต์ ดังนี้คือ ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต และงดให้น้ำในระยะกล้าจนถึงระยะก่อนออกดอก (คือ อายุประมาณ 20-30 วัน, W_1) งดให้น้ำในระยะออกดอก (คือ อายุประมาณ 30-40 วัน, W_2) งดให้น้ำในระยะติดฝัก (คือ อายุประมาณ 35-60 วัน, W_3) งดให้น้ำระยะฝักแรกเริ่มแก่จนจนถึงเก็บเกี่ยว (คือ อายุประมาณ 50-70 วัน, W_4) และให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต (W_5) ผลจากการทดลองพบว่า งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 มีความสูงการสะสมน้ำหนักแห้งรวมของลำต้น ดรรชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิต ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ซึ่งงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 มีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่า แต่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดน้อยกว่างาพันธุ์ MKS-I-8111 แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตมีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งรวมผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะลดลงแตกต่างกันทางสถิติ งาที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุของการเจริญเติบโตมีน้ำหนักแห้งรวมและผลผลิตสูงสุด ส่วนงาที่ขาดน้ำในระยะต่าง ๆ กัน พบว่างาที่ขาดน้ำช่วงออกดอกมีน้ำหนักแห้งรวม ผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะต่ำสุด ดรรชนีเก็บเกี่ยวของงาเมื่อได้รับการขาดน้ำในระยะต่าง ๆ กันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
สารบาญตาราง	(6)
สารบาญภาพ	(7)
1. คำนำ	1
2. ตรวจเอกสาร	2
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของงา	2
2.2 ปริมาณความต้องการน้ำของงา	3
2.3 การขาดน้ำของงา	8
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
3.1 สถานที่และสภาพดินที่ใช้ทดลอง	15
3.2 สภาพฟ้าอากาศ	15
3.3 แผนการทดลอง	21
3.4 การเตรียมแปลง การปลูก และการดูแลรักษา	23
3.5 การให้น้ำชลประทาน	24
3.6 การเก็บข้อมูล	25
3.7 การปฏิบัติทั่วไปในแปลงทดลอง	26
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	32
4.1 ความสูง	32
4.2 ดรรชนีพื้นที่ใบ	32
4.3 น้ำหนักแห้งรวม	35
4.4 น้ำหนักต้นแห้ง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคนิคการเกษตร • สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า •

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 น้ำหนักใบแห้ง	35
4.6 ดรรชนีเก็บเกี่ยว	39
4.7 องค์ประกอบผลผลิต	39
4.8 ผลผลิตเมล็ด	42
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผลการทดลอง	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินในแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม.	16
2	ปริมาณน้ำที่งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 ได้รับตลอดฤดูปลูก	27
3	แสดงน้ำหนักแห้งรวม (กก./ไร่) ของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์มหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่องดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต	36
4	ดรรชนีเก็บเกี่ยว (HI) ของงา 2 พันธุ์คือ ร้อยเอ็ด 1 และมหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต	40
5	องค์ประกอบผลผลิตของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และมหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต	41
6	ผลผลิตเมล็ด (กก./ต่อไร่) ของงา 2 พันธุ์คือ พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 (V_1) และมหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) (V_2) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต (W)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532	17
2	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532	18
3	การระเหยของน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532	19
4	ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532	20
5	แผนผังแปลงทดลองและทรีทเมนต์ต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในแปลงทดลอง	22
6	ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 ปริมาณน้ำฝนรายวัน	28
7	ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ MKS-I-81111 ปริมาณน้ำฝนรายวัน	29
8	ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 ปริมาณน้ำฝนรายวัน	30
9	ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ MKS-I-81111 ปริมาณน้ำฝนรายวัน	31
10	ความสูงงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก.) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของงาทั้งสองพันธุ์เมื่ออายุต่าง ๆ กัน (ข.)	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	ดรรชนีพื้นที่ใบของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก.) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดรรชนีพื้นที่ใบของงาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่าง ๆ กัน (ข.)	34
12	น้ำหนักต้นแห้งของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก.) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต้นแห้งของงาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่าง ๆ กัน (ข.)	37
13	น้ำหนักใบแห้งของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก.) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักใบแห้งของงาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่าง ๆ กัน (ข.)	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนำ (Introduction)

งา (Sesamum indicum L.) จัดว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย การปลูกงาในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลักโดยเฉพาะบริเวณนอกเขตชลประทาน ปัญหาที่สำคัญคือ การกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ และปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ จึงทำให้งาเกิดการขาดน้ำขึ้น หรือแม้แต่ในเขตชลประทานก็ตาม ในบางช่วงของฤดูปลูกก็อาจเกิดการขาดแคลนน้ำได้ ทั้งนี้เพราะว่าปริมาณน้ำชลประทานอาจไม่เพียงพอกับพื้นที่ทั้งหมด โดยเฉพาะช่วงปลาย ๆ ของฤดูเพาะปลูก และบางช่วงระยะเวลาที่มีการปล่อยน้ำชลประทานผ่านพื้นที่เพาะปลูก อาจไม่ตรงตามเวลาที่ต้องการของงา จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้การปลูกงาทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทานไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือ ผลผลิตที่ได้รับยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ และมีความแปรปรวนในแต่ละปี

การขาดแคลนน้ำของพืชนี้จะส่งผลกระทบต่อพืชในหลายๆ ด้าน เช่น ทำให้ความสูง การสร้างพื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตลดลง (Momen, et.al., 1979) แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของผลผลิต ยังขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ และลักษณะความทนทานต่อการขาดน้ำ หรือความแห้งแล้งของงาพันธุ์นั้น ๆ ซึ่งงาแต่ละพันธุ์ก็มีการตอบสนองต่อความแห้งแล้งแตกต่างกัน ดังนั้นการที่จะหาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพดังกล่าว จึงมีการทดลองในครั้งนี้ขึ้นเพื่อศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงา ซึ่งงาที่ได้ทำการศึกษาเป็นงาขาว ที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำให้กลิกรปลูกอยู่ในปัจจุบัน คือ งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และงาพันธุ์ MKS-I-81111 ซึ่งกรมวิชาการเกษตรกำลังทดสอบอยู่ และคาดว่าจะนำออกส่งเสริมให้กลิกรปลูกในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1.1 เพื่อศึกษาถึงการขาดน้ำในช่วงต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของงา 2 พันธุ์

1.2 เพื่อศึกษาถึงความสามารถในการทนแล้งของงา 2 พันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจเอกสาร (Review literature)

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของงา (Botany)

งา (Sesamum indicum L.) เป็นพืชล้มลุกในตระกูล Pedaliaceae จำนวนโครโมโซม 2n = 26 (กองบรรณาธิการ, 2529) มีอายุแตกต่างกันตั้งแต่ 70-180 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ งามีลำต้นตั้งตรง ไม่มีแกน และมีลักษณะเป็นเหลี่ยม 5-6 เหลี่ยม (สินธุเกษตร, 2530) มีร่องตามความยาวของลำต้น และมีความสูงตั้งแต่ 40 ถึง 200 ซม. ลำต้นอาจมีขนเพียงเล็กน้อยหรือหนาแน่น ขึ้นอยู่กับพันธุ์ สีของลำต้นทั่วไป มีสีเขียว และอาจมีสีม่วงปน ลำต้นงามีทั้งชนิดแตกกิ่ง (branched type) และไม่แตกกิ่ง (Unbranched type) (กฤษฎา, 2525; Weiss, 1971) ระบบรากของงาเป็นระบบรากแก้ว (tap root system) (อนันต์, 2526) และรากแก้วนี้อาจหยั่งลงดินได้ลึกถึง 90-100 ซม. หรือมากกว่านี้ (กองบรรณาธิการ, 2529; ทรงยศ, 2529; อนันต์, 2526; Purseglure, 1968 และ Weiss, 1971) ที่รากแก้วจะมีรากแขนงแตกออกมาและมีรากฝอยกระจายอย่างหนาแน่นบริเวณใต้ผิวดิน ขนาดและความยาวของรากงาจะผันแปรไปตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อมในดิน งาที่ปลูกในดินทรายจะมีปริมาณรากมากกว่าที่ปลูกในดินเหนียว (กองบรรณาธิการ, 2529) สำหรับใบของงาจะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพันธุ์และตำแหน่งบนต้น อาจมีรูปร่างตั้งแต่ยาวเป็นรูปใบหอก มาจนถึงกลมรีหรือเป็นแฉก (Weiss, 1971) ขอบใบมีหยัก มีขนาดตามความยาว 3-17 ซม. กว้าง 1-7 ซม. ก้านใบ (pedtiole) ยาวประมาณ 5 ซม. ใบของงามีขน สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม โดยเฉพาะใบที่มีขนมาก จะมีสีเขียวเข้มมาก ดอกของงาจะเกิดที่ซอกของมุมใบ (leaf axil) โดยในแต่ละซอกใบอาจมีดอก 1-3 ดอก แล้วแต่พันธุ์และสภาพแวดล้อม ดอกงาเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ก้านดอก (peduncle) ยาวประมาณ 5 มม. ที่ฐานดอกทั้งสองข้างมีต่อมน้ำหวานสีเหลืองหรือสีดำ (กองบรรณาธิการ, 2529) กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นท่อยาวคล้ายรูประฆัง มีสีขาว หรือสีชมพูอ่อนหรือสีเหลือง ภายในมี stigma 4 อัน (อนันต์, 2526; Tribe, 1967) ดอกงาจะบานในตอนเช้าเวลาประมาณ 05.00 - 7.00 น. และร่วงในตอนเย็นประมาณ 16.30 - 18.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Weiss, 1983) กฤษฎา (2525) กล่าวว่า ตามปกติงาจะออกดอกเมื่ออายุ 42-45 วันหลังปลูก โดยความแตกต่างของอายุการออกดอกนี้จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ และช่วงแสงของวันที่จะทำให้งาออกดอกได้เร็วขึ้นหรือช้าลง ฝักของงาจะมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น ค่อนข้างกลมป้อม หรือทรงกระบอก Weiss (1983) กล่าวว่า ฝักงามีความยาวตั้งแต่ 2.5 ซม. ถึง 8 ซม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ถึง 2 ซม. ฝักของงาจะมีขนปกคลุม ปลายฝักมีจงอยแหลม เมื่อฝักแก่จะแตกออกทำให้เมล็ดร่วงหลุดออกได้ ฝักงาจะแก่จากโคนลำต้นไปสู่ส่วนยอด ภายในฝักหนึ่ง ๆ อาจมี 4-8 พู (locules) กองบรรณาธิการ (2529) กล่าวว่า เมล็ดงา มีลักษณะแบนเรียงซ้อนกันอยู่ในแต่ละพู ภายในฝักฝักหนึ่งอาจมีเมล็ดตั้งแต่ 70 ถึง 100 เมล็ด และสินธุเกษตร (2530) กล่าวว่า เมล็ดงา 1000 เมล็ด จะมีน้ำหนักตั้งแต่ 2 ถึง 5 กรัม เปลือกของเมล็ดงามีหลายสีขึ้นอยู่กับพันธุ์ของงา โดยอาจจะมีสีขาว สีขาวอมเหลือง สีเทา สีน้ำตาล สีน้ำตาลแก่ สีแดง และสีดำ (กฤษฎา, 2525; อนันต์, 2526; Purseglove, 1968; Weiss, 1971)

2.2 ปริมาณความต้องการน้ำของงา (Water requirement)

Doorenbos และ Pruitt (1977) กล่าวว่า ความต้องการน้ำของพืช หมายถึง "ปริมาณน้ำที่วัดเป็นความลึก (มม., ซม., หรือนิ้ว) ที่ต้องการเพื่อชดเชยปริมาณน้ำที่สูญเสียไป โดยขบวนการคายระเหย (evapotranspiration, ET) ของพืชที่ปราศจากโรคและเจริญเติบโตในสภาพไร่ที่ไม่มีปัจจัยจำกัดทางดิน น้ำ และธาตุอาหาร และพืชนั้นสามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพภายใต้สภาพแวดล้อมนั้น" หรืออาจหมายถึงปริมาณน้ำที่ใช้ไปในการคายระเหย (ET กรัม หรือกิโลกรัม) เพื่อสร้างน้ำหนักแห้ง (dry matter, DM) 1 หน่วย หรือสัดส่วนระหว่าง E.T. กับ DM. (ET./DM.) (Gardner, Pearce and Mitchell, 1985) หรืออาจเรียก Water Consumitive use of crop หรือ crop water use (วิบูลย์, 2526 และธวัชชัย, 2526) ซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำ 2 ส่วน คือ (1) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการคายน้ำ (transpiration, T) (2) ปริมาณน้ำที่ระเหยไปจากผิวดินโดยตรง (soil evaporation, E) รวมถึงปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวน้ำ และน้ำที่เกาะอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งปริมาณทั้ง 2 ส่วนนี้ Burnett และ Fisher (อ้างถึงใน ชุติมา, 2521) กล่าวว่าการระเหยน้ำจากผิวดิน จะมีปริมาณน้อยกว่าการคายน้ำของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เจริญบนดินนั้น แต่น้ำจากผิวดินจะมีปริมาณน้อยกว่าการคายน้ำของพืชที่เจริญบนดินนั้น แต่ Peter (อ้างถึงใน ธวัชชัย, 2526) รายงานว่าการระเหยน้ำจากผิวดินในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ จะมีปริมาณเท่ากับการคายน้ำของพืช หรือประมาณ 50% ของการคายระเหยทั้งหมด จากการทดลองของ Lemon และคณะ และ Rawitz และคณะ (อ้างถึงใน ชุติมา, 2521) พบว่าการคายระเหยน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน ชนิดพืชและสภาพฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับที่ Doorenbos และ Pruitt (1977) ได้สรุปว่าความต้องการน้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยได้แก่ (1) ปัจจัยของสภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช (2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับพืช เช่น ชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโตทางดิน รวมถึงการจัดการทางเกษตรอื่น ๆ ดังนั้นเอง ความต้องการน้ำของพืชที่ปลูกในบริเวณต่าง ๆ จะมีความผันแปรแตกต่างกันไป

สำหรับงาซึ่งเป็นพืชที่ค่อนข้างทนต่อความแห้งแล้ง แต่ก็ไม่หมายความว่าจะให้ผลผลิตสูง เมื่อปลูกในที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนน้อยเกินไป หรือขาดน้ำบางช่วงของการเจริญเติบโต แต่การที่บอกว่างาเป็นพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งนั้นเป็นการชี้ให้เห็นว่า งาเป็นพืชที่มีความสามารถทนต่อความแห้งแล้งหรือขาดน้ำ (Water stress) ในบางช่วงของการเจริญเติบโตดีกว่าพืชชนิดอื่นบางชนิด (Weiss, 1971) งาแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการทนแล้ง และปรับตัวให้เข้ากับปริมาณน้ำฝนได้แตกต่างกัน ซึ่งการทนแล้งของงามีความสัมพันธ์โดยตรงกับการดูดน้ำไปใช้ งาพันธุ์ทนแล้งได้มากจะมีอัตราการดูดน้ำจากดินมาใช้ได้ช้ากว่าพันธุ์ที่ทนแล้งได้น้อย พันธุ์ที่ปลูกในเขตร้อนจะมีความสามารถในการทนแล้งได้ดีกว่าพันธุ์ที่ปลูกในที่อบอุ่น (พรรณทิพา และคณะ, 2529) งาที่ปลูกในฤดูฝนนั้นปกติจะมีความชื้นเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก ปกติงาจะปลูกได้ดีในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 500 ถึง 1500 มม.ต่อปี สำหรับการปลูกงาในประเทศสหรัฐอเมริกานั้น งาจะเจริญเติบโตและให้ผลดีเมื่อได้รับน้ำระหว่าง 450-1000 มม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการให้น้ำ ส่วนในทวีปอเมริกาใต้ความต้องการใช้น้ำของงาในแหล่งปลูกต่าง ๆ จะอยู่ระหว่าง 400-800 มม. ขึ้นอยู่กับพันธุ์งา ถ้าเป็นพันธุ์อายุสั้นความต้องการน้ำก็จะต่ำ จากรายงานการใช้น้ำของงาในประเทศปากีสถาน และอินเดียพบว่าต้องมีปริมาณน้ำอย่างต่ำ 500 มม. จึงทำให้งามีผลผลิตสูงสุด ในประเทศซูดานในทวีปอัฟริกา พบว่ามีการปลูกงาในเขตที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 300-600 มม. แต่ในทวีปเอเชียซึ่งมีการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ในประเทศอิสราเอล พบว่าการปลูกงาโดยมีการให้น้ำชลประทาน 170 มม. ร่วมกับน้ำฝน 200 มม. มีผลทำให้งามีผลผลิตสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Weiss (1971) และ Tribe (1967) ที่กล่าวว่าในเขตที่มีฝนตกน้อย หากมีการให้น้ำชลประทาน ก็จะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของงาได้

Kostrinsky (อ้างถึงใน Shiv Raj, 1978) ได้ศึกษาความต้องการน้ำของงา พบว่างาต้องการน้ำประมาณ 250-300 มม. ซึ่งต่างจาก F.A.O. (1971) และกองบริรักษ์ที่ดิน (2525) ที่กล่าวว่างามีความต้องการน้ำประมาณ 450-500 มม. ซึ่งความต้องการน้ำของงาที่แตกต่างกันนี้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันของพันธุ์งาที่ใช้ปลูก

