สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลของการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์

Influence of water deficit on seed yield of 3 vegetable soybean cultivars

ผู้ทำการวิจัย

ผศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล

นาย ธวัชชัย อุบลเกิด

ผศ.ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

RCH
SB
205
.S7
ส27ห5
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32750
วัน, เดือน, ปี 8 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ส.ค. 2542

บทคัดย่อ

พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองส่วนใหญ่ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการจำกัดผลผลิต จึงได้ทำการศึกษาถึงการตอบสนองของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ต่อการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ กัน ของการเจริญเติบโตขึ้น ซึ่งได้ทำการทดลองที่แปลงทดลองของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนมกราคม - เมษายน 2540 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ โดย Main plot ประกอบด้วยถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 , พันธุ์เชียงใหม่ 1 และ พันธุ์ GC 83010-1-B-21 ตามลำดับ ส่วน Sub plot คือ ถั่วเหลืองฝักสดขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต ได้แก่ ขาดน้ำในระยะกล้าจนถึงก่อนออกดอก (W1) ขาดน้ำในระยะออกดอก (W2) ขาดน้ำในระยะติดฝัก (W3) ขาดน้ำในระยะติดเมล็ด (W4) และ ถั่วเหลืองฝักสดไม่มีการขาดน้ำ (W5) ผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นครสวรรค์1 มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมและผลผลิตเมล็ดสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 ตามลำดับ การขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยพบว่า ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำระยะติดฝัก (W3) มีการสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตเมล็ดมีค่าต่ำที่สุด และถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่มีการขาดน้ำ (W5) มีค่าสูงที่สุด การขาดน้ำมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง และเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับการขาดน้ำระยะติดฝักมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Moisture is a major factor limiting yield in most areas where soybeans are grown. The response of three vegetable soybean cultivars to drought stress imposed at different growth stages was studied at experimental field of Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, during January to April, 1997. A split plot in randomized complete block design with 3 replications was used. Main plot composed of three vegetable soybean cultivars, Chiang Mai 1, GC 83010-1-B-21 and Nakhonsawan1, respectively. Water deficits at different growth stages, i.e. establishment to pre flower (W1), flowering (W2), pod filling (W3) , seed filling (W4) and non water deficit (W5) was considered as sub-plot. It was found that total dry matter and seed yield of Nakhonsawan 1 were the highest and followed by GC 83010-1-B-21 and Chiang Mai 1, respectively. Water deficits at different growth stages effected on growth and yield of vegetable soybean. Total dry matter and seed yield of water deficit at pod filling stage (W3) were the lowest while non water deficit treatment (W5) were the highest. Water deficits caused reduction in seed germination and water deficit at pod filling stage gave the poorest seed germination percentage. However, seed germination percentage of three vegetable soybean cultivars was not significantly different.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้ทำการวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้เงินทุนสนับสนุนงานวิจัย ตลอดจนใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ ขอขอบคุณ น.ส. ประสงค์ สมน้อย และ น.ส. พิชชาทร เรืองเดช ที่ได้ช่วยเก็บข้อมูล และ วิเคราะห์ผล จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

สมยศ เดชภิรัตนมงคล

ธวัชชัย อุบลเกิด

ทรงยศ ตันพิพัฒน์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	4
ผลการทดลองและวิจารณ์	14
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินในแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร	5
2	ปริมาณน้ำที่ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต	9
3	น้ำหนักแห้งรวม (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต	18
4	องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์ นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต	25
5	ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต	26
6	ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต	28
7	เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2540	10
2	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2540	11
3	การระเหยของน้ำตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2540	12
4	ปริมาณน้ำฝนที่ตกในระหว่างการทดลองตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2540	13
5	ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน	15
6.	ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์ GC 83010-1-B-21 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน	16
7.	ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์นครสวรรค์ 1 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน	17
8.	น้ำหนักต้นแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน(ก) และ อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต้นแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ที่อายุต่างกัน(ข)	19
9.	น้ำหนักใบแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน(ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักใบแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ที่อายุต่างกัน(ข)	21
10.	น้ำหนักดอกและฝักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน(ก) และอิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักดอกและฝักแห้งของถั่วเหลืองฝักสดที่อายุต่างกัน(ข)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

11. น้ำหนักรากแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน(ก) และ อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรากแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ที่อายุต่างกัน(ข) 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ (Introduction)

ปัญหาการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรในเขตภาคกลางช่วงฤดูแล้ง ก็คือการขาดแคลนน้ำชลประทานที่จะให้แก่ถั่วเหลืองฝักสดในบางช่วงของการเจริญเติบโต จึงมีผลทำให้ถั่วเหลืองฝักสดเกิดการขาดน้ำขึ้น ซึ่งผลกระทบของการขาดน้ำมีต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตเป็นอย่างไร ยังมีการศึกษากันน้อยมาก แต่การศึกษาเกี่ยวกับการขาดน้ำในถั่วเหลือง โดยทั่วไปพบว่ามีผลทำให้ผลผลิตลดลง (Begg and Turner, 1976; Sionit and Kramer, 1977) ธวัชชัย (2526) กล่าวว่าผลผลิตถั่วเหลืองจะลดลงมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง ช่วงเวลาการให้น้ำและความยาวนานของการให้น้ำ การขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ผลผลิตจะลดน้อยกว่าการขาดน้ำในช่วงออกดอกและหลังออกดอก วันชัย และคณะ (2540) รายงานว่าการงดให้น้ำแก่ถั่วเหลืองช่วงออกดอกและติดฝักมีผลทำให้ผลผลิตลดลง 28 และ 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และการลดลงของผลผลิตช่วงที่หยุดให้น้ำในระยะดังกล่าว สาเหตุเนื่องมาจากจำนวนฝักต่อต้นและขนาดของเมล็ดลดลง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันกรมวิชาการเกษตร ได้แนะนำถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ใหม่คือ GC83010-1-B-21 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ดี มีขนาดฝักใหญ่ เมล็ดโต และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 ที่ปลูกกันอยู่เดิม อีกทั้งยังมีคุณภาพดีหลังการสุกแก่ คือมีความหวานมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 (พิมพร และคณะ, 2540) อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ใหม่นี้ มีการตอบสนองต่อการขาดน้ำเป็นอย่างไร ยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อนจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น ซึ่งได้เปรียบเทียบถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นี้กับพันธุ์เชียงใหม่ 1 และนครสวรรค์ 1 ที่เกษตรกรปลูกกันอยู่เดิม ซึ่งการทดลองนี้จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรเป็นอย่างมากในการจัดการให้น้ำแก่ถั่วเหลืองฝักสด เพื่อผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์อย่างเหมาะสมอีกทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานแก่เกษตรกรว่าสมควรเลือกปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ใดจึงจะดีที่สุด

วัตถุประสงค์ (Objectives)

- เพื่อเป็นการศึกษาถึงการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์
- เพื่อต้องการทราบว่าช่วงใดของถั่วเหลืองฝักสดที่เป็นช่วงวิกฤติที่สุดเมื่อเกิดการขาดน้ำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร (Review literature)

1. ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์

พิมพร (2540) ได้เปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์นครสวรรค์ 1 และ พันธุ์ GC 83010-1-B-21 ไว้ดังนี้

ลักษณะ	พันธุ์เชียงใหม่ 1	พันธุ์นครสวรรค์ 1	พันธุ์ GC 83010-1-B-21
1. สีดอกและสีโคนต้น	ม่วง	ม่วง	ขาว(เขียว)
2. สีขน	ขาว	น้ำตาล	น้ำตาล
3. สีฝักสด	เขียวเข้ม	เขียว	เขียว
4. สีฝักแก่	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาล	น้ำตาล
5. สีเมล็ดแห้ง	เหลือง	เหลือง	เหลือง
6. สีตา	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาล
7. ลักษณะเมล็ด	กลม	ค่อนข้างแบน	ค่อนข้างกลมรี
8. ลักษณะใบ	กว้าง	กว้าง	กว้าง
9. ลักษณะทรงต้น	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด
10. อายุของดอก (วัน) หลังงอก	33	29	38
11. อายุการเก็บเกี่ยวฝักสด(วัน) หลังงอก	75	68	75
12. ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว(เซนติเมตร)	36	42	40
13. จำนวนข้อต่อต้น	9.6	10.2	9.0
14. จำนวนกิ่งต่อต้น	2.1	1.9	1.5
15. จำนวนฝักต่อต้น	25	27	20
16. ผลผลิตต้นและฝักสด(กิโลกรัมต่อไร่)	1,653	1,441	1,570
17. ผลผลิตฝักสด(กิโลกรัมต่อไร่)	1,121	1,129	1,152
18. น้ำหนักเมล็ดสด 100 เมล็ด(กรัม)	55.9	59.7	54.9
19. จำนวนฝักต่อกิโลกรัม (ฝัก)	463	586	524
20. เปอร์เซ็นต์น้ำมัน(เมล็ดสด)	9.56	6.72	5.62
21. เปอร์เซ็นต์โปรตีน (เมล็ดสด)	11.19	12.32	9.97
22. เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เมล็ดแห้ง)	26.23	18.36	-
23. เปอร์เซ็นต์โปรตีน (เมล็ดแห้ง)	30.69	33.66	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การขาดน้ำและความต้องการน้ำของถั่วเหลืองฝักสดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และ การผลิต

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ตอบสนองต่อการขาดน้ำเห็นได้อย่างชัดเจนเพราะ การพัฒนาพื้นที่ใบ การแตกใบใหม่ และการขยายตัวของใบลดลง นอกจากนี้การร่วงหล่นของใบทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงอย่างรวดเร็ว (สายัณห์, 2537) เฉลิมพล (2535) กล่าวว่า ถั่วเหลืองเมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงแรกของการออกดอก จะทำให้ผลผลิตลดลงเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าดอกที่เกิดในช่วงนี้จะได้รับความเสียหายไปบ้าง แต่พืชก็สามารถจะสร้างดอกชุดใหม่ขึ้นมาแทนได้ (Shaw and Laing , 1966) และผลผลิตที่เสียไปเนื่องจากดอกชุดแรกก็จะถูกชดเชย ด้วยการเพิ่มขึ้นของขนาดเมล็ด การขาดน้ำถ้าเกิดขึ้นช่วงที่พืชกำลังสร้างฝัก (ก่อนการสะสมน้ำหนักเมล็ด) จะทำให้ฝักมีขนาดเล็กลง และถ้าเกิดการขาดน้ำในช่วงการสะสมเมล็ด (Seed filling stage) นอกจากจะทำให้ขนาดของเมล็ดลดลงแล้วยังทำให้ฝักชุดหลัง ๆ มีขนาดเล็กตามไปด้วย Doss et al. (1974) และ Shaw and Laing (1966) และ Sionit and Kramer (1977) พบว่า การขาดน้ำในช่วงที่เมล็ดกำลังพัฒนาจะมีผลต่อผลผลิตเมล็ดมากกว่าการขาดน้ำในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ คือใบมีการร่วงเร็วขึ้น และช่วงของการพัฒนาเมล็ดสั้นลง อภิพรรณ และ คณะ (2532) พบว่า การขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์ ทำให้ผลผลิตเมล็ดลดลง ส่วนองค์ประกอบผลผลิตที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ได้แก่จำนวนเมล็ดต่อฝักซึ่งสอดคล้องกับ สายัณห์ (2537) ที่กล่าวว่า ระยะวิกฤติของถั่วเหลืองต่อการขาดน้ำก็คือ ช่วงที่เกิดขึ้นในระยะเจริญพันธุ์ (Reproductive stage) สุมิตรา และ คณะ (2533) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 ที่ขาดน้ำในระยะออกดอกจนถึงระยะที่เมล็ดแก่ ผลผลิตลดลง 20-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่มีการขาดน้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อถั่วเหลืองขาดน้ำในระยะออกดอก และระยะแรกของการพัฒนาฝักจะมีผลกระทบอย่างมากต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักและฝักต่อต้น เมล็ดมีขนาดเล็กลงอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะขาดน้ำในช่วงหลังของการพัฒนาเมล็ด Shaw and Laing (1966) และ อินทรัตน์ และ คณะ (2533) พบว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตเกษตรน้ำฝน ถ้ามีการให้น้ำชลประทานเสริมจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อีกทั้งจะได้ถั่วเหลืองที่มีขนาดเมล็ดโต จำนวนฝักต่อต้นสูง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบน้อย สุภาวดี (2532) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำในปริมาณที่มากที่สุด จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากและให้ผลผลิตสูงสุดในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำน้อยมีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี มีการสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตต่ำสุด

