

การตอบสนองของถั่วเหลืองที่มีอายุแตกต่างกัน ต่อระยะเวลาการหยุดให้น้ำ

Responses of Different Maturing Soybeans to Timing of Irrigation Termination

วันชัย ถนอมทรัพย์¹ กนกพร เมลาณนท์² อาณัติ วัฒนสิทธิ์¹ สมชาย บุญประดับ³
Wanchai Thanomsub¹ Kanokporn Maolanont² Anat Watanasit¹ Somchai Boonpradub³

ABSTRACT

The optimum time to stop irrigation in relation to crop maturity can directly affect the costs of soybean production. Responses of 3 maturing soybean cultivars to timing of irrigation termination were examined on a silty clay loam soil at Chai Nat Field Crop Research Centre in two consecutive years (December 1995–March 1996 and January–April 1997, The number of irrigation throughout the growing season was between 3–6 for the 1995/96 experiment (Expt I) and 2–7 for the 1997 experiment (Expt II). Total amounts of water applications were between 98–252 mm and 87–294 mm., depending up on timing of last irrigation and cultivars used, for Expt I and II respectively. The responses in growth, yields and yield components of 3 soybean cultivars to timing of irrigation termination were similar in both seasons. Leaf area index, leaf area duration and crop growth rate after flowering of irrigation applied through R1 and R3 stages were smaller than that of irrigation continued into R6 and full irrigation (FI). FI gave an average yield of 322 and 211 kg/rai for Expt I and II, which was not statistically significant difference with irrigation terminated at R6 stage. Irrigation terminated at R1 and R3 reduced yields up to 35 and 28%, respectively, compared to FI. Reduction in the number of pods/plant and seed size was the main factors causing lower yields of last irrigation at R1 and R3. The number of seeds/pod, however, was not significantly affected by timing of irrigation termination. SJ. 5 generally gave a higher yield than Nakhon Sawan 1 (NS. 1) and Sukhothai 2 (ST. 2) particularly in the Expt II. NS. 1 had the greatest seed size, whereas ST. 2 and SJ. 5 produced the highest number of seeds/pod and pods/plant, respectively.

Key words : soybean, irrigation termination, growth stage.

บทคัดย่อ

การกำหนดระยะเวลาหยุดให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม สามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านการให้น้ำในการผลิตถั่วเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ยิ่งในฤดูแล้ง ได้ดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบ การตอบสนองของถั่วเหลืองที่มีอายุแตกต่างกัน (สจ. 5 สุโขทัย 2 และนครสวรรค์ 1) ต่อระยะเวลาการหยุดให้น้ำในช่วงการเติบโตต่างๆ 4 ระยะ บนดินชนิด silty

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ. เมือง จ. ชัยนาท 17000
Chai Nat Field Crops Research Centre, Chai Nat 17000

² สถาบันวิจัยพืชไร่ กรุงเทพมหานคร 10900 Field Crops Research Institute, Bangkok 10900

³ สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก อ. วังทอง จ. พิษณุโลก 65130
Phitsanulok Field Crops Experiment Station, Amphoe Wang Thong, Phitsanulok 65130

clay loam ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่าง ธันวาคม 2538-มีนาคม 2539 และทำการทดลองซ้ำบนพื้นที่เดียวกันระหว่าง มกราคม-เมษายน 2540 พบว่า ตลอดฤดูปลูก มีการให้น้ำ 3-6 ครั้ง รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้ 98-252 มม. สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 2-7 ครั้ง สำหรับการทดลองปี 2540 รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้ ระหว่าง 87-294 มม. ความแตกต่างดังกล่าวขึ้นอยู่กับพันธุ์ และระยะเวลาการหยุดให้น้ำ ถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ ตอบสนองต่อระยะเวลาการหยุดให้น้ำเป็นไปในแนวเดียวกัน leaf area index, leaf area duration และ crop growth rate ลดลงเมื่อหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 การหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 315 และ 202 กก./ไร่ สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 2540 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำเต็มที่ (Full irrigation, FI) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 322 และ 211 กก./ไร่ ในขณะที่การหยุดให้น้ำที่ระยะ R3 และ R1 ให้ผลผลิตต่ำกว่า FI โดยเฉลี่ย 28 และ 35% ตามลำดับ สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 20 และ 35% สำหรับการทดลองปี 2540 การลดลงของผลผลิตของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R3 และ R1 มีสาเหตุมาจากจำนวนฝักต่อต้น และขนาดเมล็ด ลดลง ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อฝัก ไม่เปลี่ยนแปลง การทดลองปี 2538/39 พบว่า ถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ ให้ผลผลิต (265-275 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่การทดลองปี 2540 แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ สจ. 5 ให้ผลผลิตสูงสุด ตามด้วย สุโขทัย 2 และ นครสวรรค์ 1 ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งสองฤดูชี้ให้เห็นว่าองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพันธุ์ นครสวรรค์ 1 มีขนาดเมล็ดใหญ่สุด ในขณะที่ พันธุ์ สุโขทัย 2 และ สจ. 5 มีจำนวน เมล็ดต่อฝัก และฝักต่อต้น สูงสุด ตามลำดับ