สำหรับประเทศไทย มีรายงานว่าปริมาณน้ำฝนซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของงาเพียงแค่ 300 มม. (ทรงยศ, 2529) แต่จากรายงานของสำราญ และศจี (2530) ที่ได้ศึกษากับงานดำนครสวรรค์ ที่สถานีค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ในโครงการชลประทานเพชรบุรี จ. เพชรบุรี พบว่างาใช้น้ำตลอดฤดูปลูก 360-370 มม. ซึ่งจะเห็นได้ว่างามีการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตผันแปรต่างกัน Weiss (1983) ได้สรุปว่างาสามารถเจริญเติบโตได้ในเขตที่มีฝนตกเฉลี่ยตั้งแต่ 600 ถึง 1000 มม. แต่ในเขต Semi arid ปริมาณน้ำฝน 650 มม. หรือต่ำกว่า งาก็สามารถเจริญเติบโตได้

ในการปลูกงาโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลักนั้น เพื่อให้งาได้รับปริมาณน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอและตรงต่อความต้องการของงาในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต จึงต้องคำนึงถึงปริมาณและการกระจายของน้ำฝนเป็นสำคัญ โดยเลือกช่วงปลูกที่มีฝนตกไม่มากนักในระยะต้นอ่อน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอที่จะทำให้ดินชุ่มชื้นพอที่เมล็ดจะงอกได้ และถ้าหากมีฝนตกชุกมากก็จะทำให้เมล็ดเน่าเสียหาย เปอร์เซนต์ความงอกในแปลงก็จะต่ำ และถ้ามีฝนตกชุกมากในช่วงที่เป็นต้นอ่อนจะทำให้ลำต้นของงาหักล้ม การเจริญเติบโตในช่วงแรกไม่ดี (พนัส และคณะ, 2518) จอห์น และคณะ (2522) ได้ทดลองหาวันปลูกงาที่ศูนย์พัฒนาที่ดิน จังหวัดลำปาง พบว่าการปลูกงาช้าออกไปหลังเดือนมิถุนายน แล้วผลผลิตของงาจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้ก็เนื่องจากการระบาดของเชื้อโรค ส่วนการปลูกงาในเดือนกันยายนหรือหลังจากนี้ จะมีปัญหาในการขาดน้ำโดยเฉพาะเมื่อปลูกในช่วงตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายฤดู มีผลทำให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อำนวย และคณะ (2525) ซึ่งปลูกงาพันธุ์ W-53 ที่สถานีทดลองพืชไร่ จังหวัดเลย ตอนช่วงปลายฤดูฝนพบว่า งาให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากปริมาณฝนไม่เพียงพอ อนันต์และคณะ (2526) และอำนวย (2526) ได้ทดลองปลูกงาก่อนฤดูฝนที่ตำบลบ้านม่วงในเขตจังหวัดขอนแก่น พบว่าการปลูกงาต้นฤดูฝนสามารถปลูกได้ดีตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ และการปลูกในเดือนกุมภาพันธ์จะให้ผลผลิตสูงกว่างาที่ปลูกในเดือนมีนาคมหรือเมษายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากงาที่ปลูกในเดือนกุมภาพันธ์มีการเจริญเติบโตในช่วงแรกดีกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ถ้ามีการปลูกงาล่าออกไป งาจะได้รับน้ำในปริมาณมากและความชื้นในดินสูง ซึ่งจะมีผลต่อการงอกและการตั้งตัวของงาในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ทำให้มีผลต่อเนื่องถึงผลผลิตลดต่ำลง อำนวย (2526) พบว่าการเตรียมดินตั้งแต่ปลายฝนที่ผ่านมาจะช่วยให้สามารถปลูกงาได้เร็วขึ้น และจะให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูกช้าออกไป เนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำท่วมแปลงปลูกในช่วงเก็บเกี่ยว ตู้ (2524) กล่าวว่านอกจากนี้เราอาจประสบปัญหาเกี่ยวกับแมลงปีกแข็งกัดกินต้นอ่อนและฝักอ่อน Desai และ Goyal (1981) ทำการปลูกงาในประเทศอินเดียในช่วงต้นฤดูฝน และได้สรุปผลการทดลองว่า ช่วงเวลาปลูกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตงา โดยเมื่อปลูกงาเร็วขึ้นจะทำให้ผลผลิตของงาเพิ่มขึ้น แต่การปลูกในช่วงต้นฤดูฝนที่สถานีทดลองพืชไร่อู่ทอง จากงานทดลองของ อำนวยและคณะ (2525) พบว่าให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนมากเกินไปในช่วงต้นฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากงาเป็นพืชไม่ทนทานต่อการท่วมขังของน้ำ จึงทำให้ผลผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม จากการทดลองหลาย ๆ สถานีทดลองพบว่าการปลูกงาจะให้ผลผลิตดีนั้น จะต้องปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เพราะว่าในช่วงต้นฤดูฝนงาได้รับน้ำฝนเพียงเล็กน้อย ซึ่งก็เพียงพอต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรก และหลังจากนั้นงาจะได้รับปริมาณน้ำมากขึ้นอย่างเพียงพอในช่วงฤดูฝน และช่วงเก็บเกี่ยวก็เป็นช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ซึ่งเป็นเหตุผลทำให้งามีผลผลิตสูงกว่าการปลูกในช่วงอื่น ๆ (อาวุธ และคณะ, 2523; กนกพร และคณะ, 2523; ภิรมย์ และโกสุม, 2526)

ในประเทศอินเดียพบว่าการปลูกในช่วงฤดูฝน จะปลูกในช่วงปลายเดือนพฤษภาคมถึงสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของฤดูฝน หากปลูกล่าช้ากว่านี้อาจทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากงาจะมีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบสั้น และงาจะขาดน้ำในตอนปลายฤดูปลูก (Anon, 1959)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในประเทศอูกานดามีการแนะนำการปลูกงาว่าให้ปลูกในต้นเดือนเมษายน ถ้าปลูกช้ากว่าเดือนเมษายน ผลผลิตจะลดลงถึง 35 เปอร์เซนต์ และเมื่อปลูกช้ากว่าเดือนพฤษภาคม ผลผลิตจะลดลงถึง 75 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้เนื่องจากการกระจายของน้ำฝนไม่ดี และช่วงแสงที่สั้นลง (Tribe, 1964)

การปลูกงาในเขตที่มีฝนตกน้อย โดยมีการให้น้ำชลประทานจะให้ผลผลิตที่สูงกว่างาที่ปลูกในฤดูฝน โดยเฉพาะในเขตร้อนและแห้งแล้ง จากงานทดลองของเนาวรัตน์ และวิจิตร (2512) ที่สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น พบว่าการปลูกงาพันธุ์ TMV-1 ในฤดูแล้งปี 2512 จะให้ผลผลิต 120 กก.ต่อไร่ ในขณะที่งาพันธุ์นี้เมื่อปลูกในฤดูฝนจะให้ผลผลิตเพียง 75 กก.ต่อไร่ เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากงาเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อน แต่ต้องมีความชื้นเพียงพอ นอกจากนี้ในฤดูร้อนงาจะได้รับแสงมากกว่างาที่ปลูกในฤดูฝน และในฤดูแล้งความชื้นในอากาศมีน้อยจะช่วยลดการระบาดของเชื้อรา จึงทำให้งาได้รับผลผลิตสูง (อนันต์, 2526; Weiss, 1971; Tribe, 1967) Weiss (1971) ศึกษาการให้น้ำแก่งาแบบชลประทานในอินเดีย พบว่าการให้น้ำแก่งา ควรให้ทันทีหลังจากปลูกเพื่อช่วยให้งางอกได้ดี และเพิ่มความแข็งแรงต่อต้นกล้า ส่วนการให้น้ำครั้งที่ 2 ควรให้เมื่องามีความสูง 6 นิ้ว หรือภายหลังจากการกำจัดวัชพืชแล้ว และหลังจากนั้นควรให้ทุก 15-20 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและพันธุ์งา สำหรับปริมาณการใช้น้ำในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของงานั้น จากการศึกษาของ Matsuoka และคณะ (อ้างถึงใน Weiss, 1971) พบว่าการใช้น้ำของงาจะค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นจากระยะต้นกล้าไปจนถึงระยะออกดอก หลังจากนั้นจะลดลง สำหรับระยะที่มีการใช้น้ำมากที่สุดคือ ระยะออกดอก แต่หลังจากระยะที่งาออกดอกไปแล้ว การใช้น้ำของงาจะลดลง แม้ว่างาจะยังคงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบบ้าง ในบางพันธุ์พบว่าที่อุณหภูมิ 30 °C หรือต่ำกว่านี้ การใช้น้ำของงาจะลดลง และจากการศึกษาของสำราญ และศจี (2530) ได้แบ่งปริมาณการใช้น้ำของงาในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตไว้ดังนี้คือ ในระยะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น (44 วันหลังปลูก) มีการใช้น้ำรวม 180 มม. ในระยะออกดอก (37 วัน) ใช้น้ำ 37 มม. ในระยะสร้างเมล็ด (25 วัน) 113 มม. และระยะเมล็ดแก่ (14 วัน) 46 มม. ในทำนองเดียวกันนี้ Weiss (1971) ได้กล่าวไว้ว่า ความต้องการน้ำในช่วงต่าง ๆ ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของงานี้สามารถที่จะแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้คือ ตั้งแต่งอกถึงออกดอก ควรได้รับน้ำประมาณ 35 เปอร์เซนต์ ตั้งแต่ออกดอกจนถึงเจริญเติบโตเต็มที่ใช้น้ำ 45% ช่วงหลังจากนั้นตั้งแต่ฝักแรกเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยว ใช้น้ำประมาณ 80 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำที่ต้องการทั้งหมด

นอกจากนี้ความถี่ในการให้น้ำแก่งาก็นับว่ามีความสำคัญต่อการปลูกงามาก - การให้น้ำในช่วงเวลาที่แตกต่างกันก็จะทำให้ผลผลิตที่ได้รับแตกต่างกันไปด้วย แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้ง ชนิดของดิน และสภาพภูมิอากาศบริเวณล้อมรอบพืช ดังเห็นได้จากงานทดลองของกรมวิชาการเกษตร (2513) พบว่าการให้น้ำแก่งาพันธุ์นครสวรรค์ทุก 5, 7, 10, และ 14 วัน โดยปล่อยไปตามร่องขังทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง ในดินเหนียวชุดราชบุรี แล้วปล่อยน้ำออก เมื่อให้น้ำ 7 วันต่อครั้ง งาจะให้ผลผลิตสูงสุด 412 กก.ต่อเฮกตาร์ ส่วนการให้น้ำ 14 วันต่อครั้งนั้นจะให้ผลผลิตต่ำสุด ซึ่งต่างกับการทดลองของ Abdou และคณะ (1971) ซึ่งพบว่างาที่ให้น้ำทุก ๆ 6 วัน จะให้ผลผลิตต่ำสุด และ Hang (1970) ทดลองปลูกงาในอียิปต์ รายงานว่าเมื่อให้น้ำทุก 7, 15, 20 วันนั้น ผลผลิตของงาจะได้รับสูงสุด เมื่อให้น้ำทุก 5 วัน และจากการทดลองที่ไนจีเรียโดยการปลูกงาในกระถางในเรือนทดลอง พบว่าการให้น้ำทุก 7 วัน จะให้ผลผลิตต่ำที่สุด (Rheenen, 1979)

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความแตกต่างในด้านความต้องการน้ำของงานี้เป็นผลมาจากความแตกต่างในเรื่องพันธุ์งา ฤดูปลูกและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

2.3 การขาดน้ำของงา (Water Deficts)

การเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนถึงระยะให้ผลผลิตนั้นต้องการปัจจัยในการดำรงชีวิตหลายอย่าง แต่น้ำนับว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง Kramer (1963) กล่าวว่าน้ำมีความสำคัญต่อพืชคือ 1. เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อ 2. เป็น reagent ในขบวนการสังเคราะห์แสงและขบวนการ hydrolytic 3. เป็นตัวทำละลาย (solvent) เกลือ, น้ำตาล, และสารละลายอื่น 4. รักษาความเต่งของพืช ทำให้ cell ขยายตัว และเจริญเติบโต

การใช้น้ำของพืชจะเริ่มต้นจากการที่พืชดูดน้ำจากดิน โดยรากพืชและถูกลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อใช้ในขบวนการต่าง ๆ แล้วจึงคายออกสู่บรรยากาศในรูปของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำจากดินผ่านพืชไปสู่บรรยากาศได้นั้น เมื่อพิจารณาจากกฎเกณฑ์ของ water potential แล้ว จะเห็นว่าน้ำจะเคลื่อนที่จากแหล่งที่มี water potential สูง (ดิน) ไปสู่แหล่งที่มี water potential ต่ำ (บรรยากาศ) ดังนั้นการที่น้ำจะเคลื่อนที่เข้าไปในรากพืช แล้วเคลื่อนต่อไปยังลำต้น ใบ ระเหยสู่บรรยากาศรอบๆ ต้นพืช เป็นไปอย่างต่อเนื่องได้นั้น จำเป็นที่ระดับความแตกต่างของ Water potential ระหว่างแต่ละจุดนั้นต้องต่ำลง หรือมีค่าติดลบมากขึ้น อัตราการดูดน้ำและอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านพืช จะถูกกำหนดโดยปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณความชื้นในดิน การสัมผัสระหว่างรากกับดิน ความต้านทานในดินและพืชต่อการไหลของน้ำ และความแตกต่างของ Water potential สำหรับน้ำในดินซึ่งพืชสามารถที่จะนำไปใช้ได้นั้น เราเรียกว่า available water ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง field capacity กับ permanent wilting percentage ซึ่งน้ำในดินที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชนี้จะขึ้นอยู่กับ colloidal property ซึ่งหมายถึงพื้นที่ผิวของอนุภาคของดิน ดินที่มีเนื้อดิน (texture) ที่ละเอียดจะมี available water ที่สูงกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ ส่วนรากพืชจะดูดน้ำในดินมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับ Soil water potential โดยที่ Soil water potential จะมีค่าประมาณ -0.1 ถึง -0.3 bars ที่ permanent wilting percentage และค่านี้จะผันแปรไปตามชนิดของพืช (-15 ถึง -50 bars)

ในสภาพปกติพืชจะมีการดูดน้ำจากดิน และมีการคายน้ำสู่บรรยากาศในอัตราส่วนที่สมดุลย์กัน เพื่อที่จะรักษาระดับความเต่งของเซล และนำน้ำเหล่านี้ไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ แต่เมื่อใดก็ตามที่พืชมีการสูญเสียน้ำออกไปในอัตราที่เร็วกว่าการดูดน้ำของพืชในขณะนั้น ก็จะเกิดสภาวะของการขาดน้ำ (water stress หรือ water dificits) วิจารณ์ (2529) กล่าวว่า water stress หมายถึง ความเป็นอิสระภาพของน้ำในการที่จะแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ตามวิสัยของมัน การคายน้ำของพืชก็เป็นสาเหตุหนึ่ง ซึ่งจะทำให้พืชขาดน้ำได้ ถึงแม้ว่าการคายน้ำของพืชก็เป็นสาเหตุหนึ่ง ซึ่งทำให้พืชสามารถดูดน้ำต่อต้านกับแรงดึงดูดของโลก และผลักดันให้น้ำเกิดการเคลื่อนผ่านความต้านทานต่าง ๆ ได้ (Jarvis, 1975) ทั้งนี้ก็เพราะว่าอัตราการคายน้ำจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันไอ ความต้านทานต่อการไหลของน้ำและความสามารถของพืชและดินที่จะส่งไปยังแหล่งที่มีการคายน้ำ ดังนั้นเองในสภาพแวดล้อมที่มีแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอากาศต่ำ จะทำให้การคายน้ำของพืชสูงขึ้น และการระเหยน้ำของดินสูง และในที่สุดการดูดน้ำของรากจะทำได้ไม่เท่ากับการสูญเสีย ทำให้พืชแสดงอาการขาดน้ำได้ หรือหากว่าในพืชมีความต้านทานต่อการไหลของน้ำสูง ก็จะทำให้พืชขาดน้ำได้เหมือนกัน ดังจะเห็นได้จากการทดลองของ Boyer (1971) ซึ่งได้ทำการศึกษาวัดความต้านทานต่อการไหลของน้ำในทานตะวัน, bean, และถั่วเหลือง พบว่าถั่วเหลืองจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำต่ำกว่าพืชอีก 2 ชนิด ดังนั้นถั่วเหลืองจึงแสดงอาการขาดน้ำได้ดีกว่า

นอกจากนี้ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการขาดน้ำของพืชก็คือ ความชื้นในดิน โดยในดินที่มีความชื้นลดลง จะทำให้พืชแสดงอาการขาดน้ำได้ ซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองของ Slatyer (1967) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ water potential ในดินและพืช และเขาพบว่าในช่วงแรก ๆ ที่ดินยังมีความชื้นมากอยู่ water potential ของดินและพืชจะค่อย ๆ ลดลง โดย water potential ในใบพืชลดลงมากที่สุด ส่วน water potential ในดินจะลดลงน้อยกว่าในเวลากลางวัน และจะเพิ่มขึ้นในเวลากลางคืน สลับกันเช่นนี้เป็นเวลาหลายวัน จนกระทั่งเมื่อความชื้นในดินลดลง ซึ่งจะทำให้ water potential ของดินลดลงต่ำมาก จนต่ำกว่า water potential ในพืช จึงทำให้น้ำไม่สามารถไหลเข้าไปในพืชได้ พืชจะแสดงอาการเหี่ยวอย่างถาวร ในทำนองเดียวกันนี้ Gardner และ Nieman (1964) ได้รายงานการเปลี่ยนแปลง leaf water potential ไว้ว่าเมื่อความชื้นในดินลดลง leaf water potential จะลดลงในเวลากลางวัน และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในเวลากลางคืนเป็นวงจรอยู่เช่นนี้เป็นเวลาหลายวัน ถ้าพืชไม่ได้รับน้ำหรือความชื้นเพิ่มขึ้น พืชจะเกิดอาการเหี่ยวอย่างถาวรได้ Duniway และ Durbin (1971) พบว่าถั่วเหลืองจะเริ่มเหี่ยวเมื่อ leaf water potential เป็น -10 ถึง -12 bars