กรมวิชาการเกษตร (2526) สรุปว่า ถั่วเหลืองเมื่องอกจากเมล็ดและเจริญเติบโตขึ้นเป็นต้นแล้ว พบว่า ช่วงระยะติดฝักและฝักเริ่มมีเมล็ดเป็นระยะที่สำคัญที่สุด ไม่ควรขาดน้ำเพราะ การขาดน้ำในช่วงนี้จะทำให้ ดอกที่เริ่มติดเป็นฝักหรือฝักอ่อนร่วงหล่นไป ฝักลีบ เมล็ดไม่เต็ม มีขนาดเล็กและผลผลิตต่ำ ถ้ามีการให้น้ำในช่วงนี้ พบว่า จะมีการตอบสนองต่อผลผลิตมาก

Ashley and Ethridge (1978) พบว่า การให้น้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จะทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและมีผลต่อผลผลิตน้อยมาก แต่การให้น้ำในช่วงแรกของการออกดอก ผลผลิตเมล็ดจะดีที่สุด ชลูด และ คณะ (2535) ได้ปลูกถั่วเหลืองฝักสด และให้น้ำทุก 3, 7, 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 15 วัน พบว่า การให้น้ำในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นแตกต่างกัน แต่การให้น้ำทุก 3 วัน ให้ผลผลิตน้อยกว่า การให้น้ำทุก 7, 10 และ 15 วัน ตามลำดับ กรมวิชาการเกษตร (2526) กล่าวว่า ความต้องการน้ำของถั่วเหลืองหลังปลูกจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และต้องการมากในช่วงระยะออกดอก และติดฝัก จนกระทั่งถึงระยะเมล็ดแก่ การให้น้ำโดยเฉลี่ยตลอดฤดูปลูก ประมาณ 2.5-3.3 มิลลิเมตรต่อวัน หรือควรให้ 2-3 สัปดาห์ ต่อครั้ง

แต่อย่างไรก็ตาม งานทดลองส่วนใหญ่ มักเป็นถั่วเหลืองที่ผลิตเพื่อต้องการผลผลิตไม่ได้ผลิตเพื่อต้องการนำเมล็ดมาใช้ทำพันธุ์ อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่าง ๆ ก็ยังมีไม่มากนัก และอยู่ในวงจำกัด นอกจากนี้ ผลกระทบต่อการขาดน้ำที่มีต่อถั่วเหลืองฝักสดที่นำมาใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นอย่างไรก็ยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อน ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองในครั้งนี้ขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง (Materials and methods)

สถานที่และสภาพดินที่ใช้ทดลอง (Location and soil)

ทำการทดลองที่แปลงทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดินทดลองเป็นดินชุดบางกอก (Bangkok series) มีเนื้อดิน (Texture) เป็นดินเหนียว มีสีเทาเข้มและสีน้ำตาลปนเทา จัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมบูรณ์ค่อนข้างสูง มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินชุดนี้จากแปลงทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

แผนการทดลอง (Experimental plan)

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ

Main plot มี 3 ปัจจัย ได้แก่ ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ คือ

V1 = พันธุ์เชียงใหม่ 1

V2 = พันธุ์ GC 83010-1-B-21

V3 = พันธุ์นครสวรรค์ 1

Sub plot มี 5 ปัจจัย ได้แก่ การขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต มีดังนี้ คือ

W1 = ขาดน้ำระยะกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (ระยะ V4) คือ การขาดน้ำในช่วงที่มีอายุ 26-32 วันหลังงอก

W2 = ขาดน้ำในระยะออกดอก (ระยะ R2) คือการงดน้ำแก่ถั่วเหลืองฝักสดในช่วงที่มีอายุ 33-39 วัน หลังงอก

W3 = ขาดน้ำระยะติดฝัก (ระยะ R4) คือ การงดน้ำแก่ถั่วเหลืองฝักสดในช่วงที่มีอายุ 46-53 วัน หลังงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และ ทางเคมีของดินในแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร

คุณสมบัติทางฟิสิกส์	ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร	ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร
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
Period of water saturation		
a. Surface	5 months	
b. Subsurface	8-10 months ground water below 150 cm.	
Texture	Clay	
Drainage	Poorly	
Permeability	Slow	
Surface Run – off	Slow	
คุณสมบัติทางเคมี	ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร	
pH	6.4-6.8	
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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W4 = ขาดน้ำระยะติดเมล็ด (ระยะ R6) คือการงดให้น้ำแก่ถั่วเหลืองฝักสดในช่วงที่มีอายุ 60-67 วัน หลังงอก

W5 = ได้รับน้ำอย่างเพียงพอแก่การเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก

ขนาดของแปลงทดลอง (Plot size)

แปลงที่ใช้ในการทดลองใช้ พื้นที่ทั้งหมด 338 ตารางเมตร ประกอบด้วยแปลงย่อย (Sub plot) ขนาด 2x2 ตารางเมตร จำนวน 45 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยได้มีการแบ่งพื้นที่ของถั่วเหลืองฝักสดออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรก จะเป็นส่วนที่ทำการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อมาวิเคราะห์การเจริญเติบโต โดยจะเก็บตัวอย่างในพื้นที่ 2x1 ตารางเมตร และ อีกส่วนหนึ่ง คือ ส่วนของพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2x1 ตารางเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Split - plot in randomized block design มีตารางวิเคราะห์และ Degree of freedom ดังนี้

Source of variation	Degree of freedom
Replication	2
Variety	2
Error (a)	4
Water stress	4
Variety x Water stress	8
Error (b)	24
Total	44

การเตรียมแปลง การปลูก การดูแลรักษา และการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

(Land preparation, planting , management and pest control)

ก่อนการเตรียมแปลงปลูก ได้มีการให้น้ำตลอดทั่วทั้งแปลงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ง่ายต่อการไถ หลังจากนั้นมีการไถดะและไถแปรรวม 2 ครั้ง โรยปูนขาว ปุ๋ยคอก และขี้เถ้าแกลบในอัตราอย่างละ 200 กิโลกรัมต่อไร่ พรวนและคราดดินให้สม่ำเสมอ ทั่วทั้งแปลง

การปลูก ปลูกถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2540 โดยแบ่งพื้นที่ปลูกเป็นแปลงย่อย (Sub plot) ขนาด 2x2 ตารางเมตร ซึ่งแต่ละแปลงย่อยได้มีการทำหลุม โดยให้มีระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 25 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว ประมาณ 50 เซนติเมตร ให้มีความลึกประมาณ 5 เซนติเมตร การปลูกใช้ขี้เถ้าแกลบรองก้นหลุมแล้วหยอดเมล็ดถั่วลงไป 2-3 เมล็ดต่อหลุม ก่อนปลูกได้มีการคลุกเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ กับเชื้อไรโซเบียมโดยใช้ สัดส่วนของเชื้อคือ เมล็ดพันธุ์ 10 กิโลกรัม ต่อเชื้อ 200 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษา ถั่วเหลืองฝักสดจะงอกหลังปลูกใช้เวลา 6-8 วัน เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ ได้ 15 วัน ก็ทำการถอนแยกให้เหลือ 2 ต้น ต่อหลุม และหลุมใดไม่งอกก็ต้องปลูกซ่อม ส่วนการกำจัดวัชพืช จำนวน 3 ครั้งเมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุได้ 15, 23 และ 30 วัน ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุได้ 15 และ 30 วัน การป้องกันกำจัดศัตรูพืช รองก้นหลุมโดยใช้ ยาฟูราดานอัตรา 4-6 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อป้องกัน แมลงวันเจาะต้นถั่วเหลืองฝักสด เสี้ยนดิน และไส้เดือนฝอยและมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา และป้องกันกำจัดแมลง ในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตดังนี้

ว/ด/ป	อายุของถั่วเหลืองฝักสด (วัน)	สารเคมีที่ใช้	อัตราการใช้ ต่อ 1 ไร่
14/ก.พ./40	22	อะโซดริน	20 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร
18/ก.พ./40	26		
12/มี.ค./40	48	ไดเทนเอ็ม	30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
26/มี.ค./40	62		
1/เม.ย./40	68		
29/เม.ย./40	96		

การเก็บตัวอย่างต้นถั่วเหลืองฝักสดมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตและการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์

การเก็บตัวอย่างของถั่วเหลืองฝักสดมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตที่อายุ 30, 50 และ 75 วัน หลังปลูก โดยนำต้นถั่วเหลือง เก็บแยกส่วนของลำต้น ใบ ดอก และฝักแห้ง หลังจากนั้นนำไปเข้าตู้อบเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และชั่งหาน้ำหนักแห้ง ส่วนน้ำหนักรากแห้งได้ศึกษาโดยใช้วิธี Excavation method (สมยศ , 2528) โดยการขุดดินบริเวณกึ่งกลางทั้ง 2 ด้าน ของแถวถั่วเหลืองฝักสดออก ลึกประมาณ 20 เซนติเมตร หลังจากนั้นใช้น้ำล้างแยกเอารากออกจากดิน เมื่อล้างได้รากสะอาดดีแล้ว รวบรวมรากทั้งหมดนำไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ทำการตรวจ วัดครั้งเดียวเมื่อถั่วเหลืองฝักสดแก่ ทำการตรวจวัดที่อายุ 90 วัน โดยเก็บเกี่ยวจากพื้นที่ 2x1 ตารางเมตร ในแต่ละแปลงย่อยถั่วเหลืองฝักสด พบว่าแก่เร็วกว่าที่กำหนดไว้ เนื่องจากเป็นการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูแล้ง

ดัชนีเก็บเกี่ยวหาได้จากสูตร

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด}}{\text{น้ำหนักแห้งทั้งหมดในส่วนที่อยู่เหนือดิน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด ในแต่ละแปลงย่อย หลังจากตรวจวัดผลผลิต และแกะเอาเปลือกออกแล้ว ทำการสุ่มเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 300 เมล็ดต่อแปลงย่อย นำมาทำการเพาะลงบนกระด้าษเพาะเมล็ด นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นก็ทำการตรวจวัด เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด

การตรวจวัดความชื้นในดิน เก็บดินจากแปลงทดลองทุกแปลงมาวัดความชื้นทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลองที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร โดยนำดินที่เก็บมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ})}{\text{น้ำหนักดินหลังอบ}} \times 100$$

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจอากาศของ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร และสถานีตรวจวัดอากาศ กรุงเทพมหานคร ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด การระเหยของน้ำ (Evaporation) และ ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศ (Relative humidity)

ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แก่ถั่วเหลืองฝักสดตลอดอายุการเจริญเติบโต ซึ่งให้ตาม ทรีตเมนต์ที่กำหนดในการทดลอง และปริมาณน้ำฝน ที่ถั่วเหลืองฝักสดได้รับ แสดงไว้ใน ตารางที่ 2

สภาพอากาศ และความชื้นในดิน(Climate condition and soil moisture)

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ภาพที่ 1) ตั้งแต่ต้นเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนเมษายน พบว่ามีความผันแปรอยู่ในช่วง 60-77 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าต่ำสุดอยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ และต้นเดือนมีนาคม และมีค่าสูงสุดในช่วงต้นเดือน เมษายน ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ (ภาพที่ 2) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีไม่มากนัก ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มีค่า อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 28 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส ในช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์

การระเหยของน้ำต่อวัน (ภาพที่ 3) พบว่า มีการผันแปรอย่างมากในแต่ละสัปดาห์ แต่โดยส่วนใหญ่การระเหยน้ำเฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิเมตร และในเดือนกุมภาพันธ์มีการระเหยของน้ำต่ำสุด 3 มิลลิเมตร และเดือนเมษายน มีการระเหยของน้ำสูงสุด 7 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่ถั่วเหลืองกำลังแก่พร้อมเก็บเกี่ยว การกระจายของฝนตลอดฤดูปลูก พบว่า จะมีการกระจายของฝนมากในช่วงปลายเดือนมีนาคม ถึงต้นเดือน พฤษภาคม (ภาพที่ 4) รวมปริมาณน้ำฝนที่ตกตลอดฤดูปลูก ประมาณ 115.9 มิลลิเมตร

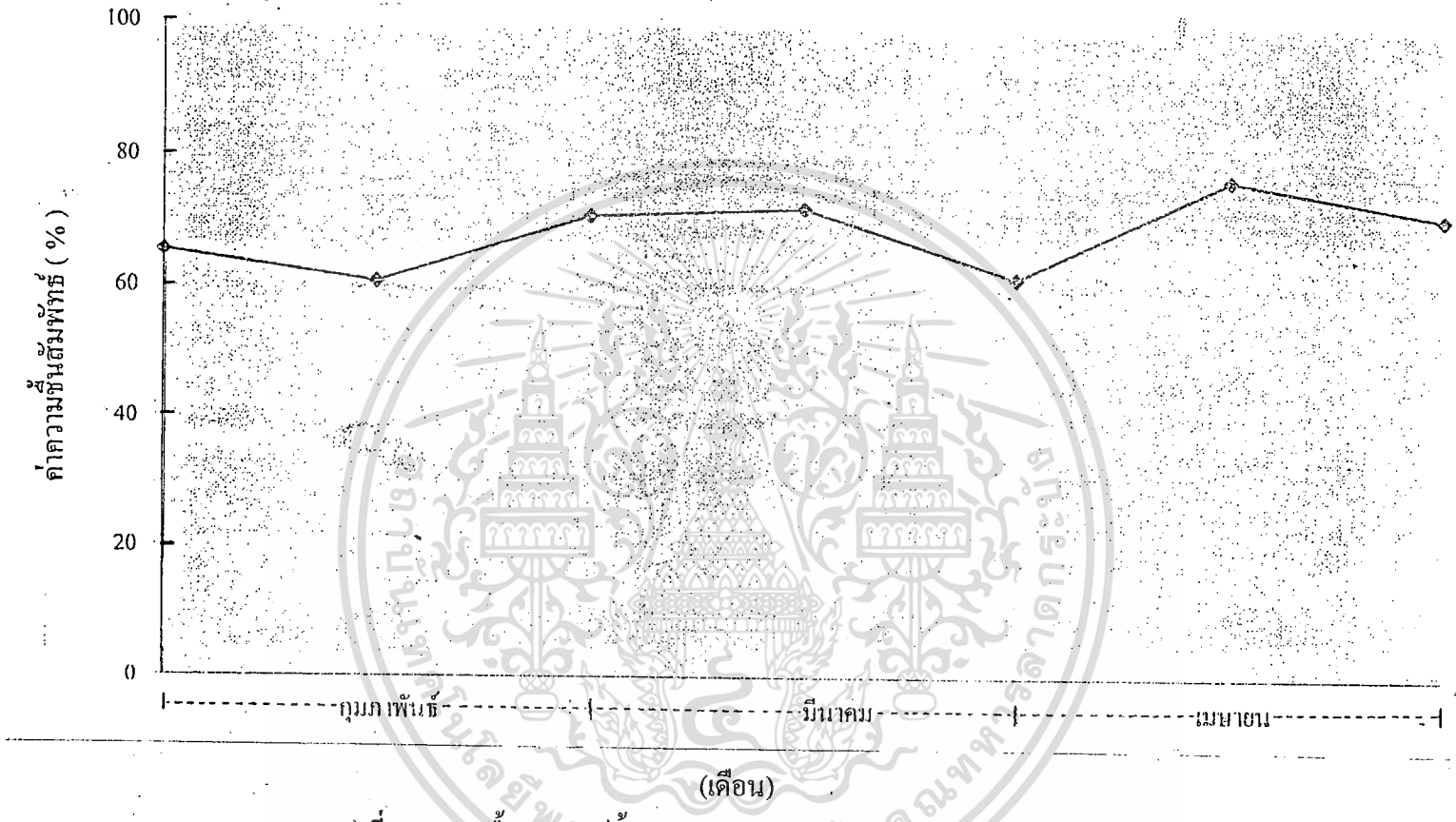
ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ พบว่าช่วงต้นฤดูปลูกความชื้นในดินสูงกว่าความชื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

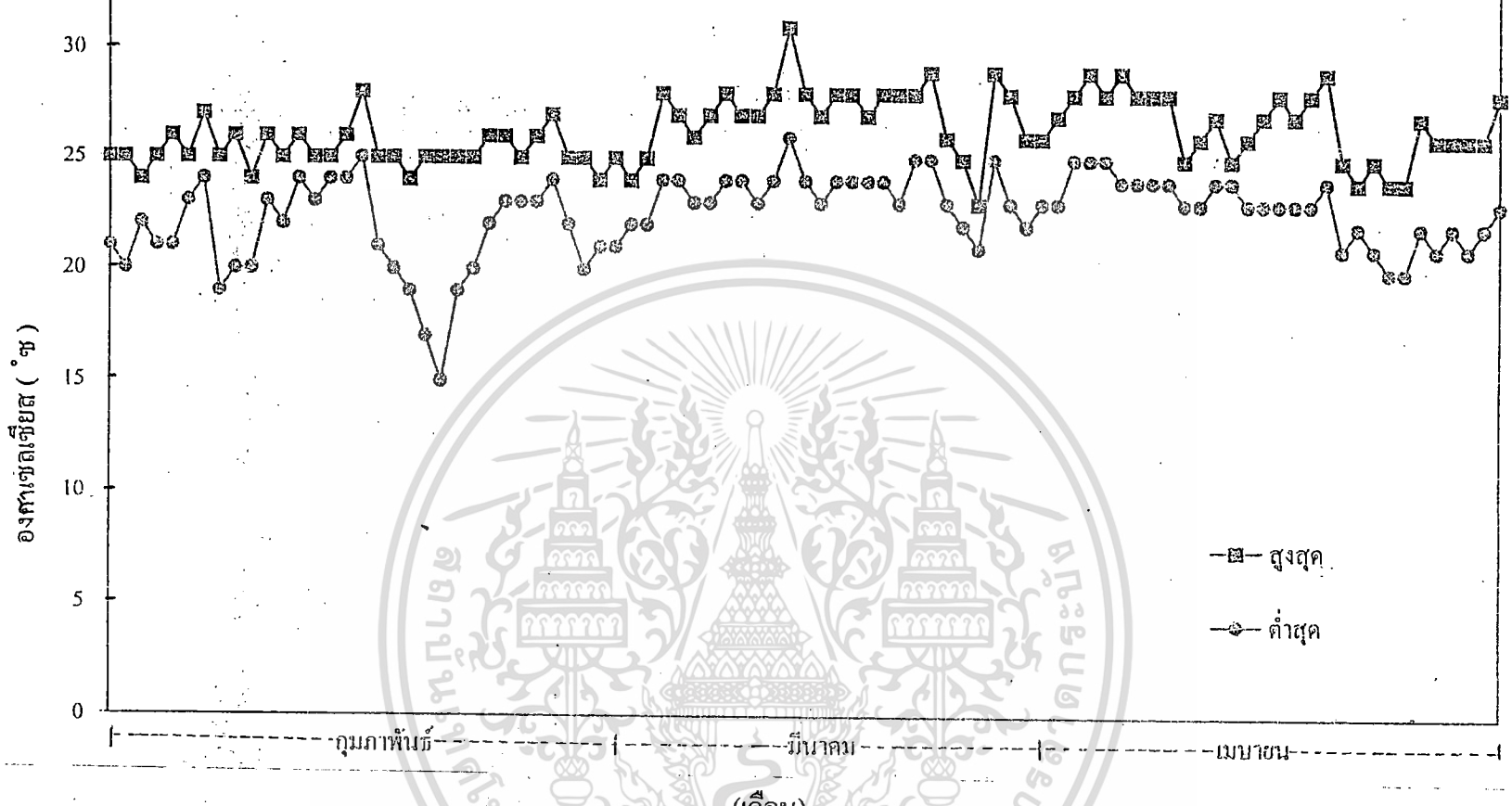
ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำ (มิลลิเมตร) ที่ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่1 พันธุ์ GC83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต

พันธุ์	ระยะที่ขาดน้ำ	น้ำจากชลประทาน (มิลลิเมตร)	น้ำฝน (มิลลิเมตร)	รวม (มิลลิเมตร)
เชียงใหม่ 1	W1	385	115.9	500.9
	W2	385	115.9	500.9
	W3	385	115.9	500.9
	W4	385	115.9	500.9
	W5	420	115.9	535.9
GC 83010-1-B-21	W1	385	115.9	500.9
	W2	385	115.9	500.9
	W3	385	115.9	500.9
	W4	385	115.9	500.9
	W5	420	115.9	535.9
นครสวรรค์ 1	W1	385	115.9	500.9
	W2	385	115.9	500.9
	W3	385	115.9	500.9
	W4	385	115.9	500.9
	W5	420	115.9	535.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