ในสภาพที่พืชขาดน้ำ พืชจะแสดงอาการตอบสนองต่อการขาดน้ำแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโต พืชพวก Determinate crop ถ้าขาดน้ำที่ระยะ floral initiation และ flowering จะได้รับผลเสียหายมากที่สุด และจะมีผลเล็กน้อยที่ระยะการเจริญของผลและเมล็ด แต่ในพืช Indeterminate crop ระยะของการเจริญเติบโตจะซ้ำซ้อนกัน ทำให้ผลของการขาดน้ำไม่เด่นชัด และในพืช Perrenial crop จะแสดงผลที่ระยะเดียวกัน Salter and Goade (1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ (2531) ได้กล่าวว่า การขาดน้ำในช่วง Vegetative growth จะมีผลทำให้ leaf expasion และ LAI ในช่วงหลังของการเจริญเติบโตลดลง และเมื่อเกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรง จะทำให้พืชปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ จะทำให้การเคลื่อนผ่านของ CO_2 เข้าไปในพืชลดลง มีผลให้ dry matter ลดลง นอกจากนี้ Wuenschen (1970) และ Johnson (1975) ได้กล่าวไว้ว่าในช่วงที่พืชขาดน้ำ ใบพืชตอนล่าง ๆ ของต้นที่มีอายุมากกว่าจะร่วงเพื่อลดการคายน้ำ และพืชจะมีการพัฒนาขนาดของขนใบ เพื่อเพิ่มการสะท้อนรังสีของใบ จะได้ลดปริมาณน้ำที่ต้องผ่านชั้น Boundary ของใบ สำหรับในส่วนของรากพืชนั้น Eaton และ Ergle (1984) ได้พบว่าเปอร์เซนต์แป้งและน้ำตาลในรากฝ้ายจะสูงขึ้นมากเมื่อฝ้ายกระทบแล้ง แต่ในใบจะไม่สูงขึ้น ซึ่งทำให้การแผ่ขยายของรากมีมากกว่าการแผ่ขยายของส่วนเหนือดิน ทำให้รากพืชสามารถที่จะนำน้ำที่เป็นประโยชน์ที่อยู่ลึกขึ้นมาใช้ได้ (Passioura, 1974) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Mayaki และคณะ (1976) ที่ได้พบว่าถั่วเหลืองเมื่อขาดน้ำ root elongation และน้ำหนักแห้งของรากถูกกระทบกระเทือนน้อยกว่า leaf area, stem elongation และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (ลำต้น และใบ) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกิดสภาพขาดน้ำ รากจะมีการขยายออกไปยังแหล่งที่มีความชื้นในดินจึงทำให้ cell elongation ลดลงน้อย

ส่วนการขาดน้ำในช่วง Reproductive growth จะมีผลมากต่อพืช คือ ทำให้ผลผลิตลดลง แต่จะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่าเกิดในระยะใด Claassen and Shaw (1970) พบว่าระยะที่เกิดสภาพขาดน้ำที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวโพดคือ ระยะ 2 สัปดาห์หลังจาก silking ซึ่งทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักลดลงมาก แต่น้ำหนักแห้งของลำต้นเพิ่มขึ้น แสดงว่าพืชสามารถสร้าง photosynthate ได้สูงกว่าที่เมล็ดจะเก็บรองรับได้ ส่วนระยะ 3 สัปดาห์ หลังจาก silking การขาดน้ำจะไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก แต่จะมีผลต่อน้ำหนักเมล็ด แสดงว่าสภาพขาดน้ำจะสามารถลดการสังเคราะห์แสง หรือลด translocation สำหรับในข้าวโอ๊ต Van der Paaw (1949) พบว่าการขาดน้ำในช่วงที่ข้าวโอ๊ตกำลังออกช่อ มีผลทำให้ลำต้นสั้นกว่า และผลผลิตของเมล็ดลดลงมากกว่า เมื่อเทียบกับระยะอื่น ๆ นอกจากนี้ Maximov (1929) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากการทดลองต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ทำกับธัญพืช และสรุปได้ว่า การกระทบแห้งในช่วงระยะที่พืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังเพิ่มความยาวของปล้องอย่างรวดเร็วก่อนการออกช่อดอก (head) จะทำให้ผลผลิตสุดท้ายลดลงมากที่สุด สำหรับถั่วเหลือง Laing (1965) ได้ศึกษาผลการขาดน้ำในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต เช่น ระยะออกดอก ระยะเกิดฝัก และระยะฝักพัฒนา พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองจะลดลงมากที่สุด เมื่อขาดน้ำในระยะการพัฒนาฝัก และการขาดน้ำในช่วงการออกดอก จะทำให้จำนวนฝักต่อต้นน้อยลง ซึ่ง Sullivan และ Brun (1975) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ในการตอบสนองต่อการขาดน้ำ โดยใช้ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ขาดน้ำที่ช่วงการเจริญเติบโตต่างกัน พบว่าการขาดน้ำในช่วงการออกดอก และระยะติดฝักทำให้ขนาดของเมล็ดลดลง ถ้าขาดน้ำระยะออกดอกทำให้จำนวนฝักต่อต้นน้อยลง และการขาดน้ำในระยะติดฝัก จะทำให้ผลผลิตน้อยกว่าการขาดน้ำในระยะอื่น ๆ แต่ถั่วเหลืองบางพันธุ์ การขาดน้ำในระยะออกดอกจะทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่าการขาดน้ำในระยะ pod filling (Ghorashy, et.al., 1971) ดังนั้นจะเห็นได้ว่านอกจากระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ชนิดและพันธุ์ของพืชก็ยังเป็นปัจจัยที่จะบอกระยะวิกฤติของพืชที่อยู่ในสภาพขาดน้ำได้

สำหรับงา แม้ว่าจะเป็นพืชที่มีความสามารถในการทนแล้ง แต่หากว่าอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งจัด หรือได้รับน้ำไม่เพียงพอก็อาจจะแสดงอาการขาดน้ำขึ้นมาได้ ซึ่งการตอบสนองต่อการขาดน้ำของงานี้ จะแสดงอาการมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับช่วงใดช่วงหนึ่งของการเจริญเติบโต Weiss (1971) กล่าวว่า ความต้องการน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตสามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ ตั้งแต่งอกถึงออกดอก ควรได้รับน้ำประมาณ 35 เปอร์เซนต์ ตั้งแต่ออกดอกจนถึงเจริญเติบโตเต็มที่ ใช้น้ำ 45 เปอร์เซนต์ หลังจากนั้นตั้งแต่ฝักแรกเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยว จะใช้น้ำประมาณ 20 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำที่งาต้องการทั้งหมด ดังนั้นหากช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตเหล่านี้ งาได้รับปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอ หรือดินมีความชื้นน้อยเกินไป หรือได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ร้อนจัด หรือความชื้นในดินมีน้อย ก็จะทำให้งาเกิดอาการขาดน้ำได้ และการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต จะมีผลทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งลดลง ในข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วเหลือง ก็พบเช่นเดียวกัน (สุทธิพร, 2524; ชุติมา, 2521; Mayaki, et.al., 1976) และนอกจากนี้ยังมีผลทำให้ความสูง การสร้างพื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตลดลง (Momen,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

et.al., 1979) จากงานทดลองของสมยศ (2528) ที่ได้ทำการศึกษาวัดดรรชนีพื้นที่ใบ (LAI) ของงาพันธุ์บุรีรัมย์ และ W-53 ที่ได้รับน้ำในปริมาณต่าง ๆ กัน พบว่าในงาพันธุ์เดียวกัน แต่ได้รับน้ำในปริมาณต่างกันนี้ งาที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุด จะมีค่าดรรชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของวิจารณ์ (2529) ที่ได้กล่าวว่าพืชที่อยู่ในสภาพที่ขาดน้ำจะทำให้ค่าดรรชนีพื้นที่ใบลดลง ในทำนองเดียวกัน วิภา (2531) ได้รายงานถึงการทดลองให้น้ำงาในปริมาณต่าง ๆ กัน และพบว่างาที่ได้รับน้ำในปริมาณมากมีแนวโน้มที่จะมีค่าดรรชนีพื้นที่ใบที่สูงกว่างาที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยกว่า และยังพบอีกว่างาที่ได้รับน้ำในปริมาณที่ต่ำสุด ใบจะมีสีเขียวเข้มมากกว่างาที่ได้รับน้ำมากกว่า ซึ่งลักษณะเช่นนี้ Weiss (1971) กล่าวว่าเป็นกลไกของงาที่ปรับตัวเองให้มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้โดยสร้างขนที่ใบ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ มีผู้พบในข้าวสาลีและทานตะวัน (Begg and Turner, 1976) Encelia sp. (Ehlering, et.al. cited in Ehlring, 1980) ว่ามีการสร้างขนที่ใบมากขึ้นเมื่อเกิดการขาดน้ำ ในส่วนของน้ำหนักแห้งต่อต้นของงาที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยนี้ สมยศ (2528) ได้พบว่างาที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยจะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับงานทดลองของวิภา (2531) ที่ได้ศึกษาถึงการให้น้ำงาในปริมาณต่าง ๆ กัน และพบว่าเมื่อให้น้ำแก่งาในปริมาณน้อย จะทำให้งามีน้ำหนักแห้งต่อต้นต่ำด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าพืชที่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยหรืออยู่ในสภาพขาดน้ำจะทำให้การสร้าง Dry matter ลดลง (วิจารณ์, 2529) นอกจากนี้องค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ ของงาก็จะลดลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการให้น้ำที่น้อยลง (สมยศ, 2528; วิภา, 2531) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก็เนื่องมาจากการขาดน้ำทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และผลผลิตลดลงนั่นเอง (วิจารณ์, 2529) ปริมาณน้ำที่แตกต่างกันพบว่ามีผลต่อความหนาแน่นของรากเช่นกัน กล่าวคือ เมื่องาได้รับน้ำน้อยจะทำให้มีความหนาแน่นรากสูงกว่างาที่ได้รับน้ำมาก (วิภา, 2531) ซึ่งต่างจากที่สมยศ (2528) และ Weiss (1971) ได้รายงานไว้ว่า งาที่ได้รับน้ำมากจะมีการเจริญของรากมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากงาที่ได้รับน้ำน้อย จะมีการปรับตัวสร้างรากให้มากขึ้น ถ้าสภาพการขาดน้ำไม่รุนแรงเกินไป ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดน้ำมาใช้ให้พอกับความต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ Kramer (1969) และ Turner (1986) ได้กล่าวว่าพืชที่ขาดน้ำจะมีการพัฒนาของระบบรากให้ลึกและกระจายมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าหากงาได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปจนทำให้เกิดอาการขาดน้ำ จะทำให้น้ำหนักรากแห้งน้อยกว่างาที่ได้รับน้ำมากกว่า ซึ่งก็เนื่องมาจากสภาพการขาดน้ำที่รุนแรงนี้ ทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย งาจึงไม่สามารถสร้างอาหารมาพัฒนาระบบรากได้ จึงทำให้มีน้ำหนักรากแห้งน้อย (วิภา, 2531) ดังนั้นอาจกล่าวสรุปได้ว่า ระดับความรุนแรงของการลดลงของการเจริญเติบโต และองค์ประกอบต่าง ๆ ของผลผลิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะวิกฤตของการขาดน้ำในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต และปริมาณน้ำที่พืชได้รับในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในขณะกำลังเจริญเติบโต

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า งาเป็นพืชซึ่งมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ต้องการปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 450 ถึง 650 มม. ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของดิน พันธุ์งา และสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้และทั้งนั้นไม่ได้หมายความว่างาจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในภาพที่เกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรง แต่งาสามารถทนทานต่อสภาพขาดน้ำได้ดีกว่าพืชอื่นเท่านั้น และความต้องการน้ำของงาจะไม่เท่ากันในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยงาจะต้องการน้ำมากที่สุดในช่วงระยะการออกดอก และหากขาดน้ำในช่วงใดช่วงหนึ่งของการเจริญเติบโต จะทำให้มีผลต่อเนื่องไปถึงผลผลิตและการเจริญเติบโตในช่วงต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม ระดับความรุนแรงของการลดลงของผลผลิต และอาการตอบสนองต่าง ๆ ของงาที่มีต่อสภาพขาดน้ำนี้ ยังขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ และลักษณะความทนทานต่อการขาดน้ำ หรือความทนแล้งของงาพันธุ์นั้นๆ ซึ่งในงาแต่ละพันธุ์จะมีการตอบสนองต่อความแห้งแล้งที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงาพันธุ์ต่าง ๆ จะทำให้ได้พันธุ์งาที่เหมาะสมจะนำมาปลูกในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง และการกระจายของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง (Materials and methods)

3.1 สถานที่และสภาพดินที่ใช้ทดลอง (Location and soil)

ทำการทดลองที่แปลงทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี - พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดินบริเวณแปลงทดลองเป็นดินชุดบางกอก (Bangkok series) มีเนื้อดิน (Texture) เป็นแบบดินเหนียว มีสีเทาเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทา จัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินชุดนี้จากแปลงทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 1

3.2 สภาพฟ้าอากาศ (Climatic condition)

ข้อมูลฟ้าอากาศที่จดบันทึกได้จากสถานีตรวจอากาศเกษตร ของภาควิชาเทคโน - โลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับแปลงทดลอง ข้อมูลที่ได้ประกอบไปด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (relative humidity) ปริมาณน้ำระเหย (evaporation) และปริมาณน้ำฝน (rain) ตลอดช่วงการทดลอง (เดือนมกราคม - มีนาคม) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ภาพที่ 1) ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมจะอยู่ระหว่าง 57-65 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะมีความผันแปรมากในช่วงเดือนมกราคมและปลายเดือนกุมภาพันธ์ แต่หลังจากช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายสัปดาห์ (ภาพที่ 2) ส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงมีไม่มากนัก ในรอบ 3 เดือนพบว่าอุณหภูมิต่ำสุดมีค่า 22.3 °เซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดมีค่า 33.5 °เซลเซียส ส่วนการระเหยของน้ำ (ภาพที่ 3) พบว่าการระเหยเฉลี่ยของน้ำส่วนใหญ่ในรอบ 7 วัน ประมาณ 4.2 มิลลิเมตร และการระเหยของน้ำมีมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ การตกของฝน (ภาพที่ 4) พบว่าในช่วงการทดลองมีฝนตกตั้งแต่เดือนมกราคม และมีการตกมากในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่จะใกล้เก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงฤดูปลูกมีทั้งหมดประมาณ 92.6 มิลลิเมตร

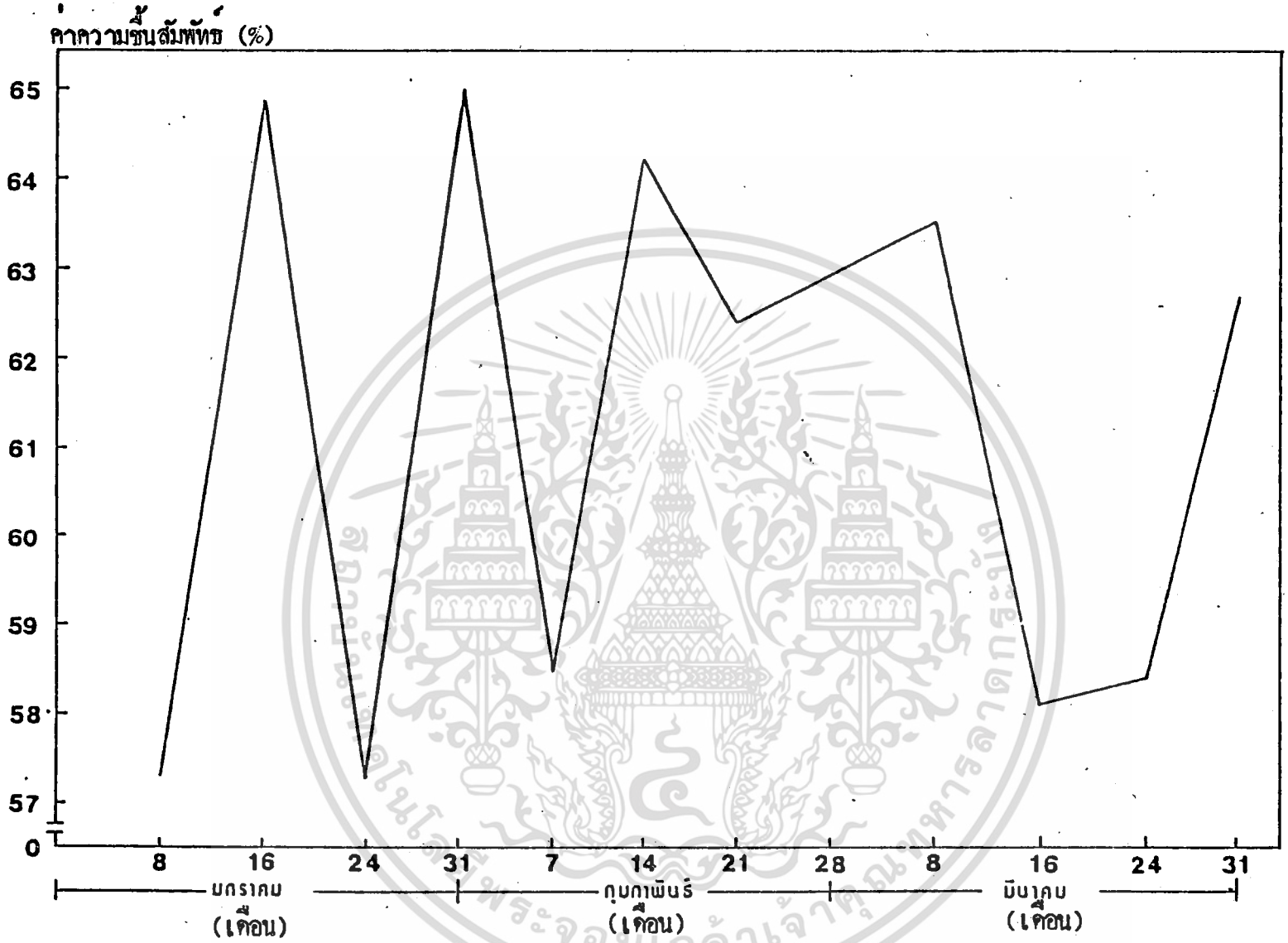
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินในแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซ.ม.