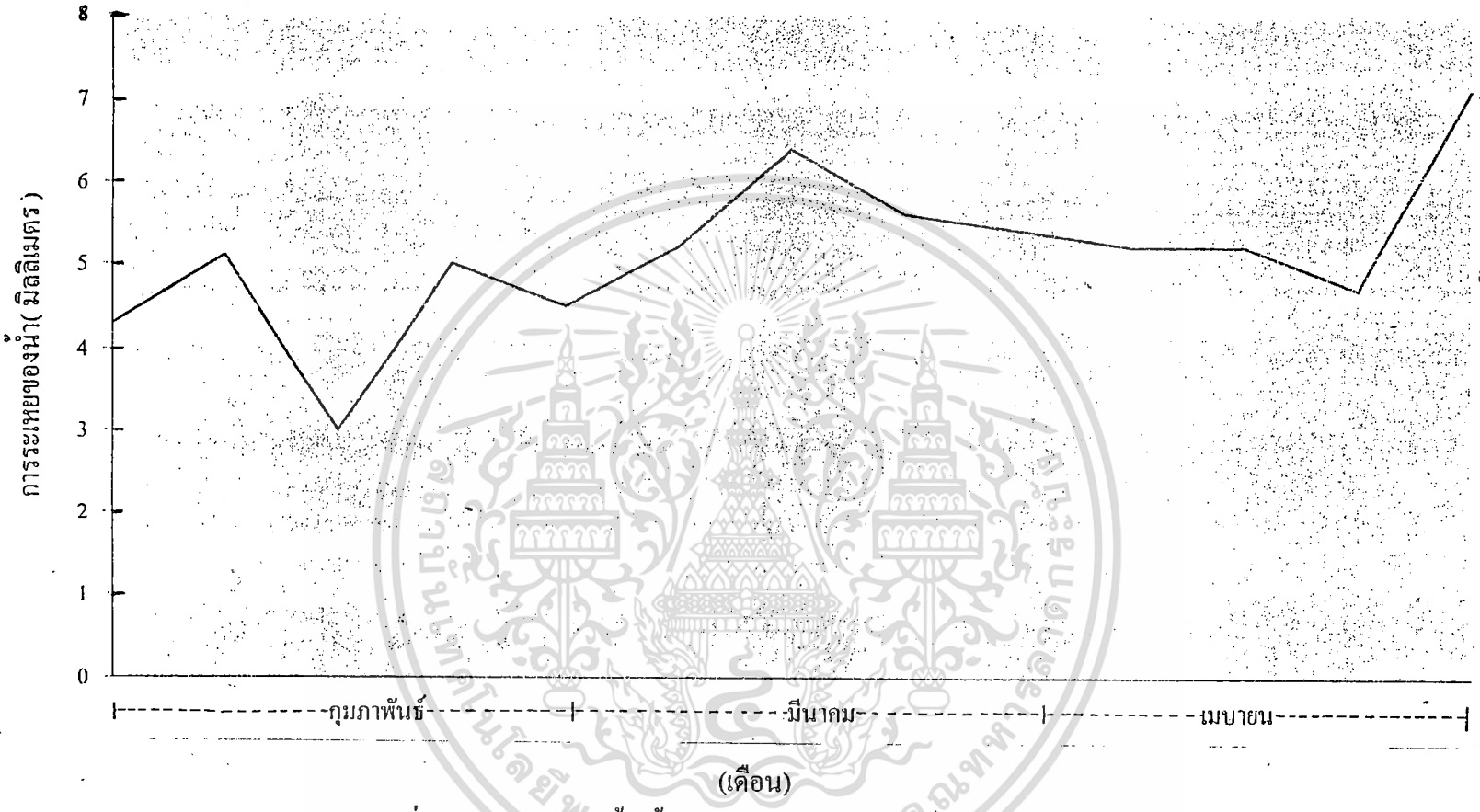


ภาพที่ 1 ความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือน เมษายน พ.ศ 2540

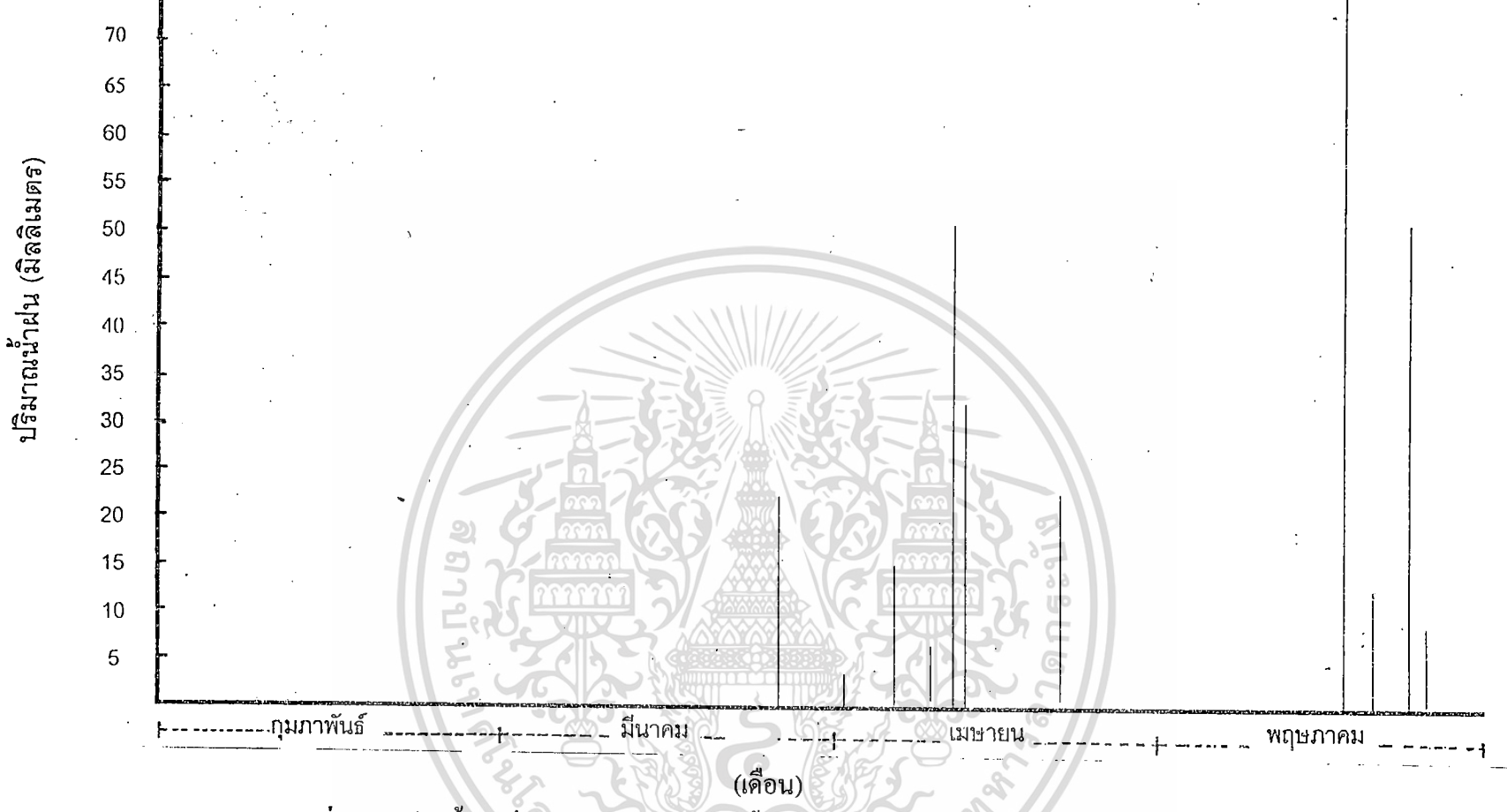


ภาพที่ 2 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2540

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 3 การระเหยของน้ำ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนที่ตกระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540

ระดับ Field capacity แล้วค่อย ๆ ลดลง เมื่อต้นถั่วเริ่มมีการเจริญเติบโตทางลำต้น หลังจากนั้น ความชื้นในดินก็เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีฝนตกใน ช่วงปลายเดือนมีนาคมถึง ต้นเดือนเมษายน (ภาพที่ 5, 6 และ 7)

ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and discussion)

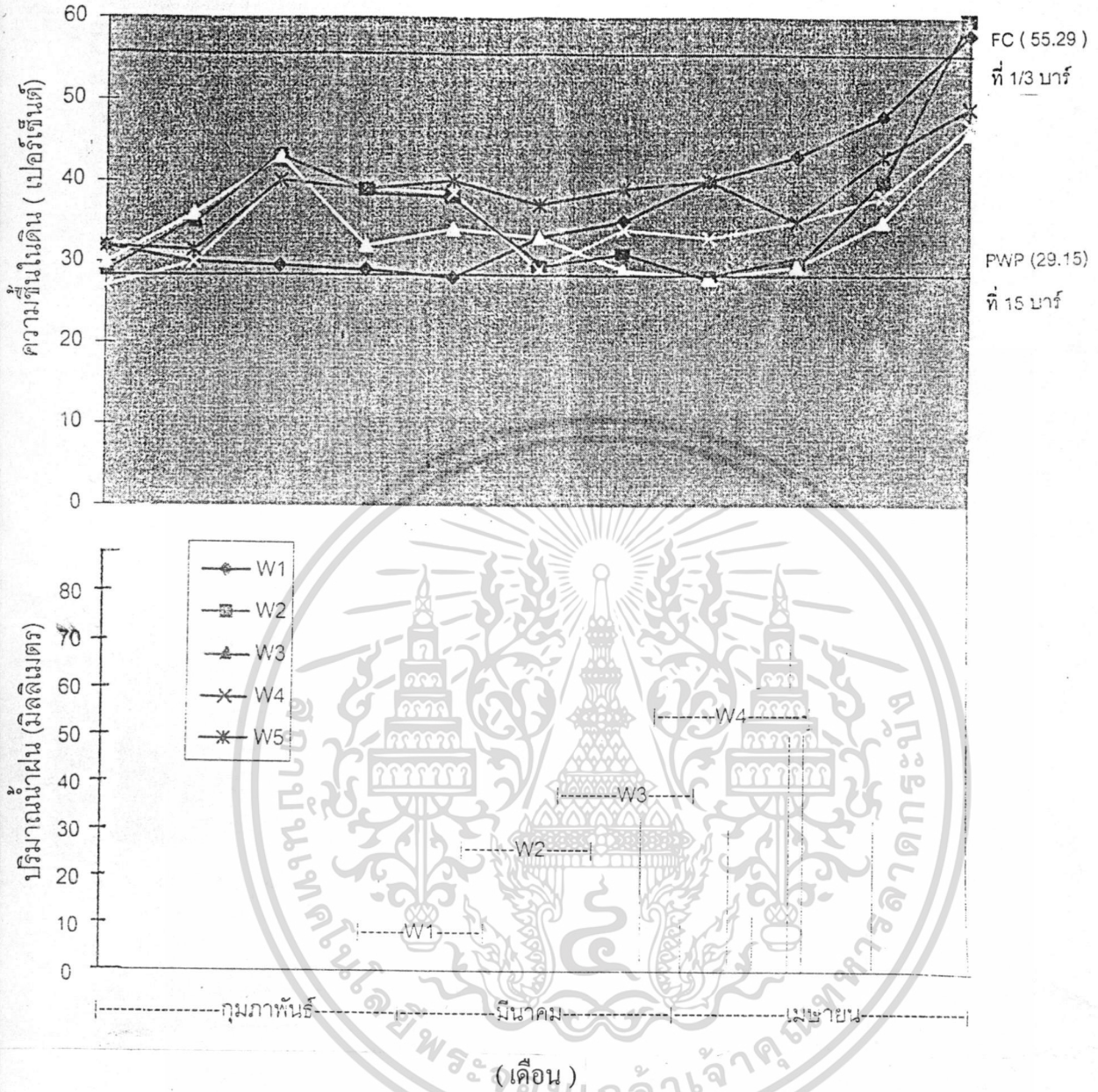
1. น้ำหนักแห้งรวม (Total dry matter)