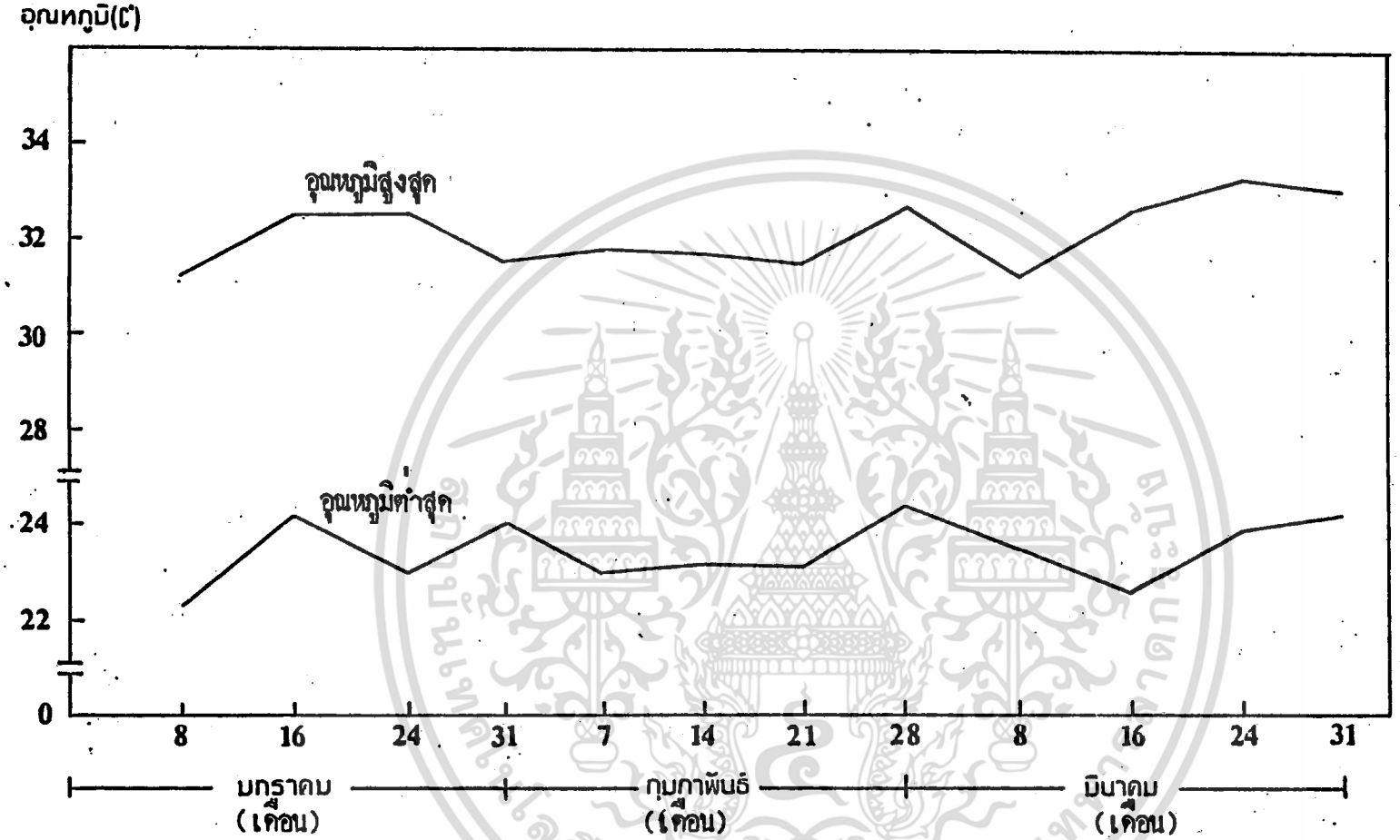
คุณสมบัติของดิน		
คุณสมบัติทางฟิสิกส์	ระดับความลึก 0-15 ซ.ม.	ระดับความลึก 15-30 ซ.ม.
Soil moisture content at 1/3 bars (%)	55.29	52.30
Soil moisture content at 15 bars (%)	29.15	32.54
Bulk density (g/cm^3)	1.069	1.271
Peroid of water saturation		
a. surface		5 months
b. subsurface		8-10 months ground water below 150 cm. for 1-3 months
Texture		Clay
Drainage		Poorly
Permeability		Slow
Surface Run-off		Slow
คุณสมบัติทางเคมี	ระดับความลึก 0-30 ซ.ม.	
pH	7.4 - 7.8	
Organic Matter	1.0 - 1.5	
Base Saturation (%)	>75	
CEC (Meq/100 g soil)	>30	
Available P (ppm)	6 - 10	
Available K (ppm)	>120	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

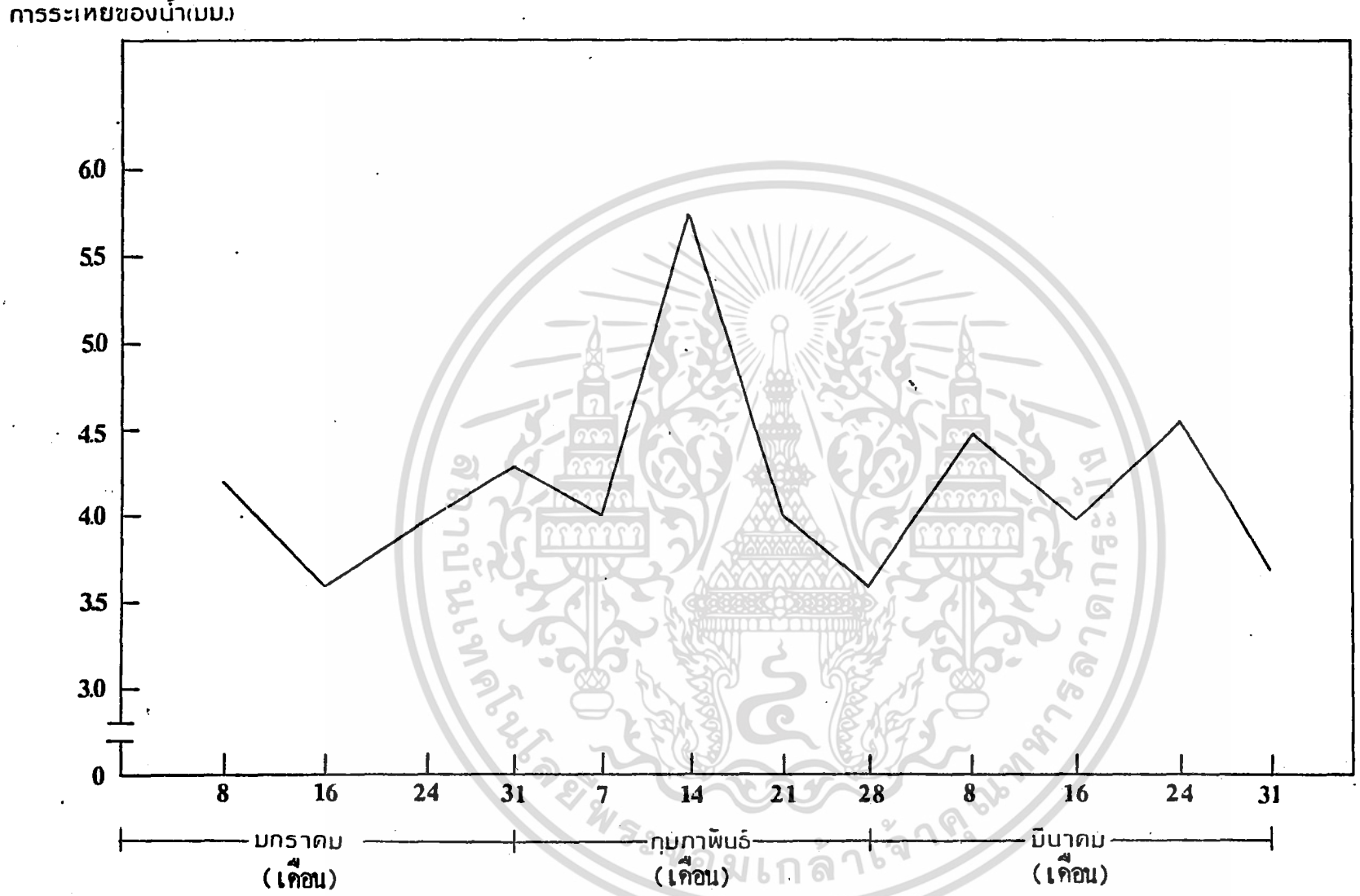
100081



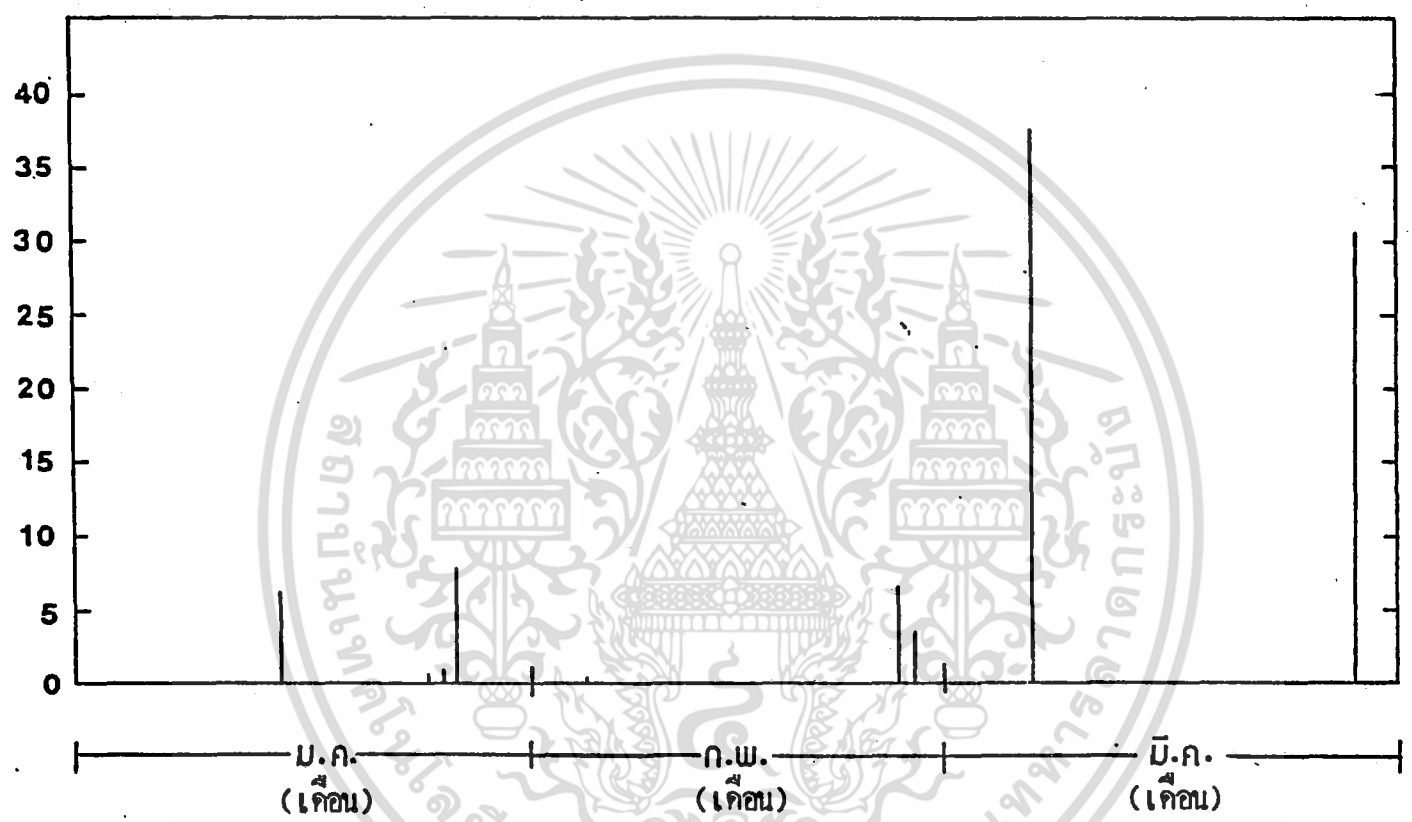
ภาพที่ 1 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม 2532



ภาพที่ 2 อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดเฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532



ภาพที่ 3 การระเหยของน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2532

13798

3.3 แผนการทดลอง (Experimental plan)

วางแผนการทดลองแบบ Split-plot design มี 4 ซ้ำ

Main plot มี 2 ปัจจัย ได้แก่ งาขาว 2 พันธุ์ คือ

V_1 = งาขาวพันธุ์ร้อยเอ็ด 1

V_2 = งาขาวพันธุ์ MKS-I-81111

Sub plot มี 5 ปัจจัย ได้แก่ การงดให้น้ำแก่งาในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต มีดังนี้คือ

W_1 = ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต และงดให้น้ำในช่วงระยะจนถึงระยะก่อนออกดอก (คือ งดให้น้ำแก่งาในช่วงที่งามีอายุตั้งแต่ 20-30 วัน หลังปลูก)

W_2 = ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต และงดให้น้ำในช่วงระยะออกดอก (คือ งดให้น้ำแก่งาในช่วงที่งามีอายุตั้งแต่ 30-45 วัน หลังปลูก)

W_3 = ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต และงดให้น้ำในช่วงระยะติดฝัก (คือ งดให้น้ำแก่งาในช่วงที่งามีอายุตั้งแต่ 35-60 วัน)

W_4 = ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต และงดให้น้ำในช่วงระยะฝักแรกเริ่มแก่ จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (คือ งดให้น้ำแก่งาในช่วงที่งามีอายุตั้งแต่ 50-70 วัน)

W_5 = ให้น้ำแก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต

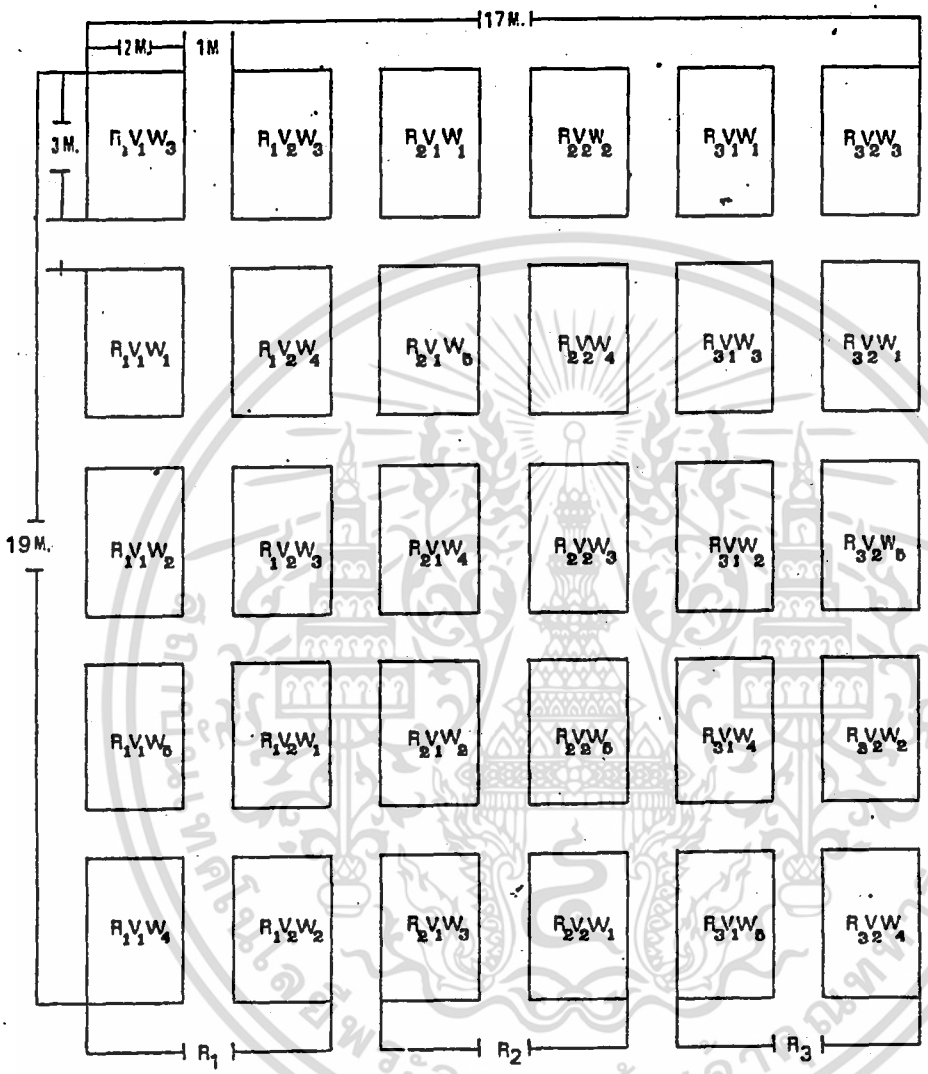
ขนาดของแปลงทดลอง (Plot size)