การสะสมน้ำหนักแห้งรวม (Total dry matter) ของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ (ตารางที่ 3) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้น จนกระทั่งมีค่าสูงสุดที่อายุ 75 วัน ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยมากที่สุดทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยที่อายุ 75 วัน มีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 567 กิโลกรัมต่อไร่มากกว่า พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 มากถึง 23.28 และ 50.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการขาดน้ำในช่วงเวลาแตกต่างกันพบว่า การสะสมน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยของถั่วเหลืองฝักสดมีค่าลดลงแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75 วัน ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก มีน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยเท่ากับ 544.3 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในระยะต้นกล้า ขาดน้ำระยะติดเมล็ด, และขาดน้ำระยะออกดอกมีค่าเท่ากับ 458, 423.7 และ 395.7 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนการขาดน้ำในระยะติดฝักถั่วเหลืองฝักสดมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 322 กิโลกรัมต่อไร่ Begg and Truner (1976) พบว่าการขาดน้ำมีผลทำให้การแบ่งเซลล์ และการขยายตัวของเซลล์ลดลง ซึ่งมีผลทำให้พื้นที่ใบของถั่วเหลืองลดลง (Ramseur et al., 1985; Scott and Batchelor, 1979; Sivakumar and Shaw, 1978) ศักยภาพของน้ำในใบลดลงและปากใบปิด (Carlson et al ., 1979 ; Turner et al., 1978) ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบลดลง (Pookpakdi et al., 1989) ซึ่งมีผลต่อความสูงของลำต้นลดลง (นิตยา และนุจรี, 2539; Sajjaponges et al., 1984) และการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง (Pandey et al., 1984) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของทรงเชาว์ และคณะ (2531) ที่พบว่าการขาดน้ำของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1, สจ.2, สจ.4, สจ.5, และ OCB มีผลทำให้การสร้างน้ำหนักแห้งของถั่งเหลืองลดลง น้องนุช (2541) ได้ทดลองพบว่าถั่วเหลืองเมื่อได้รับการขาดน้ำจะมีผลกระทบต่อความสูงและน้ำหนักแห้งของลำต้นมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก

2. น้ำหนักต้นแห้ง (Stem dry weight)

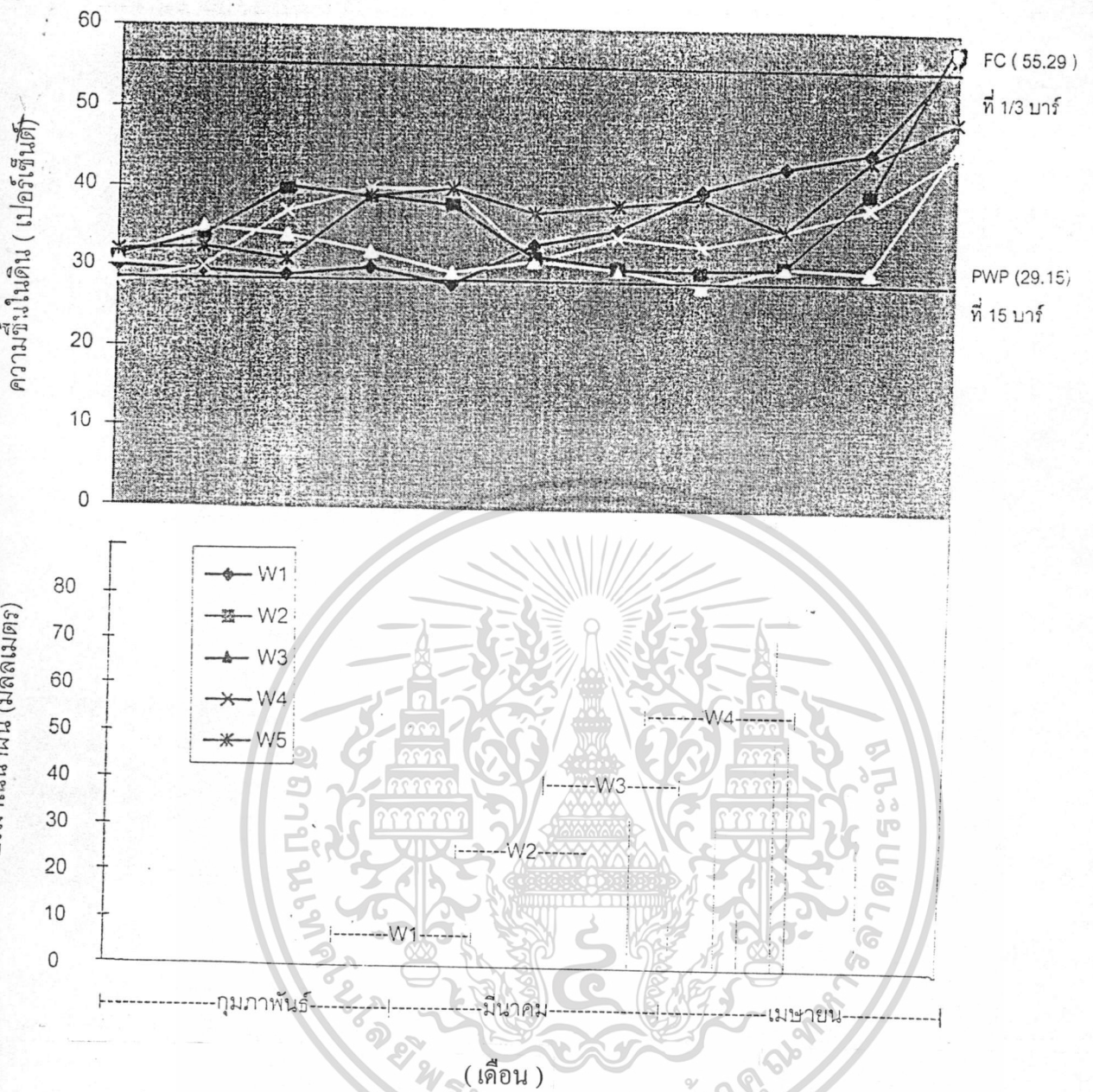
น้ำหนักต้นแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ภาพที่ 8 ก.) เมื่อแยกเอาส่วนอื่น ๆ ออกหมดแล้วพบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75 วัน ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีการเจริญเติบโต ทางลำต้นมากและมีสะสมน้ำหนักต้นแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 111 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ เชียงใหม่ 1 มีการสะสมน้ำหนักต้นแห้งต่ำสุดเท่ากับ 65 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในช่วงอายุแตกต่างกัน (ภาพที่ 8 ข.) เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน

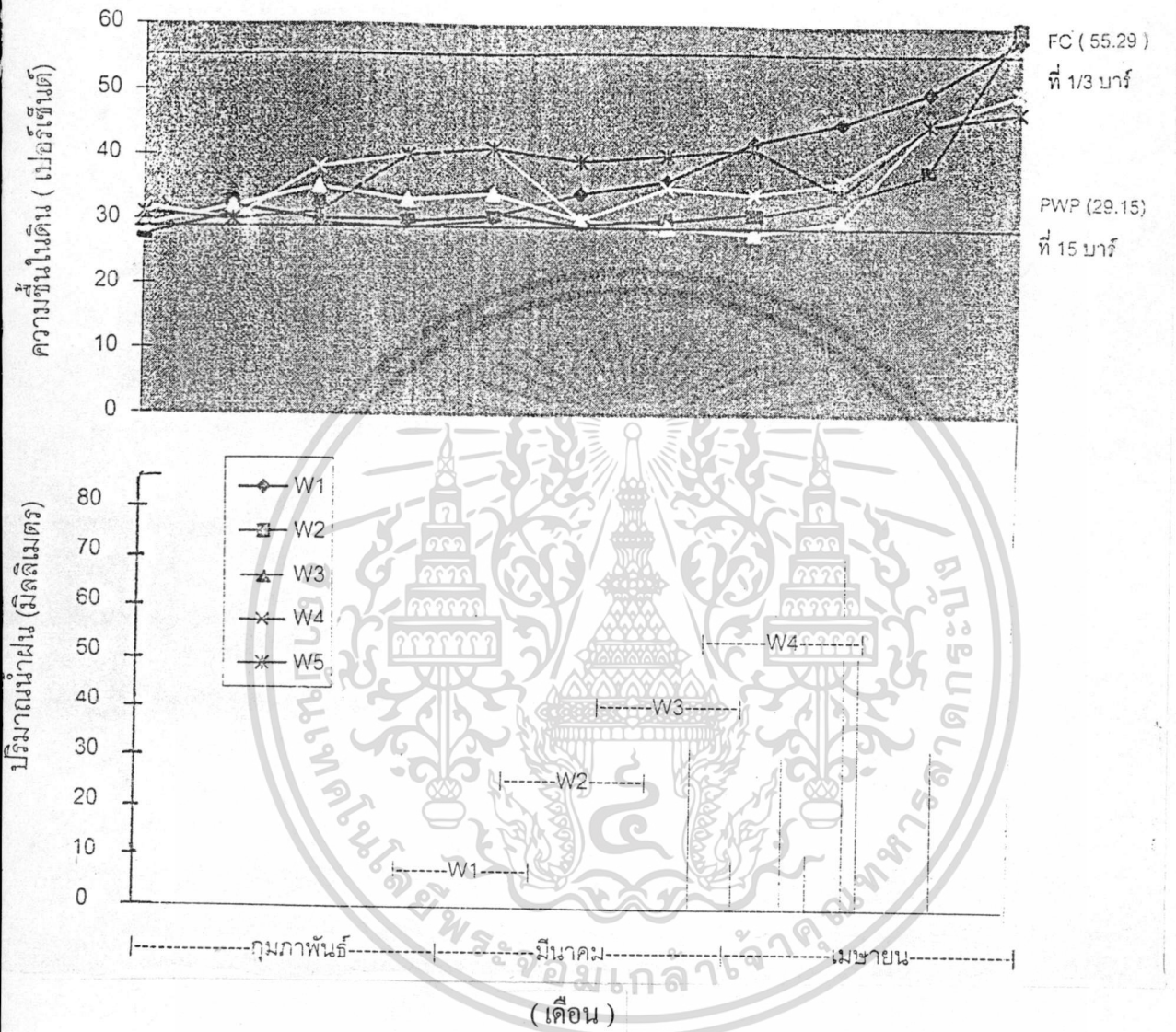
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ความชื้นในดินเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ GC 93010-1-B-21 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 7 ความชื้นเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ของแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ นครสวรรค์ 1 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32750

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งรวม (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ C83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

พันธุ์	ระยะที่ขาดน้ำ	อายุ 30 วัน	อายุ 50 วัน	อายุ 75 วัน
เชียงใหม่ 1	W1	43	257	240
	W2	75	253	272
	W3	82	216	236
	W4	85	291	292
	W5	106	335	385
	เฉลี่ย	74	270	285
GC 83010-1-B-21	W1	68	301	476
	W2	88	336	407
	W3	109	312	318
	W4	114	438	464
	W5	134	452	509
	เฉลี่ย	102	368	435
นครสวรรค์ 1	W1	65	437	658
	W2	85	373	508
	W3	107	375	412
	W4	124	429	515
	W5	200	535	739
	เฉลี่ย	116	429	567
LSD (0.05) (พันธุ์)		6.06	8.63	28.72
LSD (0.05) (ที่ขาดน้ำ)		1.95	9.11	18.82
CV (a) (%) (พันธุ์)		42.16	15.11	45.21
CV (b) (%) (ที่ขาดน้ำ)		32.14	20.38	45.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก มีน้ำหนักต้นแห้งสูงที่สุด 113 กิโลกรัมต่อไร่ และถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำช่วงติดฝักมีน้ำหนักต้นแห้งต่ำสุดเท่ากับ 59 กิโลกรัมต่อไร่

3. น้ำหนักใบแห้ง (Leaf dry weight)

น้ำหนักใบแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ภาพที่ 9 ก.) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75 วัน ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ นครสวรรค์ 1 มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งสูงสุด เท่ากับ 54 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 37 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับการขาดน้ำ (ภาพที่ 9 ข.) เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ที่อายุ 75 วัน ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งสูงสุด 58 กิโลกรัมต่อไร่ และการขาดน้ำที่ระยะกล้าจนถึงระยะก่อนออกดอก มีการสะสมน้ำหนักใบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 28 กิโลกรัมต่อไร่ การสะสมน้ำหนักแห้งของใบมีค่าสูงสุดที่อายุ 50 วัน หลังจากนั้นการสะสมน้ำหนักใบแห้งก็จะมีค่าลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากมีการร่วงหล่นของใบแก่ที่อยู่บริเวณตอนล่างของลำต้น

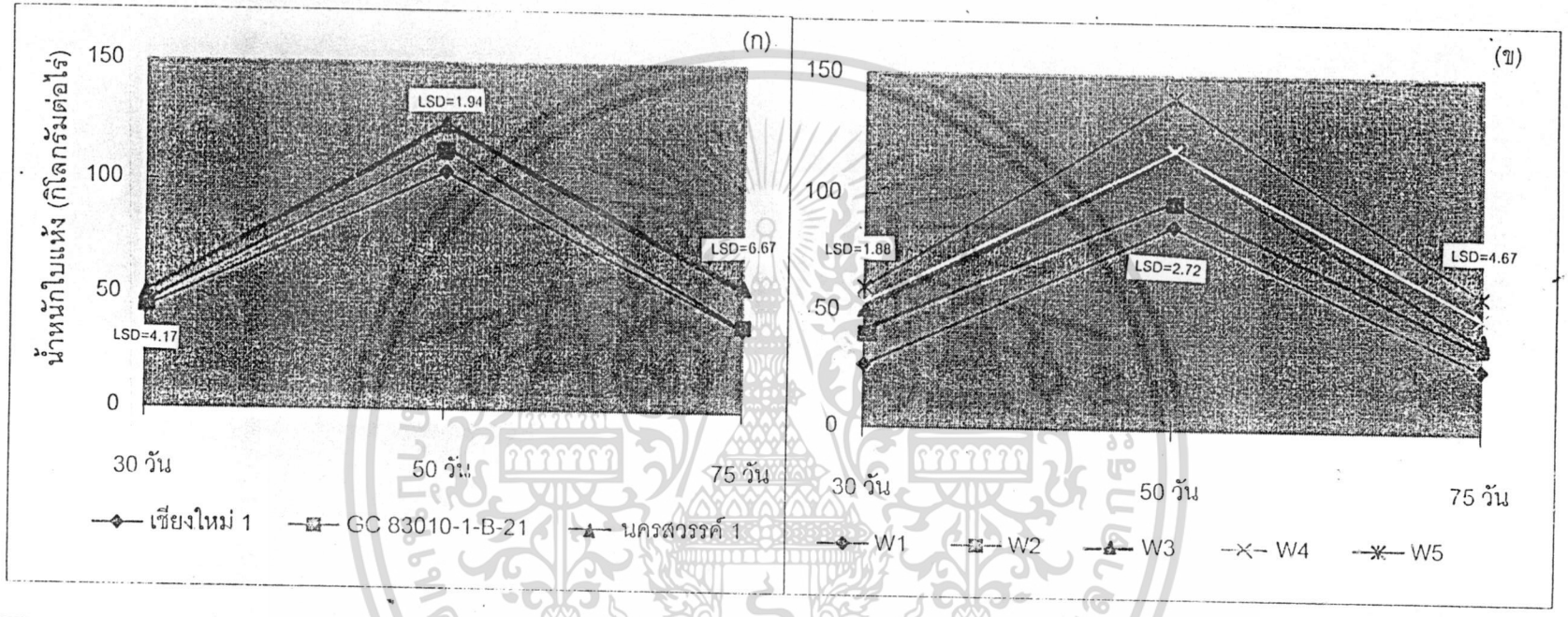
4. น้ำหนักดอกและฝักแห้ง (Flower and pod)

การสะสมน้ำหนักดอกและฝักแห้ง ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ภาพที่ 10 ก.) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยน้ำหนักดอกและฝักแห้งของพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีค่ามากที่สุด และ น้ำหนักดอกและฝักแห้งที่มีค่าน้อยที่สุด คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 ส่วนการขาดน้ำในช่วงระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต กับถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่มีการขาดน้ำ (ภาพที่ 10 ข.) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก มีน้ำหนักดอกและฝักแห้งมากที่สุด และถั่วเหลืองฝักสดที่มีการขาดน้ำในระยะติดฝัก มีค่าน้อยที่สุด

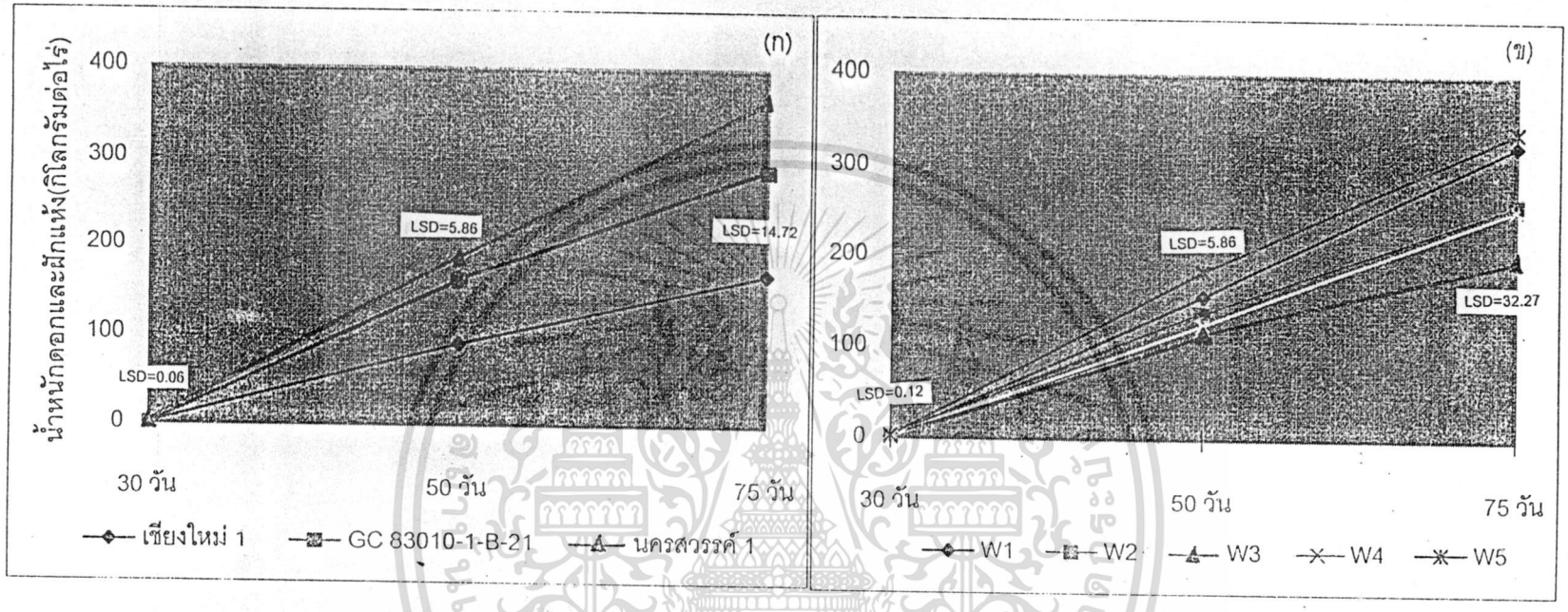
5. น้ำหนักรากแห้ง (root dry weight)

น้ำหนักรากแห้งของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ภาพที่ 11 ก.) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีน้ำหนักรากแห้งมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุดคือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 ส่วนการขาดน้ำของถั่วเหลืองฝักสดในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต (ภาพที่ 11 ข.) มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ที่อายุ 75 วัน พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในระยะติดฝัก มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก มีน้ำหนักรากแห้งมากที่สุด

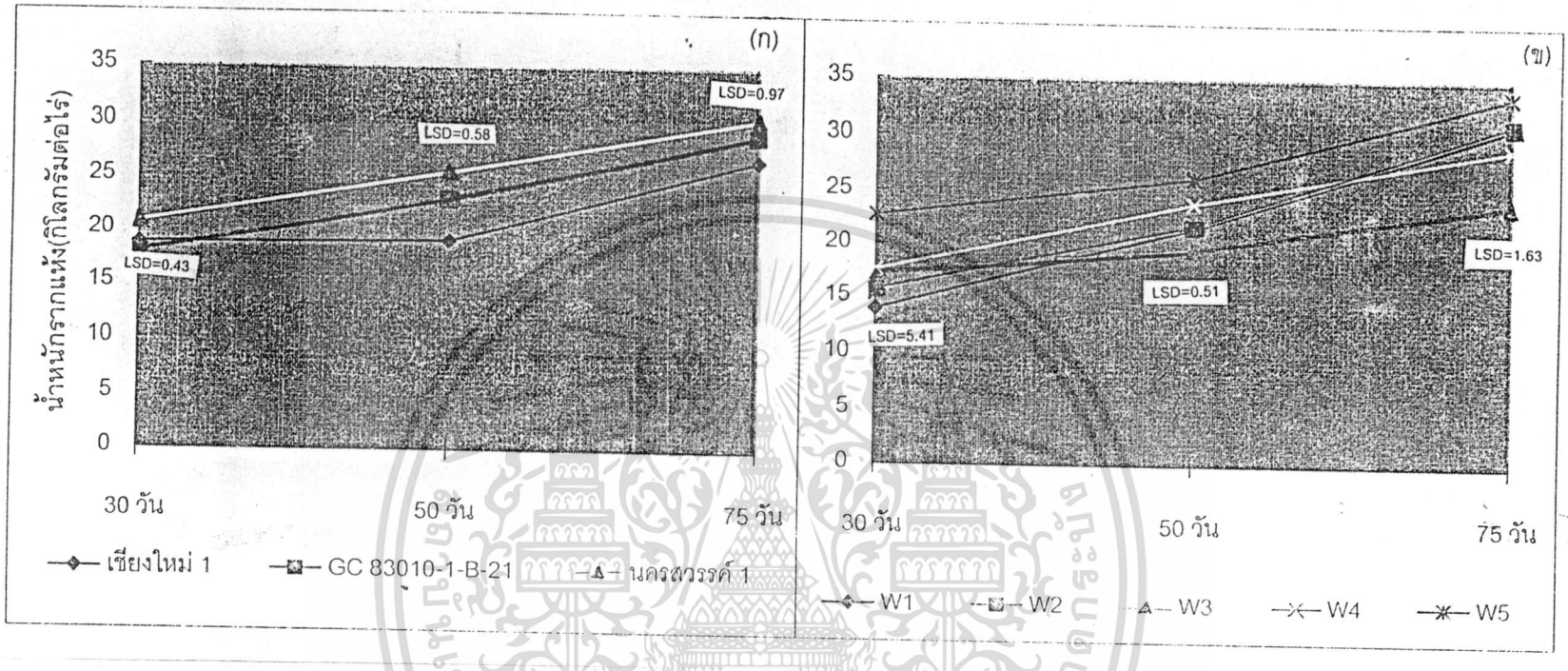
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 น้ำหนักใบแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ เชียงใหม่ 1 , พันธุ์ CG 83010-1-B-21 และ พันธุ์ นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และ อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักใบแห้งของถั่วเหลืองฝักสดที่อายุต่างกัน (ข)