การทดลองใช้พื้นที่ทั้งหมด 323 ตารางเมตร (ภาพที่ 5) ประกอบด้วยแปลงย่อย (subplot) ขนาด 2x3 ตารางเมตร จำนวน 30 แปลงย่อย แต่ละแปลงแบ่งออกเป็นพื้นที่สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 5 แผนผังแปลงทดลองและทรีเมนต์ต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในแปลงทดลอง



V_1=งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1

V_2=งาพันธุ์ M.SK.I-8111

R_1= ซ้ำที่ 1

R_2= ซ้ำที่ 2

R_3= ซ้ำที่ 3

W_1= งดให้น้ำอายุ 20-30 วัน

W_2= งดให้น้ำอายุ 30-40 วัน

W_3= งดให้น้ำอายุ 35-60 วัน

W_4= งดให้น้ำอายุ 50-70 วัน

W_5= ให้น้ำตลอดฤดูปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บตัวอย่างพืช เพื่อทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโต 2x1 ตารางเมตร และพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2x2 ตารางเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete block design โดยมีตารางวิเคราะห์และ degree of freedom ดังนี้

Source of variation	Degree of freedom
Replication	2
Variety	1
Error (a)	2
Water stress	4
Variety x Water stress	4
Error (b)	16
Total	29

3.4 การเตรียมแปลง การปลูกและการดูแลรักษา (Land preparation and management)

ก่อนการเตรียมแปลงปลูก ได้มีการให้น้ำตลอดทั่วทั้งแปลงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ง่ายต่อการไถ หลังจากนั้นมีการไถดะและไถแปรรวม 2 ครั้ง จากนั้นโรยปูนขาว ปุ๋ยคอก และขี้เถ้าแกลบในอัตราอย่างละ 200 กิโลกรัมต่อไร่ พรวนและคราดดินให้สม่ำเสมอทั่วแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูก แบ่งพื้นที่ปลูกออกเป็นแปลงย่อย (Subplot) ซึ่งในแต่ละแปลงย่อยทำการเปิดร่อง โดยให้มีระยะห่างระหว่างร่อง 50 เซนติเมตร ความลึกของร่องประมาณ 5 เซนติเมตร โรยเมล็ดงาตามร่องแล้วคราดกลบบางๆ ให้เมล็ดงาที่ถูกกลบอยู่บริเวณผิวดิน งาจะงอกหลังจากปลูกแล้วประมาณ 6-8 วัน ทำการถอนแยกให้ได้ระยะต้น 10 เซนติเมตร หลังจากงางอกได้ 15 วัน หลังปลูก เมื่อถอนแยกเสร็จก็ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยปุ๋ยข้างแถวงาแล้วไถกลบ ส่วนการกำจัดวัชพืชในระหว่างงามีการเจริญเติบโต มีการกำจัดวัชพืชรวม 3 ครั้ง คือ เมื่องามีอายุ 2, 4 และ 6 สัปดาห์หลังปลูก

การป้องกันกำจัดแมลง ก่อนปลูกหลังจากเปิดร่องแล้วใช้ยาฟูราดาน 3% granule อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่ โรยตามร่องก่อนปลูก เพื่อป้องกันมดและปลวกทำลายเมล็ดงา หลังจากงางอกได้ 15 วัน ก็ฉีดยาอะโซดริน ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรทุก 15 วัน ป้องกันหนอนห่อยอด (Antigastra sp.) แมลงกินูน (Anomala antiqua) และหนอนผีเสื้อหัวกะโหลก (Acherontia styx West. W.)

การป้องกันกำจัด ก่อนปลูกคลุกเมล็ดงาด้วยยาเบนเลท ป้องกันเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่า (Damping off) ในอัตรา 10 กรัมต่อเมล็ดงา 1 กิโลกรัม)

3.5 การให้น้ำชลประทาน (Irrigation)

ก่อนปลูกมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอในทุก ๆ แปลงย่อย โดยกำหนดให้น้ำซึมลงไปในดินลึกประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อให้ดินมีความชื้นเพียงพอสามารถทำการปลูกพืชได้ ปริมาณน้ำที่จะทำให้ดินชื้นถึงระดับนี้คิดเป็นความสูงของน้ำประมาณ 48 มิลลิเมตร (คำนวณได้ตามวิธีการของกองบริรักษ์ดิน, 2525) หลังจากปลูกประมาณ 10 วัน ก็จะให้น้ำแก่งาในแต่ละแปลงย่อย โดยใช้บัวตวงวัด ซึ่งคำนวณแล้วคิดเป็นความสูงของน้ำประมาณ 7.46 มิลลิเมตร/แปลงย่อย/วัน หลังจากนั้นเมื่องามีอายุประมาณ 20 วัน จึงเริ่มให้น้ำชลประทาน และงดให้น้ำชลประทานตามทรีทเมนต์ที่กำหนดไว้ การให้น้ำในช่วงแรกจะให้น้ำทุก 2 วัน แต่เมื่องาโตขึ้นจึงให้น้ำทุก 3 วัน ตลอดฤดูปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเก็บข้อมูล (Recording)

ข้อมูลที่ตรวจวัดในระหว่างการทดลองมีดังนี้คือ ความสูง น้ำหนักแห้ง และดรรชนีพื้นที่ใบ ตรวจวัดที่อายุ 30, 45, 60 และ 75 วันหลังปลูก รวม 4 ครั้ง โดยที่ความสูงของงาวัดจากโคนต้นเหนือพื้นดินจนถึงปลายยอดสุด น้ำหนักแห้งเก็บแยกส่วนของต้น ใบ ดอก และฝักแห้ง ดรรชนีพื้นที่ใบโดยใช้วิธี Boring method ขององอาจ (2519) หาได้โดยการสุ่มเลือกใบงามา 20 ใบ ใช้เครื่องเจาะพื้นที่ 0.916 ตารางเซนติเมตร เจาะโดยให้ผ่านเส้นกลางใบทุกใบ นำแว่นใบที่ได้ 20 ชิ้น และเศษใบที่เหลือ รวมทั้งใบที่ไม่ได้เจาะเข้าตู้อบ 48 ชั่วโมง อุณหภูมิ 105°-เซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำแว่นใบที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่มาชั่งด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึง 0.001 กรัม แล้วคำนวณหาค่าของพื้นที่ใบ โดยใช้สูตร

พื้นที่ใบ = 0.916 x น้ำหนักใบแห้งทั้งหมด / น้ำหนักของชิ้นส่วนที่เจาะ (แว่นใบ)

และหาค่าดรรชนีพื้นที่ของใบโดยใช้สูตร

ดรรชนีพื้นที่ใบ = พื้นที่ใบ (ตร.ซม.) / พื้นที่ปลูก (ตร.ซม.)

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ตรวจวัดครั้งเดียวเมื่องาสุกแก่ จากพื้นที่ 2x3 ตาราง-เมตรในแต่ละแปลงย่อย

ส่วนดรรชนีเก็บเกี่ยวหาได้จากสูตร

ดรรชนีเก็บเกี่ยว = ผลผลิตเมล็ดงา / น้ำหนักต้นส่วนที่อยู่เหนือดิน + ผลผลิตเมล็ดงา

การตรวจวัดความชื้นในดิน เก็บดินจากแปลงทดลองทุกแปลงมาวัดความชื้นทุกสัปดาห์ตลอดการทดลองที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร นำดินที่เก็บมาอบที่อุณหภูมิ 110°เซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วหาเปอร์เซนต์ความชื้นโดยใช้สูตร

เปอร์เซนต์ความชื้นของดิน = [(น้ำหนักดินก่อนอบ - น้ำหนักดินหลังอบ) / น้ำหนักดินหลังอบ]

x 100

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจอากาศของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด การระเหยของน้ำ (Evaporation) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative humidity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การปฏิบัติทั่วไปในแปลงทดลอง (Routine work)

ปลูกงาทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2531 หลังจากปลูกไปแล้ว ในระยะแรกของการเจริญเติบโต (7 วันหลังงอก) พบว่างางอกไม่สม่ำเสมอ จึงทำการปลูกซ่อม ซึ่งหลังจากนั้นงามีการเจริญเติบโตตามปกติ และไม่มีผลต่อผลผลิต

วันออกดอกของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 35 วัน และออกดอกที่ 50 เปอร์เซนต์เมื่ออายุ 40 วัน ส่วนงาพันธุ์ MKS-I-81111 ออกดอกเมื่ออายุ 40 วัน และออกดอก 50% เมื่ออายุ 43 วันหลังปลูก

วันเก็บเกี่ยวงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 78 วัน และงาพันธุ์ MKS-I-8111 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 92 วัน

ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แก่งาตลอดอายุการเจริญเติบโต ซึ่งให้ตามทรีทเมนต์แสดงดังตารางที่ 2

ความชื้นในดินภายในแปลงทดลองคือ เริ่มตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่าความชื้นในดินรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 (ภาพที่ 6, 7) และ 15-30 (ภาพที่ 8, 9) เซนติเมตร ของงาทั้ง 2 พันธุ์มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือจะอยู่ในช่วงจุด permanent wilting point ทั้ง 2 ระดับ ความลึก การเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้นในดินที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงมาก คือจะเริ่มลดลงตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และความชื้นส่วนใหญ่มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อมีการให้น้ำชลประทานหรือฝนตก ส่วนความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ดินมีสภาพเป็นดินเหนียวจัด เมื่อมีการให้น้ำชลประทาน หรือน้ำฝน มีการซึมผ่านลงไปในดินชั้นล่างได้น้อย และความชื้นในดินส่วนใหญ่ที่ลดลงเกิดจากการใช้น้ำของพืช และการสูญเสียน้ำจากผิวดิน

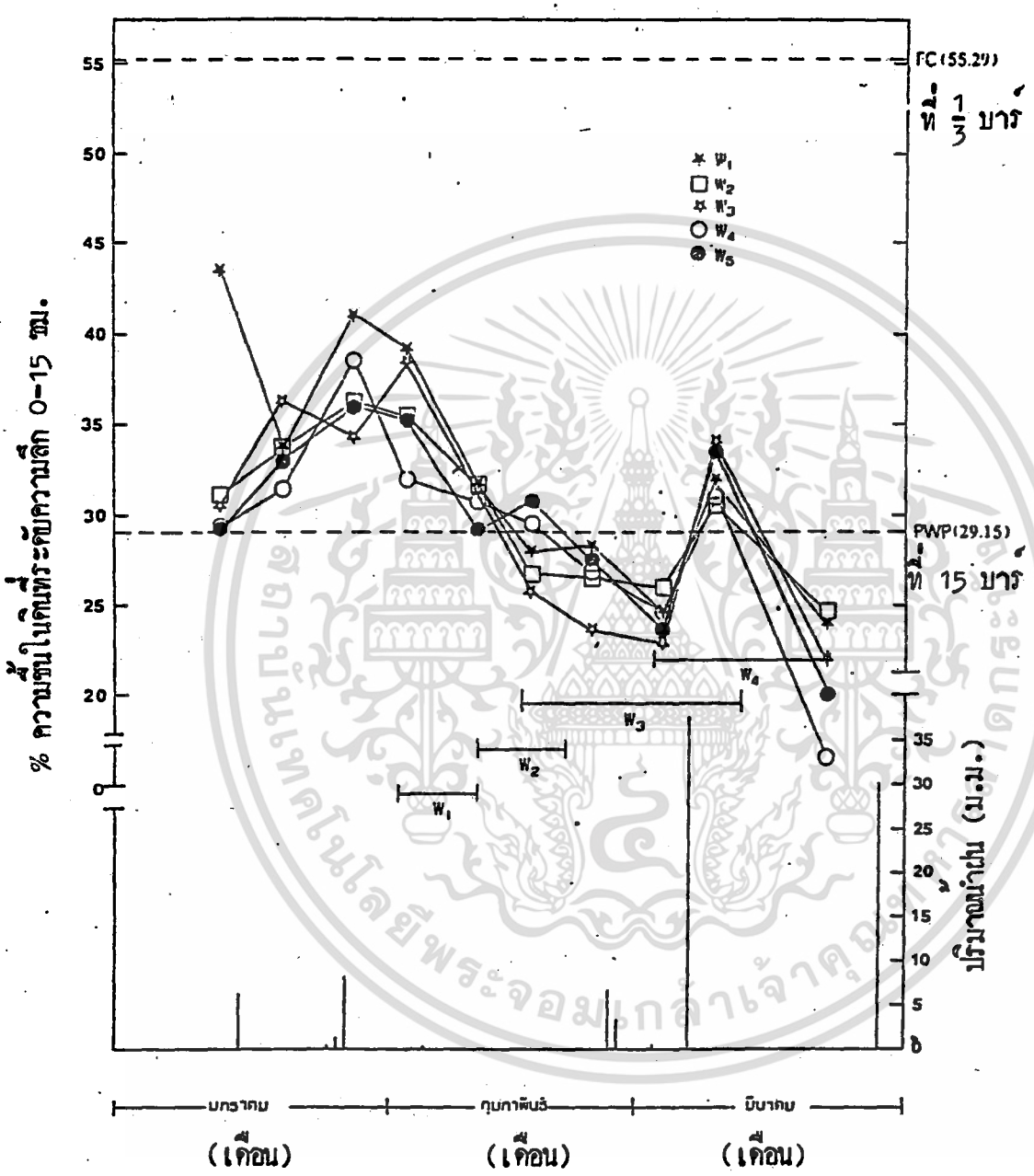
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำที่งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 ได้รับตลอดฤดูปลูก

พันธุ์งา	ทรีทเมนต์	น้ำจากการชลประทาน (มม.)	น้ำฝน (มม.)	รวม (มม.)
ร้อยเอ็ด 1	W_1	294	62.6	356.6
	W_2	323	62.6	385.6
	W_3	260	62.6	322.6
	W_4	295	62.6	357.6
	W_5	330	62.6	392.6
MKS-I-81111	W_1	294	92.6	386.6
	W_2	323	92.6	415.6
	W_3	260	92.6	352.6
	W_4	295	92.6	387.6
	W_5	330	92.6	422.6

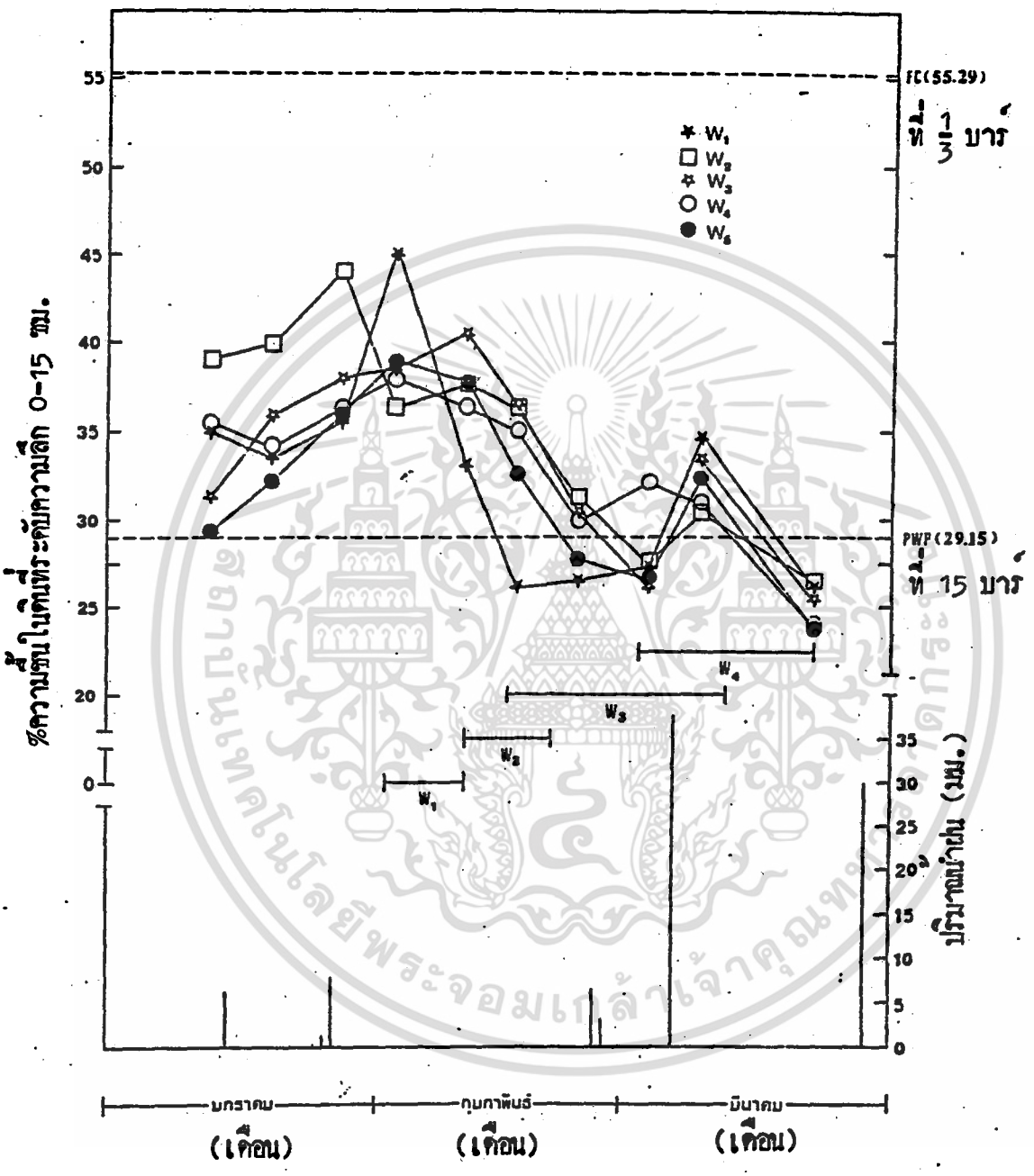
<u>หมายเหตุ</u> ปริมาณน้ำฝนในงาทั้ง 2 พันธุ์ไม่เท่ากัน เนื่องมาจากเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



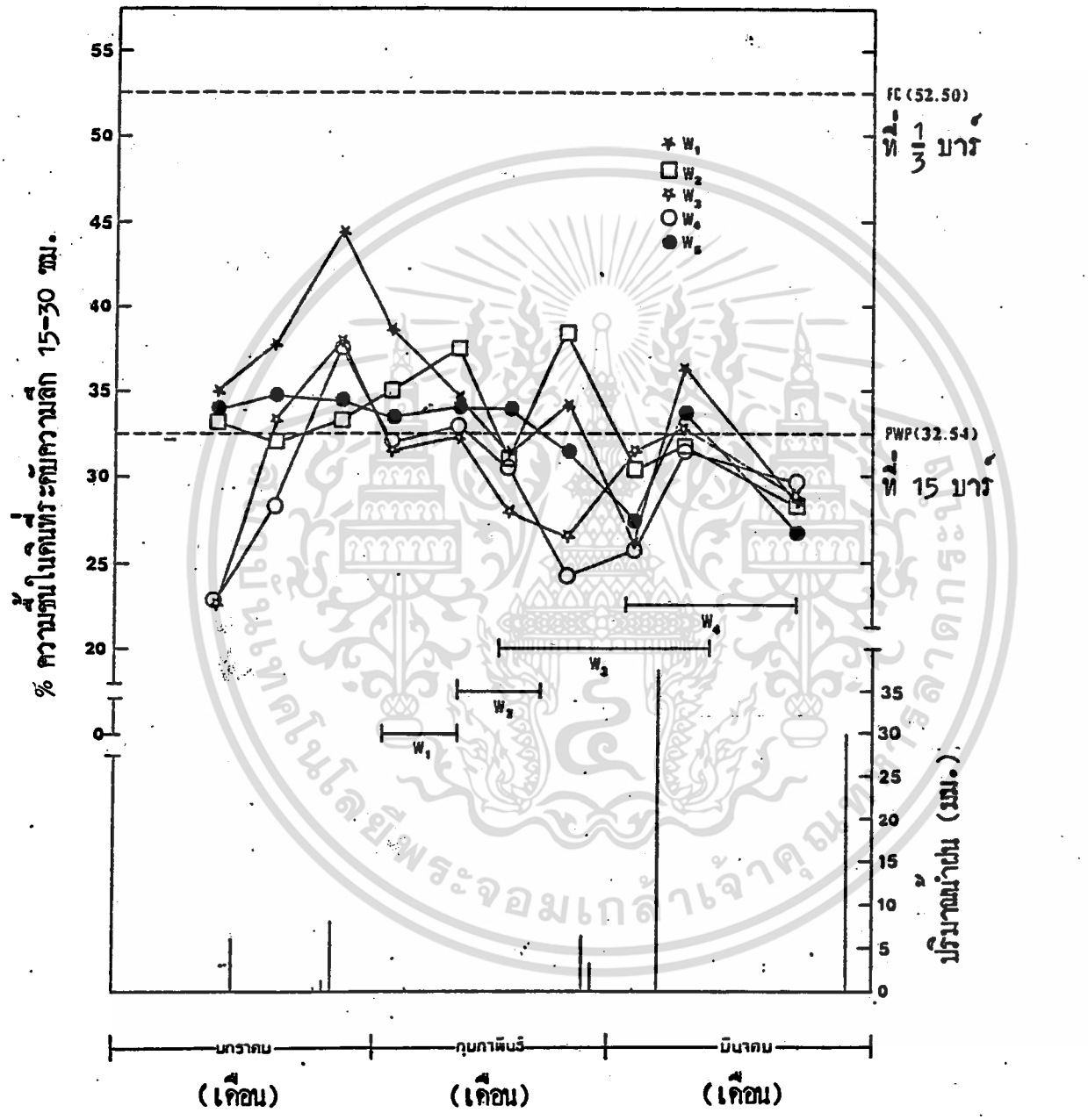
ภาพที่ 6 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์รอยเอ็ด 1 ปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



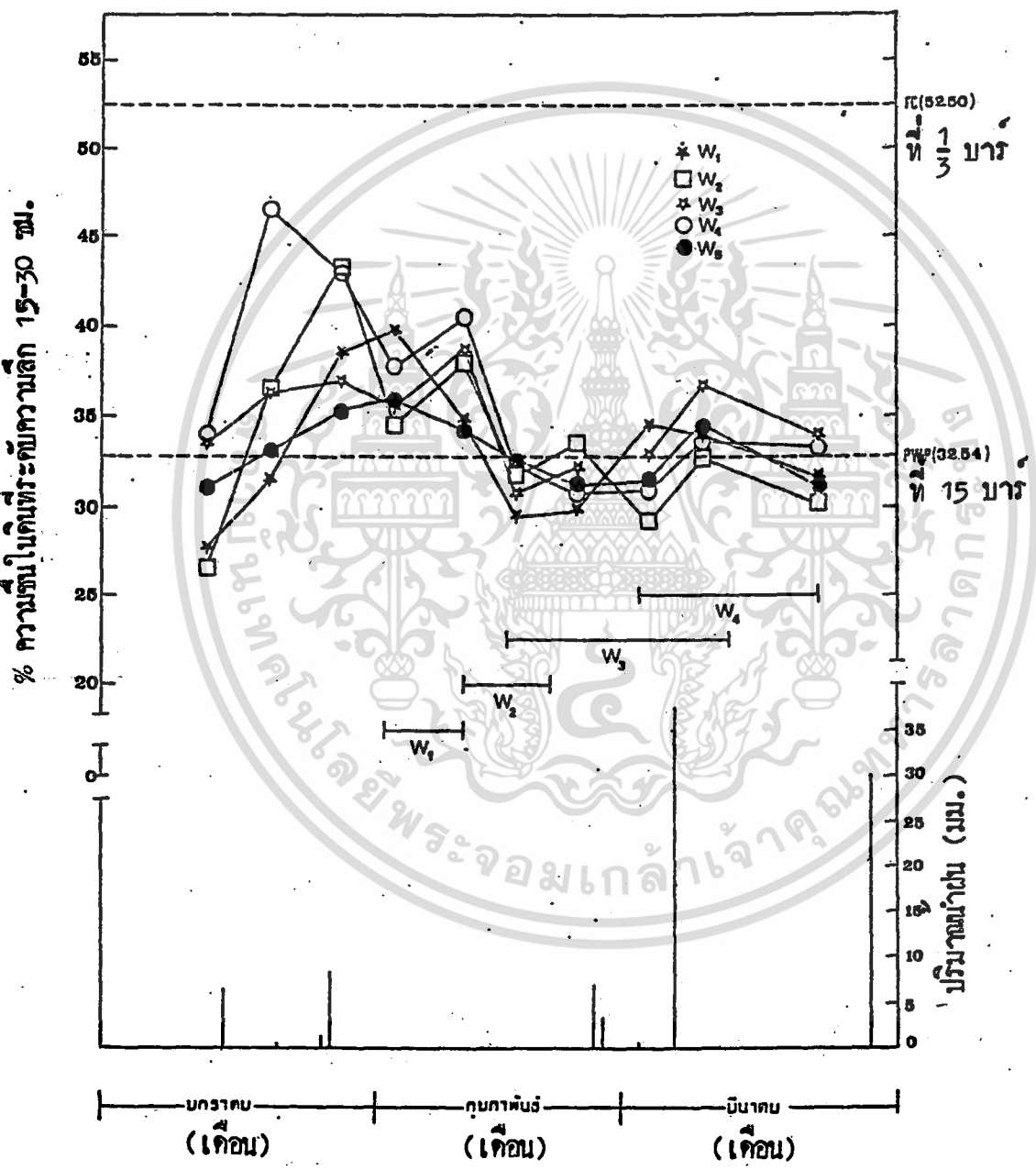
ภาพที่ 7 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ MKS-I-81111 ปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 15 - 30 ซม.
ของแปลงที่ปลูกงา พันธุ์รอยเอ็ด 1 ปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ความชื้นในดินรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกงาพันธุ์ MKS-I-81111 ปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ (Result and discussion)

4.1 ความสูง (Plant height)

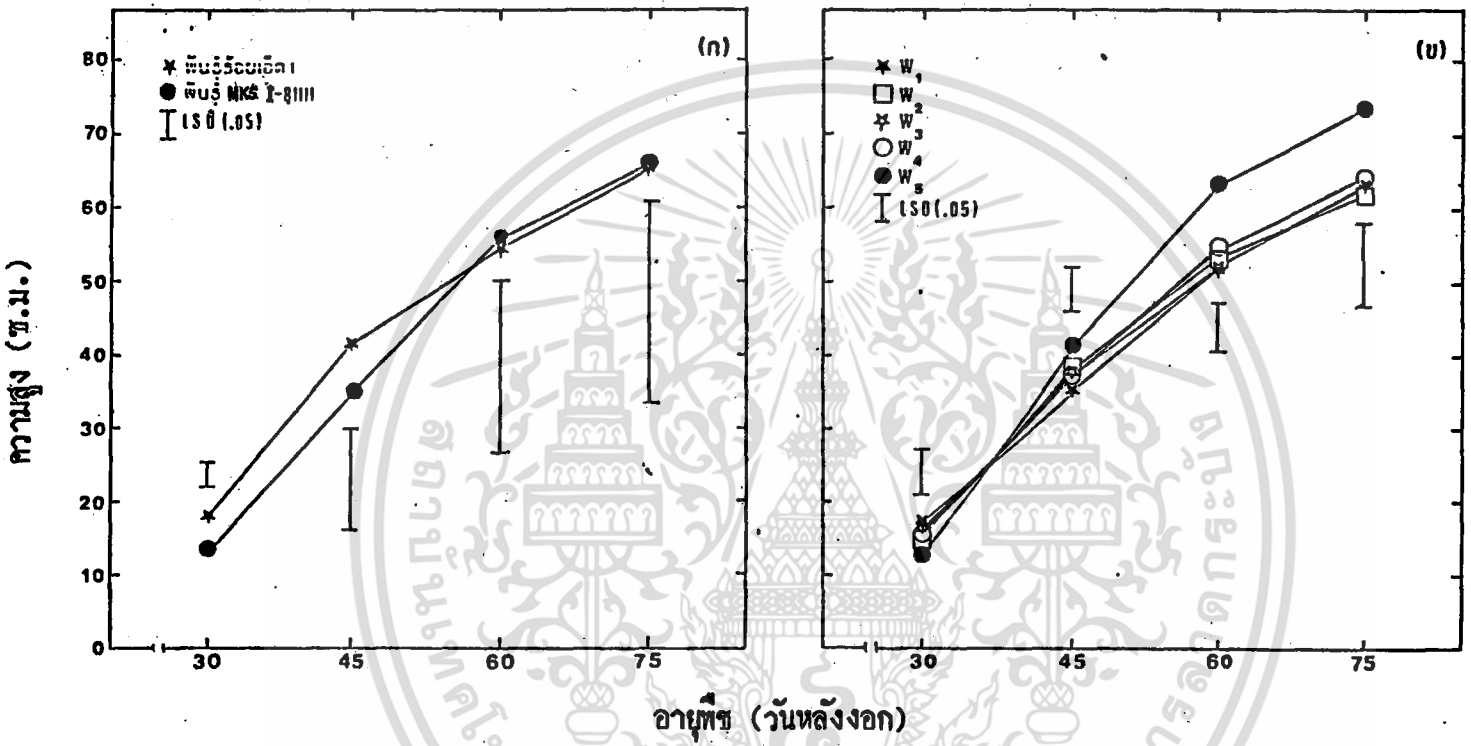
ความสูงของงาทั้งสองพันธุ์ (ภาพที่ 10) เพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นและไม่มีความแตกต่างกันในในทางสถิติทุกช่วงอายุของการเจริญเติบโต ในช่วงแรกงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีกว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 มีความสูงมากที่สุดที่อายุ 75 วัน เท่ากับ 65.03 และ 65.79 ซม. ตามลำดับ ส่วนการขาดน้ำของงาในช่วงเวลาต่าง ๆ กันของการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับงาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นที่อายุ 60 วัน งาที่ได้รับน้ำตลอดอายุของการเจริญเติบโต (w_6) มีความสูงมากที่สุด ความสูงของงาโดยส่วนใหญ่พบว่างาที่ได้รับน้ำตลอดอายุของการเจริญเติบโตมีค่าสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของนิภา (2531) และสมยศ (2528) ที่พบว่าเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง

4.2 ดรรชนีพื้นที่ใบ (leaf are index)

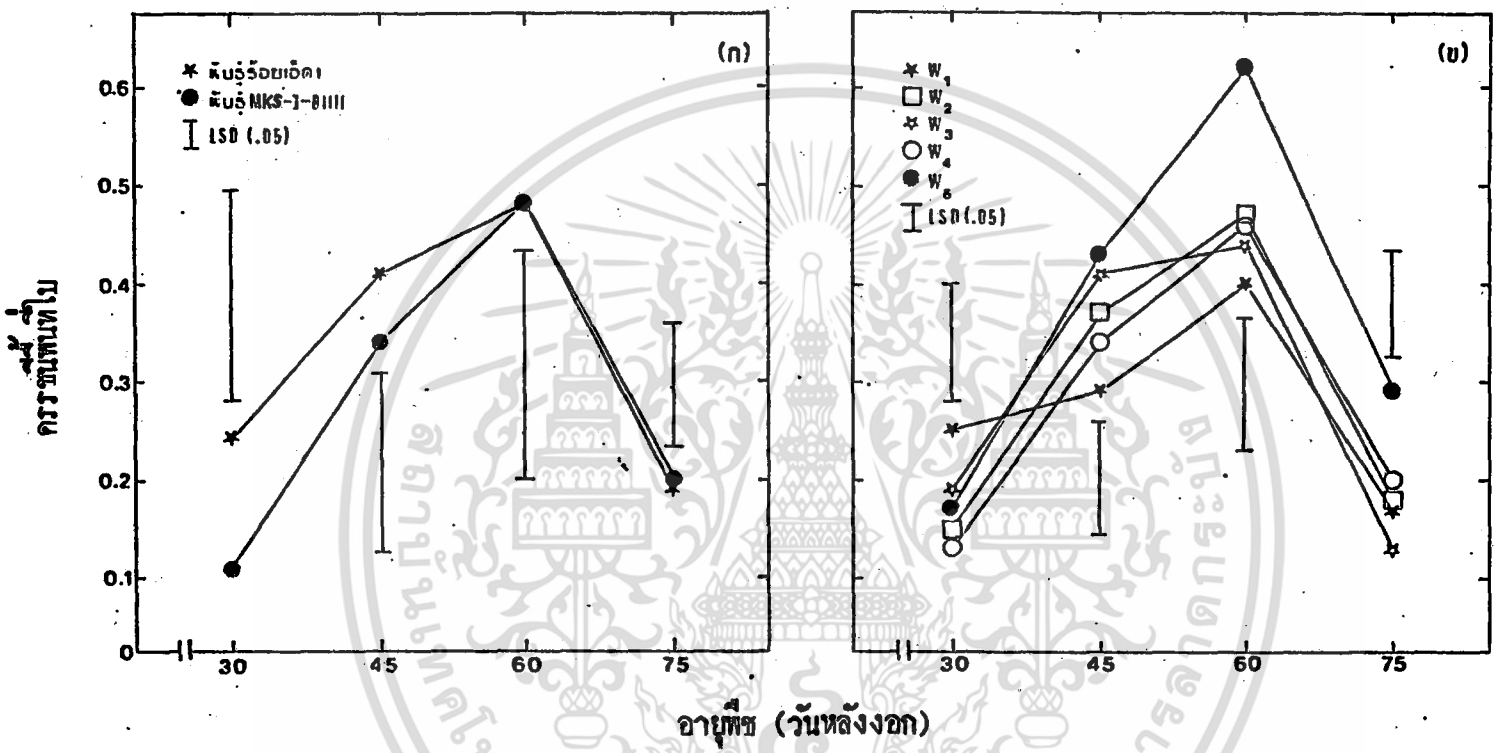
ดรรชนีพื้นที่ใบของงาทั้งสองพันธุ์ (ภาพที่ 11) ตลอดทุกช่วงอายุของการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดรรชนีพื้นที่ใบของงาทั้งสองพันธุ์มีค่าสูงสุดเท่ากันคือ 0.48 ที่อายุ 60 วัน หลังจากนั้น ดรรชนีพื้นที่ใบของงาก็จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว งาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงเวลาต่างๆ กันของการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับงาที่ได้รับน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นที่อายุ 60 วัน ดรรชนีพื้นที่ใบของงาที่ได้รับน้ำตลอดอายุของการเจริญเติบโต (w_6) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.62 รองลงมาคือ งาที่ขาดน้ำในช่วงระยะออกดอก (w_2) คือ 0.47 ส่วนงาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (w_1) มีค่าดรรชนีพื้นที่ใบต่ำสุดคือ 0.40

การที่ดรรชนีพื้นที่ใบของงาหลังจากอายุ 60 วัน มีค่าลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ก็เนื่องมาจากการร่วงหล่นของใบแก่ (สมยศ, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ความสูงงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของงาทั้งสองพันธุ์เมื่ออายุต่าง ๆ กัน (ข)



ภาพที่ 11 ความพื้นที่ใบของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความพื้นที่ใบของงาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่าง ๆ กัน (ข)

4.3 น้ำหนักแห้งรวม (Total dry weight)