ภาพที่ 10 น้ำหนักดอก และ ฝักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ เชียงใหม่ 1, พันธุ์ CG 83010-1-B-21 และ พันธุ์ นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และ อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักดอก และ ฝักแห้ง ของถั่วเหลืองฝักสดที่อายุต่างกัน (ข)



ภาพที่ 11 น้ำหนักรากแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ เชียงใหม่ 1 , พันธุ์ CG 83010-1-B-21 และ พันธุ์ นครสวรรค์ 1 เมื่ออายุต่างกัน (ก) และ อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรากแห้งของถั่วเหลืองฝักสดที่อายุต่างกัน (ข)

6. องค์ประกอบผลผลิต (Yield component)

องค์ประกอบผลผลิต (Yield components) ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ตารางที่ 4) พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นจำนวนฝักต่อต้น ซึ่งพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีจำนวนที่ฝักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 57 ฝัก รองลงมา GC 83010-1-B-21 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 49 และ 35 ฝัก ตามลำดับ พิมพร และคณะ (2540) พบว่า ขนาดของฝักและเมล็ดในพันธุ์ GC 83010-1-B-21 มีขนาดโตกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 และยังพบเพิ่มเติมอีกว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักก็มีแนวโน้มที่มากกว่า การขาดน้ำมีผลกระทบต่อจำนวนฝักต่อต้นและเมล็ดต่อฝักโดยตรง กล่าวคือ ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในระยะติดฝัก มีจำนวนฝักต่อต้นและเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 36.33 ฝัก และ 1.00 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก มีจำนวนฝักต่อต้นและเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 57 และ 1.57 เมล็ด การขาดน้ำมีผลกระทบต่อองค์ประกอบผลผลิตมากที่สุด คือ จำนวนฝักต่อต้นและขนาดของเมล็ด แต่ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก (Pandey et al., 1984 ; Pookpakdi et al., 1989) การขาดน้ำในระยะติดฝักและฝักเริ่มเป็นเมล็ด เป็นระยะที่สำคัญที่สุด เพราะการขาดน้ำช่วงนี้ทำให้ดอกที่เริ่มติดเป็นฝักหรือฝักอ่อนร่วงไป ฝักลีบ เมล็ดไม่เต็ม และมีขนาดเล็ก ซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตเมล็ดมีค่าลดลง (สุมิตรา และคณะ , 2533 ; Pandey et at., 1984)

7. ผลผลิตเมล็ด (Seed yield)

ผลผลิตเมล็ด (Seed yield) ของถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ (ตารางที่ 5) พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 1 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด เท่ากับ 288 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 ให้ผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 221 และ137 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พิมพร และคณะ (2540) รายงานว่าจากการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์จำนวน 62 แปลงทดลอง พบว่า พันธุ์ GC 83010-1-B-21 ให้ผลผลิตต้นสดและฝักสดมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 การขาดน้ำของถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะเวลาที่แตกต่างกันพบว่า การขาดน้ำระยะติดฝัก ถั่วเหลืองฝักสดให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 151 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการขาดน้ำในระยะเวลาอื่น ๆ มีผลทำให้ผลผลิตลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกันกับถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูก ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 258 กิโลกรัมต่อไร่ Doss et al.(1974) และ Momen et al. (1979) และ Sionit and Kramer (1977) พบว่า ถั่วเหลืองส่วนใหญ่ เมื่อมีการขาดน้ำจะมีผลกระทบต่อผลผลิตมากที่สุด โดยเฉพาะเมื่อขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์ น้องนุช (2541) พบว่า การขาดน้ำมีผลทำให้จำนวนดอกลดน้อยลงและเปอร์เซนต์การร่วงของดอกและฝักมีสูง ซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงผลผลิตลดลง Brown และคณะ (1985) พบว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำระยะออกดอกและติดฝักมีผลทำให้ผลผลิตลดลงมากถึง 21-44 เปอร์เซ็นต์ ธวัชชัย (2526) กล่าวว่า ถั่วเหลืองเมื่อมีการขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโต ทางลำต้นและใบ ผลผลิตลดลงเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ การขาดน้ำช่วงออกดอกจนถึงออกดอกเต็มที่ ผลผลิตลดลง 24 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเกิดการขาดน้ำช่วงหลัง ๆ ของการออกดอก จนถึงระยะเริ่มติดฝัก ผลผลิตลดลงมากที่สุดถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การขาดน้ำช่วงหลัง ๆ ของการติดฝัก ถึงฝักแก่เต็มที่มีผลกระทบต่อผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อมีการขาดน้ำในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	องค์ประกอบผลผลิต			
	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัม)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
V1W1	40	1.4	20.07	24.85
V1W2	33	1.1	18.94	21.84
V1W3	26	0.8	12.03	18.19
V1W4	36	1.2	16.12	22.71
V1W5	41	1.4	21.23	26.73
เฉลี่ย	35	1.18	17.61	22.86
V2W1	49	1.4	25.29	25.32
V2W2	51	1.1	29.67	25.23
V2W3	44	0.9	19.31	22.31
V2W4	45	1.1	29.87	25.23
V2W5	57	1.4	35.99	26.06
เฉลี่ย	49	1.18	28.02	24.83
V3W1	56	1.4	26.92	21.75
V3W2	63	1.2	26.89	22.27
V3W3	39	1.3	25.36	20.58
V3W4	54	1.6	27.36	22.49
V3W5	73	1.9	34.62	24.18
เฉลี่ย	57	1.48	28.21	22.25
LSD(0.05) (พันธุ์)	19.41	NS	NS	NS
LSD(0.05) (ที่ขาดน้ำ)	10.62	0.25	NS	NS
CV (a) (%) (พันธุ์)	21.56	28.88	21.60	19.94
CV (a) (%) (ที่ขาดน้ำ)	23.34	28.91	23.34	11.81

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	พันธุ์			เฉลี่ย	LSD (0.05)
	เชียงใหม่ 1 (V1)	GC 83010-1-B-21 (V2)	นครสวรรค์ 1 (V3)		
W1 = ขาดน้ำระยะต้นกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (อายุ 26-32 วัน)	130	254	324	236	90.01
W2 = ขาดน้ำระยะออกดอก (อายุ 33-39 วัน)	143	211	298	217	
W3 = ขาดน้ำระยะติดฝัก (อายุ 46-53 วัน)	121	128	304	151	
W4 = ขาดน้ำระยะติดเมล็ด (อายุ 60-67 วัน)	137	236	271	214	
W5 = ได้รับน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก	155	278	342	258	
เฉลี่ย	137	221	288		
LSD (0.05)		45.51			
CV (a) (%) (พันธุ์)		16.77			
CV (b) (%) (ที่ขาดน้ำ)		20.97			

ผลิตไม่มากนัก ผลผลิตลดลงเพียง 13 เปอร์เซ็นต์ สุมิตรา และคณะ (2533) สรุปว่า ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำระยะออกดอกจนถึงระยะเมล็ดแก่ เป็นช่วงที่วิกฤตที่สุดเพราะ ผลผลิตลดลงมากถึง 20-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่มีการขาดน้ำ

8. ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index)

ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ (ตารางที่ 6) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่การขาดน้ำในแต่ละช่วงอายุที่แตกต่างกัน พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำในระยะติดฝัก (W3) มีค่าดรรชนีเก็บเกี่ยวต่ำสุด เท่ากับ 0.731 และถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่มีการขาดน้ำซึ่งได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดอายุการเจริญเติบโต (W5) มีค่าดรรชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุดเท่ากับ 0.799 และมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

9. เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด (Seed germination percentage)

เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ (ตารางที่ 7) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดซึ่งมีค่า มากถึง 81.2 เปอร์เซ็นต์ การขาดน้ำในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันพบว่ามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดมีค่าลดต่ำลง เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดที่ขาดน้ำระยะติดฝักมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุดเท่ากับ 65.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูปลูกมีค่าสูงสุดเท่ากับ 82.7 เปอร์เซ็นต์ สุมิตรา (2533) พบว่า ถั่วเหลืองเมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงออกดอกและติดฝักจะมีผลกระทบต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองเป็นอย่างมาก เพราะเมล็ดถั่วเหลืองจะมีสีเขียวมากและ จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่าปกติ ซึ่งผลจากการทดลองนี้ก็พบเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับการขาดน้ำมีสีเขียวจำนวนมากเช่นกัน และ เมล็ดเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ค่อยงอก ชลูด และ คณะ (2535) พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากต้นที่ขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น มีความงอกลดลงเร็วมากกล่าวคือ ลดลงจาก 95 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บไว้นาน 4 เดือน ภายใต้อุณหภูมิห้องในขณะเมล็ดที่ได้จากต้นที่ไม่ขาดน้ำ ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่าเดิม ส่วนการทดลองในต่างประเทศก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำในช่วงติดฝัก มีผลทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง 6-15 เปอร์เซ็นต์ (Drummond et al., 1983 ; Dornbos et al., 1989 ; Tyler and Overton, 1982)

สรุปผลการทดลอง (Conclusions)

จากผลการทดลองพอที่จะสรุปได้ว่า ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ควรใช้พันธุ์นครสวรรค์1 เพราะเป็นพันธุ์ที่ดี มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวม จำนวนฝักต่อต้นและผลผลิตเมล็ดสูงสุด นอกจากนี้ เมล็ดพันธุ์ยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่มีแนวโน้มว่ามีค่าสูงกว่าพันธุ์อื่น ถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติก็ตาม รองลงมาคือ พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และพันธุ์เชียงใหม่ 1 ตามลำดับ ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์ GC 83010-1-B-21 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เมื่อได้รับการขาดน้ำที่อายุแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	พันธุ์			เฉลี่ย	LSD (0.05)
	เชียงใหม่ 1 (V1)	GC 83010-1-B-21 (V2)	นครสวรรค์ 1 (V3)		
W1 = ขาดน้ำระยะต้นกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (อายุ 26-32 วัน)	0.748	0.775	0.799	0.774	0.048
W2 = ขาดน้ำระยะออกดอก (อายุ 33-39 วัน)	0.751	0.773	0.792	0.772	
W3 = ขาดน้ำระยะติดฝัก (อายุ 46-53 วัน)	0.696	0.753	0.744	0.731	
W4 = ขาดน้ำระยะติดเมล็ด (อายุ 60-67 วัน)	0.723	0.800	0.760	0.761	
W5 = ได้รับน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก	0.768	0.789	0.840	0.799	
เฉลี่ย	0.737	0.778	0.787		
LSD (0.05)		NS			
CV (a) (%) (พันธุ์)		11.63			
CV (b) (%) (ที่ขาดน้ำ)		7.88			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	พันธุ์			เฉลี่ย	LSD (0.05)
	เชียงใหม่ 1 (V1)	GC 83010-1-B-21 (V2)	นครสวรรค์ 1 (V3)		
W1 = ขาดน้ำระยะต้นกล้าถึงระยะก่อนออกดอก (อายุ 26-32 วัน)	63	70	80	71.0	
W2 = ขาดน้ำระยะออกดอก (อายุ 33-39 วัน)	65	71	83	73.0	
W3 = ขาดน้ำระยะติดฝัก (อายุ 46-53 วัน)	60	65	70	65.0	4.2
W4 = ขาดน้ำระยะติดเมล็ด (อายุ 60-67 วัน)	68	75	84	75.7	
W5 = ได้รับน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก	79	80	89	82.7	
เฉลี่ย	67.0	72.2	81.2		
LSD (0.05)		NS			
CV (a) (%) (พันธุ์)		25.81			
CV (b) (%) (ที่ขาดน้ำ)		20.97			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การขาดน้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดลดลง โดยเฉพาะการขาดน้ำในระยะติดฝัก เพราะมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวม จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตเมล็ดมีค่าต่ำสุด นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่ได้รับยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการขาดน้ำในช่วงอื่น ๆ และที่ได้รับน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต ซึ่งการปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่ดี ถ้าเป็นไปได้ถั่วเหลืองฝักสด ควรได้รับน้ำอย่างเพียงพอและหลีกเลี่ยงที่จะทำให้เกิดการขาดน้ำ โดยเฉพาะในระยะติดฝัก

เอกสารอ้างอิง (References)

กรมวิชาการเกษตร. 2526. เอกสารวิชาการชุดพืชศาสตร์ที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลือง. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 30 หน้า .

เฉลิมพล แซมเพชร. 2526. สรีรวิทยาการผลผลิตพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 77-78.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 137-146.

เฉลิมพล แซมเพชร, ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ และ วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์. 2530. ผลกระทบของความเครียดน้ำต่อผลผลิตถั่วเหลือง. วารสารเกษตรศาสตร์ 3(2): 85-100.

ชลูด ธารัตถพันธุ์ สุพัฒน์ ว่านเครือ อำไพ เจริญวงศ์ และ อเนก โชติญาณวงศ์. 2535. ศึกษาการจัดการดินและน้ำเพื่อลดปริมาณการเกิดเมล็ดเขียวของถั่วเหลือง. ใน รายงานผลการวิจัยถั่วเหลืองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่และสถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า. 456-471.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์ และเฉลิมพล แซมเพชร. 2531. การตอบสนองของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ต่อสภาพที่ขาดน้ำ. วารสารเกษตร 4(1) : 30-54.

ธวัชชัย ณ นคร 2526. ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำและพืช. วารสารวิชาการเกษตร 1 : 1- 55

นิตยา โฉมฉาย และนุจรี ไตรอนันต์วุฒิกุล. 2539. การศึกษาผลของการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ KMITL soy 1 และพันธุ์ NS 1. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 67 หน้า.

น้องนุช สกุลเจีย 2541. ผลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโต และ ผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 109 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพร โชติญาณวงศ์. 2540. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์. (ติดต่อส่วนตัว).

พิมพร โชติญาณวงษ์ อเนก โชติญาณวงษ์ ศรีภูมิ กองอินทร์ ศักดิ์ เพ่งผล สมยศ พิชิตพร สมชาย บุญประดับ สมจิตนา ทุมแสน นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต ทินกร พรหมดีราช ปราณี นวลใย พรศักดิ์ ดวงพุดตาน อดิศักดิ์ คำนวนศิลป์ และ กิจจา เวชประสิทธ์. 2540. ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ GC 83010-1-B-21. ในรายงานการประชุมทางวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539, ณ. โรงแรมดิเอมเพรส, จ.เชียงใหม่. หน้า 71-77.

วันชัย ถนอมทรัพย์ สมชาย บุญประดับ สันติ พรหมดำ อาณัติ วัฒนสิทธิ์ สมยศ พิชิตพร และ เทวา เมลานนท์. 2540. ผลของการให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ ของถั่วเหลือง 3 พันธุ์ บนดินชนิด Silty Loam (ชุดราชบุรี). ในรายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 6. 3 – 6 กันยายน 2539, ณ.โรงแรมดิเอมเพรส, จ.เชียงใหม่. หน้า 127 – 140.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะการขาดน้ำในการผลิตพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 202 หน้า.

สุมิตรา ปิ่นทองคำ, วัฒนศักดิ์ ชมภูนิช, อินทรัตน์ เสลาดี, เพ็ญแข นาถไตรภพ, แดนพงศ์พันธ์จึงอยู่สุข และ วิจิตร ขจรมาลี. 2533. ศึกษาผลการขาดน้ำที่มีต่อการเกิดเมล็ดเขียวและผลผลิตของถั่วเหลือง. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยครั้งที่ 3. 15-16 มีนาคม, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้,จ. เชียงใหม่. หน้า 237-241.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2528. การศึกษาการเจริญเติบโตและการผลิตงา 2 พันธุ์ ภายใต้การให้น้ำระดับต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 60 หน้า.

สุวิทย์ ปิ่นทองคำ. 2536. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย (บทคัดย่อ). ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง สถาบันพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตร และ สหกรณ์. หน้า 14-15.

สุภาวดี มณีกรรณ์. 2532. การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองที่ได้รับภายใต้ระบบ Line-source sprinkler. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 329-332.

อภิพรรณ พุกภักดี โกวิทย์ ธีรวิโรจน์ อินทรัตน์ เสลาดี และ สมบุญ ชัยแก้ว. 2532. การตอบสนองของสายพันธุ์ถั่วเหลืองต่างๆต่อการขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยครั้งที่ 3. 15-16 มีนาคม , ณ. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ , จ. เชียงใหม่. หน้า 278-287.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2533. วิทยาการการผลิตพืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 89-92.

อินทรัตน์ เสลาดี สุมิตรา ปิ่นทองคำ เพ็ญแข นาถไตรภพ และ วิจิตร ขจรมาลี. 2533. ศึกษาช่วงปลูกที่เหมาะสมของถั่วเหลือง ในเขต อ. พร้าว จ. เชียงใหม่. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การงานวิจัยครั้งที่ 3. 15-16 มีนาคม , ณ. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ , จ. เชียงใหม่. หน้า 219-221.

Ashley, D.A. and Ethridage, W.J. 1978. Irrigation effect on vegetation and reproductive development of three soybean cultivars. Agron. J. 70:467-471.

Begg, J.E. and Turner, N.C. 1976. Crop water deficits. Adv. Agron. 28 : 161-217.

Brown, E.A., Caviness, C.E. and Brown, D.A. 1985. Response of selected soybean cultivars to soil moisture deficit. Agron. J. 77 : 274-278.

Carlson, R.E., Momen, N.N. and White D.A. 1979 . Management of irrigated soybeans on a moderately coarse-textured soil in the upper Midwest . Agron. J. 71 : 100-104.

Doorenbos, J. and Pruilt , W.O. 1977. Crop water requirements. FAO Irrig. and Drainage Pap. 24. Food and Agriculture Organization, Rome.

Dornbos, D.L., Mullen, R.E.Jr. and Shibles, R.M. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. Crop Sci. 29 : 476-480.

Doss, B.D., Pearson, R.W. and Rogers, H.T. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybeans yield. Agron. J. 66:297-299.

Durmmond, E.A., Rabb, J.L. and Melville, D.R. 1983. Effect on soybean seed quality. La Agric. 26 (4) : 9.

Hsiao, T.C. and Acevedo, E. 1975. Plant response to water deficits, water use efficiency and drought resistance. : Stone, J.E.(eds). Plant modification for more efficient water use. Elasevier Scientific Publishing co., New York. 59-84 pp.

Kramer , P.J. 1972. Plant and soil water relationships. A modern synthesis. Tata McGrahill Publishing Company Ltd., New Delhi. 399-482 pp.

Kramer , P.J. and Boyer , J.S. 1995. Water relations of plant and soil . Academic Press. Sandiago, New York. 395-399 pp.

Momen , N.N. and Carlson , R.E, Shaw , R.H. and Agjmand , O. 1979 Moisture stress effect on the yield components of two soybean cultivars. Agron. J. 71 : 86-90.

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

Pookpakdi, A.K., Thravivolana, J.J. and Chaikaew, S. 1989. Response of water stress by new soybean accessions during reproductive phase. The physiological study of soybean climate adaptation in central plan of Thailand. Report of oil crop development project No. 205, Department of Agronomy, Kasetsart University. 236-245 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ramseur, E.L., Wallace S.U. and Quisenberry. V.L. 1985. Growth of " Braxton " soybeans as influenced by irrigation and intra-row spacing. Agron.J. 77 : 163 –168.

Sajjaponges, A. and Wu, M.H. 1984. Growth and yield of soybean under water stress. In : World soybean research conference III (abstracts). Iowa State University, Ames, Iowa USA. P. 70.

Scott, H.D. and Batchelor, J.T. 1979. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. Agron.J. 71 : 776-782.

Sionit, N. and Kramer, P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69 : 274-278

Sivakumar, M.V.K. and Shaw,R.H. 1978. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. Agron. J. 70 : 619-623.

Snyder, R.L., Carlson, R.E. and Shaw, R.H. 1982. Yield of indeterminate soybeans in response to multiple periods of soil-water stress during reproduction. Agron. J. 74 : 855-859

Suwit, L. 1983. Yield response of selected soybean cultivars to water stress during different reproductive growth periods. In : Sulzberger, E. W. and Mclead, B.T. (eds.) Soybean in tropical and subtropical cropping systems proceeding of a symposium. Tsukuba, Japan. p. 384-386.

Shaw, R., and Laing, D.R. 1966. Moisture stress and plant response. Plant environment and efficient water use. (eds). Am. soc. Agron. J., Soil Sci. Soc. Am.: Madison, Wis. 73-94 pp.

Takahashi, N. 1991. Vegetable soybean varietal improvement in Japan-past, presence and future. In research needs for production and quality improvement. Kenting, Taiwan. Proceeding :26-29 pp.

Turner, N.C., Begg, J.E., Rawson, H.M., English, S.D. and Hearn, A.B. 1978. Agronomic and physiological response of soybean and sorghum crops to water deficits . III. Components of leaf water potential, leaf conductance, $^{14}CO_2$ photosynthesis and adaptation to water deficits. Aust. J. Plant Physiol. 5 : 179-194.

Tyler, D.D. and Overton , J.R. 1982 . No-tillage advantage of soybean seed quality during drought stress. Agron. J. 74: 343-347.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้