น้ำหนักแห้งรวมของงาทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 3) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติและมีแนวโน้มว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 มีน้ำหนักแห้ง (355 กก./ไร่) มากกว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 (323 กก./ไร่) ส่วนงาที่ขาดน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตมีน้ำหนักแห้งรวมน้อยกว่างาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (W_8) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่งาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (W_8) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด (469 กก./ไร่) รองลงมาคือ งาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (W_1) (326 กก./ไร่) ส่วนงาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงออกดอก (W_2) ให้น้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุด (286 กก./ไร่) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า เมื่องาขาดน้ำมีผลทำให้การแบ่งเซลและการขยายตัวของเซลลดลง ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปถึงทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบลดลง ซึ่งมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของใบและต้นลดลง จึงทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง

4.4 น้ำหนักต้นแห้ง (Stem dry weight)

น้ำหนักต้นแห้งของงาทั้งสองพันธุ์ (ภาพที่ 12) เมื่อแยกเอาส่วนอื่น ๆ ออกแล้วพบว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 มีน้ำหนักแห้งมากกว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วัน น้ำหนักต้นแห้งของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 มีค่ามากที่สุดเมื่ออายุ 75 วัน เท่ากับ 2.42 และ 2.14 ตามลำดับ ส่วนงาที่ได้รับการขาดน้ำที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตมีน้ำหนักแห้งน้อยกว่างาที่ได้รับน้ำตลอดอายุของการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 30, 60 และ 75 วันหลังปลูก น้ำหนักต้นแห้งที่อายุ 75 วันของงาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโตมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.29 กรัมต่อต้น และงาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงออกดอก (W_2) ให้น้ำหนักต้นแห้งต่ำสุดคือเท่ากับ 1.91 กรัมต่อต้น

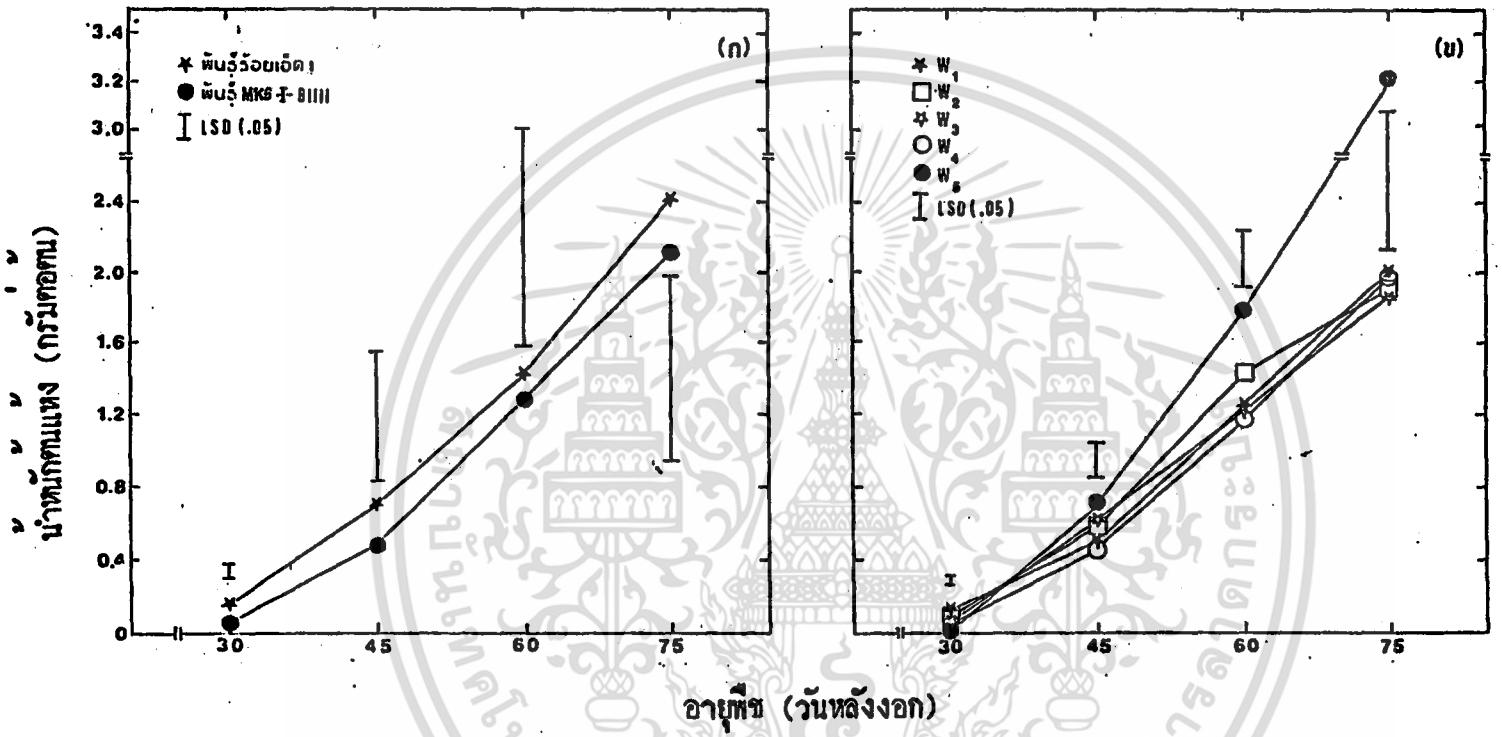
4.5 น้ำหนักใบแห้ง (leaf dry weight)

น้ำหนักใบแห้งของงาทั้งสองพันธุ์ (ภาพที่ 13) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุของการเจริญเติบโต งาพันธุ์ร้อยเอ็ดในช่วงแรกของการเจริญเติบโตมีการตั้งตัวที่ดีกว่า จึงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและมีการสร้างใบมากกว่า แต่เมื่ออายุมากขึ้นการเจริญเติบโตของงา

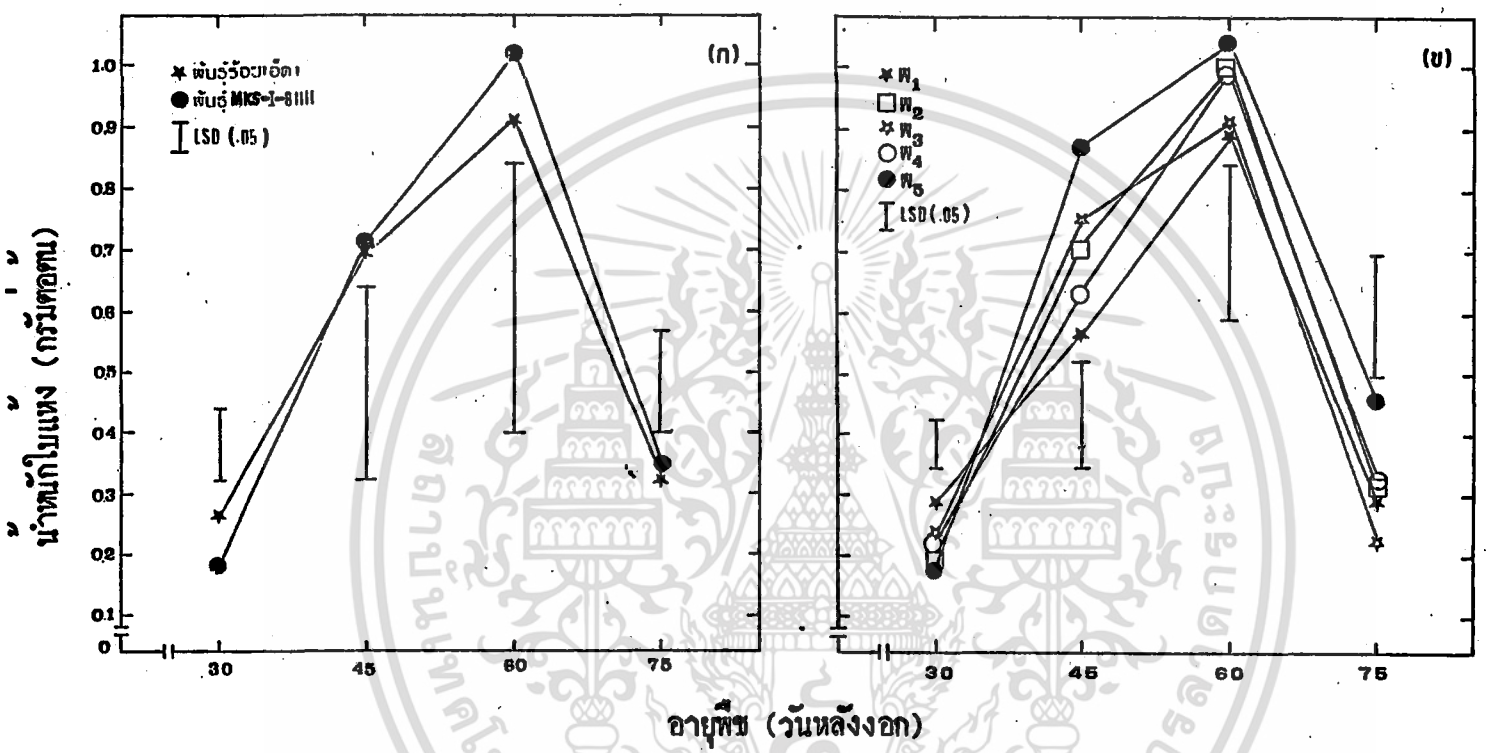
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักแห้งรวม (กก./ไร่) ของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์มหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่องดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

Treatment	พันธุ์งา			
	พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 (V_1)	พันธุ์มหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) (V_2)	เฉลี่ย	LSD (0.05)
W_1 = งดให้น้ำช่วงระยะกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (อายุ 20-30 วัน)	349.22	303.35	326.28	
W_2 = งดให้น้ำช่วงระยะออกดอก (อายุ 30-40 วัน)	251.37	321.84	286.60	
W_3 = งดให้น้ำช่วงระยะติดฝัก (อายุ 35-60 วัน)	279.95	332.38	306.17	104.18
W_4 = งดให้น้ำช่วงระยะฝักแรกเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยว (อายุ 50-70 วัน)	302.03	315.52	308.77	
W_5 = มีการให้น้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต	432.42	506.51	469.46	
เฉลี่ย	323.00	355.92		
LSD (0.05)		NS		
C.V. (%) (พันธุ์งา)	55.85%			
C.V. (%) (น้ำ)	25.07%			



ภาพที่ 12 น้ำหนักต้นแห้งของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต้นแห้งของงาสองพันธุ์ที่อายุต่าง ๆ กัน (ข)



ภาพที่ 13 น้ำหนักใบแห้งของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักใบแห้งของงาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่างกัน (ข)

พันธุ์ MKS-I-81111 มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการสร้างใบมากกว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 (นิภา, 2531) น้ำหนักใบแห้งมากที่สุดของงาพันธุ์ MKS-I-81111 และร้อยเอ็ด 1 ที่อายุ 60 วัน เท่ากับ 1.70 และ 1.14 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของงาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต มีค่าน้อยกว่างาที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (W_8) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ยกเว้นที่อายุ 30 วัน งาที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (W_8) มีน้ำหนักใบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1.42 กรัม/ต้น รองลงมาคืองาที่ได้รับการขาดน้ำช่วงออกดอก (W_2) ส่วนงาที่ได้รับการขาดน้ำช่วงแรกของการเจริญเติบโต (W_1) มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 1.05 กรัม/ต้น

4.6 ดรรชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index)

ดรรชนีเก็บเกี่ยวของงาทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 มีค่าดรรชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 การที่ดรรชนีเก็บเกี่ยวมีค่ามากกว่ากันนี้ อาจเป็นตัวชี้ได้ว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 นี้มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารเข้าสู่เมล็ดได้ดีกว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และการขาดน้ำของงาในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับงาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโตให้ค่าดรรชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

4.7 องค์ประกอบผลผลิต (yield components)

องค์ประกอบผลผลิตของงาทั้ง 2 พันธุ์ (ตารางที่ 5) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนักฝักแห้งไม่แตกต่างกัน ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 มีน้ำหนักเมล็ดมากกว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 แต่เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดต่อฝักพบว่า งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากกว่า แตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของนิภา (2531) ที่พบว่า งาพันธุ์ MKS-I-81111 มีขนาดของเมล็ดใหญ่กว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 อย่างเด่นชัด แต่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ดรรชนีเก็บเกี่ยว (HI) ของงา 2 พันธุ์ คือ ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์มหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

Treatment	พันธุ์งา		เฉลี่ย	LSD (0.05)
	ร้อยเอ็ด 1 (V_1)	มหาสารคาม 60 (V_2)		
W_1 = งดให้น้ำช่วงระยะกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (อายุ 20-30 วัน)	0.29	0.30	0.30	
W_2 = งดให้น้ำช่วงระยะออกดอก (อายุ 30-40 วัน)	0.27	0.29	0.28	
W_3 = งดให้น้ำช่วงระยะติดฝัก (อายุ 35-60 วัน)	0.25	0.30	0.28	NS.
W_4 = งดให้น้ำช่วงระยะฝักแรกเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยว (อายุ 50-70 วัน)	0.27	0.30	0.28	
W_5 = มีการให้น้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต	0.26	0.29	0.27	
เฉลี่ย	0.27	0.30		
LSD (0.05)	NS			
C.V. (%) (พันธุ์งา)	9.24%			
C.V. (%) (น้ำ)	8.37%			

ตารางที่ 5 องค์ประกอบผลผลิตของงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และมหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

Treatment	องค์ประกอบผลผลิต			
	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัม)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
V_1W_1	23	118	0.35	2.36
V_1W_2	18	109	0.30	2.25
V_1W_3	19	108	0.32	1.87
V_1W_4	20	106	0.32	2.34
V_1W_5	25	122	0.38	2.36
เฉลี่ย	21	113	0.33	2.24
V_2W_1	23	70	0.32	2.72
V_2W_2	25	72	0.31	2.86
V_2W_3	26	69	0.34	2.83
V_2W_4	26	68	0.30	2.83
V_2W_5	35	78	0.37	2.94
เฉลี่ย	27	71	0.33	2.83
LSD (0.05) (พันธุ์งา)	NS	4.157	NS	0.286
LSD (0.05) (น้ำ)	5.252	NS	0.047	NS
C.V. (%) (พันธุ์งา)	44.40	2.87	8.05	7.16
C.V. (%) (น้ำ)	17.84	8.44	11.55	8.69

องค์ประกอบผลผลิตของงา เมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตแล้ว พบว่างาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโตมีจำนวนฝักต่อต้น (29.88) และน้ำหนักฝักแห้ง (0.38) แตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่ามีแนวโน้มที่จะให้ผลในทำนองเดียวกัน ส่วนงาที่มีองค์ประกอบผลผลิตส่วนใหญ่ต่ำสุด ก็คืองาที่ขาดน้ำในระยะออกดอก (W_2) คือ ให้จำนวนฝัก/ต้นเท่ากับ (21.5 ฝัก/ต้น) และน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 0.35 กรัมเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของสมยศ (2528) พบว่างาเมื่อได้รับการขาดน้ำโดยเฉพาะถ้าขาดน้ำในช่วงออกดอก ก็จะทำให้ดอกร่วงผสมไม่ติด ซึ่งมีผลไปถึงองค์ปรกอบผลผลิต คือทำให้จำนวนฝัก/ต้นลดลง และจะมีผลต่อเนื่องไปถึงผลผลิตทำให้มีค่าต่ำลง

4.8 ผลผลิตเมล็ด (seed yield)

ผลผลิตเมล็ดของงาทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 6) แต่มีแนวโน้มว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 จะให้ผลผลิตสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากงาพันธุ์ MKS-I-81111 มีขนาดของเมล็ดใหญ่กว่างาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 ส่วนงาเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ เปรียบเทียบกับงาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต พบว่างาที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโตให้ผลผลิตเมล็ดมากที่สุด (182.9 กก./ไร่) รองลงมาก็คืองาที่ขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (W_1) ขาดน้ำในช่วงแก่ใกล้เก็บเกี่ยว (W_4) ช่วงติดฝัก (W_3) ตามลำดับ ส่วนงาที่ได้รับการขาดน้ำในช่วงออกดอก (W_2) ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำสุด (118.73 กก./ไร่) ซึ่งการขาดน้ำในระยะนี้มีผลให้องค์ประกอบผลผลิตลดลง และยังมีผลต่อเนื่องทำให้ผลผลิตเมล็ดงาลดต่ำลงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลผลิตเมล็ด (ก.ก.ต่อไร่) ของงา 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 (V_1) และมหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) (V_2) เมื่อมีการงดให้น้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต (W)

Treatment	พันธุ์งา		เฉลี่ย	LSD (0.05)
	ร้อยเอ็ด 1 (V_1)	มหาสารคาม 60 (MKS-I-81111) (V_2)		
W_1	147.26	134.37	140.82	
W_2	99.43	138.03	118.73	
W_3	101.48	148.44	123.46	42.82
W_4	117.61	143.89	130.75	
W_5	154.36	211.44	182.9	
เฉลี่ย	124.23	155.23		
LSD (0.05)	NS			
C.V. (%) (พันธุ์งา)	68.32%			
C.V. (%) (น้ำ)	25.03%			

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของงาพอที่จะสรุปผลได้ดังต่อไปนี้คือ

งาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 และพันธุ์ MKS-I-81111 มีความสูง การสะสมน้ำหนักแห้งรวมของลำต้น ดรรชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นจำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ซึ่งงาพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 มีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่า แต่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้อยกว่างาพันธุ์ MKS-I-81111 แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนอิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งรวม ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบของผลผลิตบางลักษณะลดลงแตกต่างกันทางสถิติกับงาที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต และงาที่มีน้ำหนักต้นแห้งรวม ผลผลิตเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิตสูงสุดคือ งาที่ได้รับน้ำตลอดช่วงอายุของการเจริญเติบโต ส่วนดรรชนีเก็บเกี่ยวของงาเมื่อได้รับการขาดน้ำในช่วงที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่างาจะเป็นพืชที่มีความสามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีก็ตาม แต่จากผลการทดลองปรากฏออกมาว่า งาที่ขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต มีผลทำให้น้ำหนักแห้งและผลผลิตเมล็ดลดลง โดยเฉพาะงาเมื่อขาดน้ำในช่วงออกดอก น้ำหนักแห้งและผลผลิตลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับงาที่ไม่มีการขาดน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต ดังนั้นในการปลูกงาที่ดีควรจะมีการจัดช่วงเวลาในการปลูกงาให้เหมาะสมคือ พยายามหลีกเลี่ยงช่วงที่งาจะต้องขาดน้ำ ในระยะที่ออกดอกมากที่สุด เพราะระยะนี้ถ้าขาดน้ำผลผลิตจะลดลงมาก แต่งานทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเพียงครั้งเดียว ไม่อาจจะสรุปอะไรได้มากนัก จึงต้องมีการทำการทดลองซ้ำอีก และนอกจากนี้ในช่วงการทดลองพบว่ามีฝนตก ซึ่งจะไปมีผลต่อการเพิ่มความชื้นในดินให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ เพราะจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของงาในแปลงทดลอง ดังนั้นการทดลองครั้งต่อไป เพื่อเป็นการตรวจสอบผลที่ได้รับ ควรจะมีการปลูกงาให้เร็วขึ้นกว่าเดิม เพื่อหลีกเลี่ยงเกี่ยวกับฝนตกในช่วงที่มีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกพร วิชิตการ, ธนิต โสภโณดร, สุมิตรา มณีมาโรจน์, สมจินตนา นิลพันธุ์ และ สมลักษณ์ จูทังคะ. 2523. การศึกษาวิธีปลูกงา. รายงานประจำปี 2523 กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2513. การทดลองเพื่อศึกษาผลตอบสนองของถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง และงา ต่อวิธีการให้น้ำ 4 แบบ. รายงานประจำปี 2513. สถานีทดลองพืชไร่ ชัยนาท กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กมุษฎา สัมพันธารักษ์. 2525. พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า.

กองบรรณาธิการ. 2529. รู้จักงา. แก่นเกษตร. 14(6) : 279.

กองบริรักษ์ที่ดิน. 2525. คู่มือการวางแผนระบบการให้น้ำในไร่นาและความสัมพันธ์ระหว่างดิน พืชและน้ำ. กรุงเทพมหานคร : บำรุงกิจการพิมพ์. 139 หน้า.

จอร์น ซิลเลอร์, อภิชัย ธีรชร และ สากล ไคลมี. 2522. การศึกษาลักษณะการเพาะปลูกงาภายในสภาพที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในภาคเหนือของประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 17 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. กุมภาพันธ์ 2522. 16 หน้า.

ชุติมา แซ่จิง. 2521. การศึกษาการใช้น้ำและขาดน้ำในข้าวโพด. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตู้ บุญหรั่ง. 2524. สรุปข้อคิดเห็นของเกษตรกรในการปลูกงา. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง ถั่วลิสงและงา 8-9 กันยายน 2524. ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทรงยศ ตันพิพัฒน์. 2529. พืชน้ำมัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 532 หน้า.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2531. อุตุนิยมวิทยาการเกษตร. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ, วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธวัชชัย ณ นคร. 2526. ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำและพืช. วิทยาการเกษตร. 1:186-194.

นิมิตร วรสูต. 2521. อุตุนิยมวิทยาการเกษตร. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 206 หน้า.

นิมิตร วรสูต, บรรยง ทุมแสน, สมยศ เดชภิรัตนมงคล และสุวัฒน์ บุญจันทร์. 2530. อิทธิพลของปริมาณน้ำและระยะเวลาการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วลิสง. เอกสารประกอบประชุมสัมมนาถั่วลิสง ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 18-20 มีนาคม 2530.

นิมิตร วรสูต, นิภา วีระนันทาเวทย์, สุภาวดี มณีกรรณ์. 2531. ประสิทธิภาพและการใช้น้ำของงาพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้รับน้ำปริมาณต่างกัน. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องงานวิจัยงา ครั้งที่ 3. ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 1-2 เมษายน 2531.

นิภา วีระนันทาเวทย์. 2531. การศึกษาความต้องการน้ำ การใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำของงาพันธุ์ต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เนาวรัตน์ เสริมศรี และ วิจิตร เบญจศิล. 2512. การเปรียบเทียบพันธุ์งา. รายงานประจำปี 2513. สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บุญมี ศิริ. 2526. การใช้น้ำและปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง 1. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญมี ศิริ. 2529. การเขตกรรมงา. แก่นเกษตร. 14(6) : 281-286.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2527. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. โครงการผลิตสิ่งตีพิมพ์ทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 250 หน้า.

มณฑนา อ่อนวิมล และไพฑูรย์ พลสะนะ. 2519. การแพร่กระจายของรากพืชต่างชนิดภายใต้การชลประทานในดินชุดราชบุรี. รายงานประจำปี 2519. สำนักงานเกษตรภาคกลาง สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรืองเดช สุขสมบูรณ์. 2530. สถานการณ์การผลิตและการตลาดงา ปี 2529/2530 และการพัฒนาส่งเสริมการผลิตงา. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยงา ครั้งที่ 2. ณ ศูนย์ฝึกอบรมสหกรณ์ที่ 3 นครราชสีมา. 19-23 พฤษภาคม 2530.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิพร อนันต์สุชาติกุล. 2524. การศึกษาการใช้น้ำและขาดน้ำในข้าวฟ่าง. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิพร อนันต์สุชาติกุล. 2524. สรีระวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 190 หน้า.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2526. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : แอัสเสทการพิมพ์. 435 หน้า.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2526. การศึกษาการเจริญเติบโตของรากพืชไร่ในตู้กระจก. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 35 หน้า.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2528. การศึกษาการเจริญเติบโตและการผลิตของงา 2 พันธุ์ ภายใต้การให้น้ำระดับต่าง ๆ. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สรศักดิ์ มณีขาว. 2527. การปรับปรุงวิธีการปลูกงาที่ใช้ต้นทุนต่ำ. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำราญ ภู่ห้อย และศจี เจริญยิ่ง. 2530. อัตราการใช้น้ำของงาดำนครสวรรค์. สายชล. 19(2) : 41-44.

สินธุเกษตร. 2530. พัฒนางาเพื่อการส่งออก. สายชล. 19(2) : 45-50.

อนันต์ พลธานี. 2526. งา ละหุ่ง และการปลูกพืชแซม. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 116 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนันต์ พลธานี, วิริยะ ลิมปินันทน์, เทอด เจริญวัฒนา, อารันต์ พัฒโนทัย, อรรถชัย จินตเวช, อำนวย วิลัยรัตน์, ปริญญา โนนกอง และ สัญญา บุญมี. 2526. งานวิจัยระบบการปลูกพืชโดยอาศัยน้ำฝน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบการปลูกพืช ครั้งที่ 5, 16-18 มีนาคม 2526. ณ เขื่อนจุฬาภรณ์ อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ.

อำนวย ทองดี, กนกพร เมาลานนท์, สมจินตนา ทุมแสน, ทักษิณา คันสยะวิชัย, สมพงษ์ ชมพูนุกูรัตน์, โกศล ชัยมณี และ สมลักษณ์ จูทังคะ. 2525. การเปรียบเทียบพันธุ์งามาตรฐานชุดที่ 1. รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2525. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อำนวย วิลัยรัตน์. 2526. การปรับปรุงเสถียรภาพของระบบการปลูกพืชไร่ก่อนข้าวในนาดอนโดยการจัดการเกี่ยวกับการเตรียมดิน. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาวุธ ณ. ลำปาง, สรศักดิ์ มณีขาว และ ศรีสม วิศรุตรัตน์. 2523. การเปรียบเทียบพันธุ์งาเบื้องต้น. รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2523. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

องอาจ ผ่องลักษณ์. 2517. การวัดเนื้อที่ของใบพืช. แก่นเกษตร. 2 : 21-26.

Abdou, F.M., Metwally, S.Y., Hamdi, H. and Batra, F. 1971. Response of sesame crop to irrigation and fertilization in sandy soil of Wadi Elnatrum area. 1. Introduction between water doses and frequencies of irrigation and their effect on yield and nutrients up take. Field Crop. Abstr. 34:542.

Aiyer, Y.N. 1954. Field Crop of India. Banggalore Printing and Publishing Co.Ltd., Bangalore India. 248 pp.

Ali, A. and Alam, K. 1977. Effect of soil moisture on some growth character of mung (Phaseolus aureus). Field Crop. Abstr. 30:255.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. F.A.O. Irrigation and draingae paper no. 33, F.A.O. Rome, 193 pp.

Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Crop water requirements. F.A.O. Irrigation and draingae paper no. 24, F.A.O. Rome, 144 pp.

Eavis, B.W. and Toylor, H.M. 1979. Transpiraton of soybeans as related to leaf area, root length and soil water content. Agron. J. 71:441-445.

Ehleringer, J. 1980. Leaf morphology and reflectance in relation to water and temperature stress. (In) Adaptation of Plant to water and high temperature stress. John Willey & Sons.

Farquhar, G.D. and Sharkey, T.D. 1982. Stomatal Conductance and photosynthesis. Ann. Rev. Plant Physiol. 33:317-345.

Fisher, R.A. and Turner, N.C. 1978. Plant productivity in the arid and semi-arid zone. Ann. Rev. Plant Physiol. 29:277-317.

Food and Agriculture Organization. 1971. Irrigation agronomy in monsoon Asia. F.A.O., Rome, 193 pp.

Food and Agriculture Organization. 1981. Sesame : Status and potentials. F.A.O., Rome, 198 pp.

Hall, A.E. and Kaufmann, M.R. 1975. Stomatal response to enironment with Sesamum indicum L. Plant Physiol. 55:455-459.

Hall, A.E. and Yermanos, D.M. 1975. Leaf conductance and leaf water status of sesame strains in hot, dry climates : Crop. Sci. 15:789-793.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hang, A.N. and Miller, D.E. 1986. Responses of sugarbeet to deficit, high-frequency sprinkler irrigation. II. Sugarbeet development and partitioning to root growth. Agron. J. 78:15-18.

Hang. A.K. 1970. Studies on root rot wilting diseases of sesame. Agri. Res. Rev. 43:85-99.

Holt, R.F. and Timmons, D.R. 1968. Influence of precipitation, Soil water, and plant population interactions on corn grain yield. Agron. J. 60:379-381.

Huck, M.G., Busch, C.D. and Peterson, C.M. 1982. Soybean adaptation to water stress. Field Crop. Abstr. 35:818.

Kaigama, B.K. I.D. and Powers, W.L. 1977. Root and top growth of irrigation and non-irrigation grain sorghum. Crop Sci. 17:555-559.

Kashi, R. and Rao, R.M. 1931. Some observation on the growth of Sesamum indicum L. in different. Indian J. Agric. Sci. 1:715-717.

Khidir, M.O. and Osman, H.EL.G. 1970. Correlation studies of some agronomic characters in sesame. Expt. Agric. 6:27-31.

Kmoch, H.G., Ramig, R.E. and Fox, R.L. 1957. Root development of winter wheat as influenced by soil moisture and nitrogen fertilization. Agron. J. 49:20-25.

Kobayashi, T. no date. Sesame (Sesamum indicum L.) Inst. of Genetics. Dept. of Biology, Toyama University. Toyama, Japan.

Kramer, P.J. 1969. Plant and soil water relationships : A moderm. Synthesis. McGraw-Hill. 482 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kramer, P.T. 1963. Water stress and plant growth. Agron. J. 55:31-36.

Kriedemann, P.E. 1986. Stomatal and photosynthetic limitation to leaf growth. Aust. J. Plant Physiol. 13:15-31.

Lawn, R.J. 1982 a. Respone of four grain legumes to water stress in South-Eastern Queensland. I. Physiological response machanism. Aust. J. Agric. Res. 33:481-496.

Lawn, R.J. 1982 b. Response of four grain legemes to water stress in South-Eastern Queensalnd. II. Plant growth and soil water extraction patterns. Aust. J. Agri. Res. 33:497-510.

Lawn, R.J. 1982 c. Response of four grain legemes to water stress in South-Eastern Queensalnd. III. Dry matter production, yield and water use efficiency. Aust. J. Agric. Res. 33:511-522.

Lazim, M.H. and ElNadi, A.H. 1973. Growth and yield of irrigated sesame. II. Effect of population and variety on reproductive growth and seed yield. Expl. Agric. 10:71-76.

Lazim, M.H. and Nadi, A.H. 1974. Growth and yield of irrigation sesame. I. Effect of population and variety on vegetative growth. Expt. Agric. 10:65-69.

Lee. J.L. and Choi. B.H. 1985. Basic status on sesame plant growth in Korea. (In) F.A.O. Sesame and Safflower : Status and potential. paper no. 66:131-136.

Lupton, F.G. Oliver, R.H., Ellts, F.B., Barnes, B.T. and Howse, K.R. 1974. Root and shoot growth of semi-dwarf and taller winter wheat. Ann. Appl. Biol. 77:129-144.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Malik, R.S., Dhanker, J.S. and Turner, N.C. 1979. Influence of soil water deficits on root growth of cotton seedlings. Plant and Soil. 53:109-115.

Manakasem, Y. 1984. Miccroclimate of corn (Zea may. L.) and mungbean (Vigna radiata. L.) intercrop at three planting densities of corn. Master's thesis, University of the Phillippines, Los Banos.

Maranville, J.W. and Paulsen, G.M. 1970. Alteration of carbohydrate. composition of corn (Zea mays L.) seedlings during moisture stress. Agron. J. 62:607-609.

Mayaki, W.C. Stone, L.R. and Teare.I.D. 1975. Top and root growth of irrigated and non-irrigated soybeans. CropSc. 16:92-94.

Mayaki, W.C., Stone, L.R. and Teare, I.D. 1976. Irrigation and non irrigation soybean, corn and grain sorghum root system. Agron. J. 68:532-534.

Monteith, T.L. 1977. Climate. (In) Ecophysiology of the tropical crops. edited by Paulo de T. Alvim and T.T. Kozlowski. p 1-27. Academic Press, London.

Narayanan, A. and Balakrishna, R.K. 1982. Growth, development and yield of sesame (Sesame indicum L.) cultivars. Field Crop Res. 5:217-224.

Natarajan, M. And Willey, R.W. 1980. Some studies on the effects of moisture availability on intercropping yield advantages. Symposium on Intercropping in Semi-Arid Areae, University of Dares-Salaam, Morogoro, Tanzonia, August 4-7, 1980. 19 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pandey, R.H., Herrera, W.A.T., and Pendleton, J.W. 1984 a. Drought response of grain legums under irrigation gradient : II. Plant water status and canopy temperature. Agron. J. 76:553-557.

Pandey, R.H., Herrera, W.A.T., Villegas, A.N. and Pendleton, J.W. 1984. b. Drought response of grain legums under irrigation gradient : III. Plant growth. Agron. J. 76:557-560.

Purseglove. J.W. 1968. Tropical crops dicotyledon I. Longmans, London. 719 pp.

Rheenen, H.A. 1979. Soil moisture and growth of sesame. Plant and Soil. 53:277-285.

Ritchie, J.T. and Burnett, E. 1971. Dryland evaporation flux in a subhumid climate. II. Plant influences. Agron. J. 63:56-62.

Serogy. S.E., Miseha, W.I. Giball, A.A. and Tawaros, H.W. 1981. Response of sesame to irrigation practices. Field Crop. Abstr. 34:36.

Shiv Raj, A. 1978. An Introduction to Physiology of field crop. Oxford & IBH Pub., New Delhi. 272 pp.

Sibma, L. 1977. Maximization of arable crop yields in the Netherlands. Neth. J. agric. Sci. 25:278-287.

Sinonit, N. and Kramer, P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69:274-277.

Sivakumar, M.V.K., Seetharama, N., Gill, K.S. and Sachan, R.C. 1980. Response of sorghum to moisture stress using line source sprinkler irrigation. I. Plant-water Relations. Agric. Water Manage. 3:279-289.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sivakumar, M.V.K. and Virmani, S.M. 1987. Plant and atmospheric parameters in water stress studies. (In) International workshop on agroclimatological research needs of the semi-arid tropics. ICRISAT. India, p. 181-194.

Tribe, A.J. 1964. Sisim (Sesamum indicum L.) Tech comm No.17 Dept of Agric. Uganda. 168 pp.

Tribe, A.J. 1967. Sesamum. Field Crop. Abstr. 20:189-194.

Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In. Stress Physiology in Crop Plants. Ed. Mussell, H.W. and Staples, R.C. Weley-Interscience Publicaiton. p. 343-372.

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

Uzo, J.O. 1985. A search for drought resistance in the wild relatives of the cultivated sesame (Sesamum indicum L.) (In) F.A.O. sesame and safflower : status and potential paper no.66:p 163-165.

Vorasoot, N. 1982. A biological study of the benefits of intercropping in England and India. Doctoral Dissertation, University of Reading, England. 195 pp.

Vorasoot, N., Kongchum, M., Detpiratmongkol, S. and Selaruck, S. 1985. Effect of water stress at different growth stages and different duration on crop performance. (In) KKU-ACNARP Technical Report. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002. p. 116-149.

เอกสารนี้เผยแพร่ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vorasoot, N., BoonJan, S. and Detpiratmongkol, S., Vatayanon, A. and Surai, S. 1987. Effect of different water regimes and irrigation intervals on crop performance and water use efficiency. (In) KKU-ACNARP Technical Report. Faculty of Agriculture, Khon Kaen Unviersity, Khon Ksen 40002 p.111-161.

Weiss, E.A. 1971. Castor, Sesame and Safflower. A division of International Text Book Co., Ltd. 158. Buckingham Palace Road, London. 847 pp.

Winter, E.J. 1974. Water soil and the plants : Published in collaboration with the Royal Horticultural Society Macmillan. 141 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้