คำหลัก : ถั่วเหลือง ค่าการระเหย ระยะเวลาการหยุดให้น้ำ ระยะการเจริญเติบโต

คำนำ

การขาดน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช อย่างไรก็ตามการลดจำนวนครั้งการให้น้ำโดยไม่มีผลเสียหายต่อผลผลิตมากนัก อาจทำได้ถ้ามีการหยุดให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม Begg and Turner (1976) และ Sionit and Kramer (1977) แสดงให้เห็นว่าการขาดน้ำในช่วงสร้างฝักอ่อนและสร้างเมล็ด มีผลเสียหายต่อผลผลิตมากกว่าการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกหรือช่วงออกดอก Stegman (1989) พบว่าการขาดน้ำที่ไม่รุนแรงในช่วงการเติบโตระยะ R6.5 ถึง R7 มีผลให้ผลผลิตลดลงเพียง 7-10% ขณะที่การขาดน้ำอย่างรุนแรงในระยะ R6.0 ถึง R7 ผลผลิตจะลดลง 12-27% อย่างไรก็ตาม Thompson (1977) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองบนดินชนิด clay loam การหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการหยุดให้น้ำที่ระยะ R7 วันชัย และคณะ (2538a และ 2539a) พบว่าการให้น้ำถั่วเหลืองบนดินชนิด silty clay loam ในเขตชลประทานภาคกลางในอัตรา 70% ของค่าการระเหยสะสม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้น้ำในอัตรา 90% ในทุกอัตราปลูก และทุกการจัดระยะปลูก ขณะที่การให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. ให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 120 มม. ถึง 28% แม้ว่าได้มีผู้ทำการศึกษาการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อการให้น้ำบนดินชนิดต่างๆ มากมาย แต่มีรายงานน้อยมากที่ทำการตรวจสอบการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อการหยุดให้น้ำในช่วงการเติบโตระยะต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพันธุ์นครสวรรค์ 1 สุโขทัย 2 และ สจ. 5 บนดินชนิด silty clay loam ในสภาพแวดล้อมในเขตชลประทานภาคกลาง

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการหยุดให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ของถั่วเหลืองที่มีอายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 3 พันธุ์ บนดินชนิด silty clay loam

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท การทดลองปี 2538/39 เริ่มปลูก 13 ธันวาคม 2538 และเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายทำในวันที่ 12 มีนาคม 2539 ขณะที่การทดลองปี 2540 เริ่มปลูก 14 มกราคม และเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย 21 เมษายน การทดลองทั้งสองทำการทดลองบนพื้นที่เดียวกัน ดินที่ใช้ทำการทดลองเป็นดินชนิด silty clay loam ค่าวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลองปี 2538/39 มีค่า pH 6.22 O.M 2.10%, P 42.5 ppm และ K 109.4 ppm ความชื้นที่จุด field capacity และ permanent wilting point (0.33 และ 15 บาร์) มีค่า 23.7 และ 17.5% ตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ค่าการระเหยน้ำจากภาควัดการระเหยชนิด U.S. Class A pan เป็นตัวกำหนดปริมาณและระยะเวลาการให้น้ำ ซึ่งค่าการระเหยน้ำในแต่ละวันรวบรวมจากสถานีตรวจอากาศเกษตรชัยนาท ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 100 เมตร

วางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 3 ซ้ำ main plots ประกอบด้วย ระยะเวลาการหยุดให้น้ำ 4 ระยะ (ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองตามข้อเสนอของ Fehr and Caviness, 1979) ได้แก่ให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R1(beginning bloom), R3 (beginning pod), R6 (full seed) และการให้น้ำเต็มที่ (full irrigation, FI) สำหรับ FI จะให้น้ำครั้งสุดท้ายเมื่อฝักแรกเริ่มเปลี่ยนสี (ระหว่างระยะ R7-R8) ทุกวิธีการจะไดรับน้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมจากภาควัดการระเหยน้ำมีค่า 60 มม. หรือใกล้เคียง 60 มม. และปริมาณน้ำที่ไดรับแต่ละครั้งมีค่า 70% ของค่าการระเหยสะสม ในกรณีที่การหยุดให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ เกิดขึ้นก่อนหรือหลังค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. ปริมาณน้ำที่ให้จะมีค่าเท่ากับ 70% ของค่าการระเหยที่สะสมจากการให้น้ำครั้งล่าสุดจนถึงระยะการเติบโตที่กำหนดไว้ใน main plots สำหรับ sub-plots ได้แก่ถั่วเหลืองที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 3 พันธุ์ ได้แก่นครสวรรค์ 1 (อายุสั้น) สุโขทัย 2 (อายุปานกลาง) และ สจ. 5 (อายุยาว)

ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 3x6 ม. และเพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำระหว่าง main plots จึงทำการทดลองในแปลง concrete block โดยระหว่าง main plots มี concrete หนา 5 ซม. ฝังลึก 120 ซม. กัน และจะมีคันดินกว้างประมาณ 200 ซม. กันระหว่าง sub-plots

ก่อนปลูกทุกแปลงจะไดรับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ หวาน และไถกลบ แล้วปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระยะระหว่างหลุม 10 ซม. หลังปลูกให้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับการงอก (ประมาณ 30 มม.) ภายหลังจากถั่วเหลืองงอกประมาณ 7 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น ซึ่งอัตราดังกล่าวจะทำให้ได้อัตราปลูก 64,000 ต้น/ไร่

การบันทึกค่าการระเหยน้ำจะเริ่มบันทึกทันทีหลังจากปลูกเป็นต้นไป และเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. จะให้น้ำตามอัตราที่กำหนด และการให้น้ำครั้งสุดท้ายจะทำเมื่อถึงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ใน main plots มีการบันทึกปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้ง ในแต่ละวิธีการทดลองตลอดปลูก

ระหว่างการทดลองมีการเก็บตัวอย่างพืช 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเก็บเมื่อถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ เริ่มออกดอก (R1) สำหรับการทดลองปี 2538/39 และเมื่ออายุ 40 วัน สำหรับการทดลองปี 2540 ครั้งที่ 2 เก็บเมื่อถั่วเหลืองอายุ 60 วัน สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 57 วัน สำหรับการทดลองปี 2540 การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะทำการสุ่มโดยใช้ตัวอย่างพืชจำนวน 10 ต้น (พื้นที่เก็บ 0.25 ตร.ม.) แล้วนำพืชตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบ และน้ำหนักทั้งหมดส่วนเหนือดิน ในการวิเคราะห์พื้นที่ใบจะทำโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบชนิด Automatic Area Meter Model AAM 7 ของ Hayashi Denkon CO., LTD หลังจากนั้นนำส่วนต่างๆ ของพืชได้แก่ ใบ, ต้น และ ฝัก ไปอบในตูบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลาประมาณ 72 ชม. หรือจนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ

สำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตจะใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร โดยสุ่มเก็บจาก 4 แถวกลาง หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างพืชจากต้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด

จำนวน 10 ต้น เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ฝัก สำหรับผลผลิต จะวิเคราะห์หาน้ำหนักเมล็ดจากต้นเก็บเกี่ยวทั้งหมดแล้วคำนวณเป็นน้ำหนัก กก./ไร่ จำนวนเมล็ด/ฝัก คำนวณโดยนับจำนวนเมล็ดทั้งหมดจากพืชตัวอย่าง แล้วหารด้วยจำนวนฝักทั้งหมด สำหรับขนาดเมล็ด จะทำการสุ่มเมล็ดจากผลผลิตทั้งหมด จำนวน 500 เมล็ด แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักเมล็ด

การคำนวณหาค่า leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD) และ crop growth rate (CGR) ทำโดยใช้วิธีการ ที่เสนอโดย Hunt (1978) ได้แก่

$$LAI = AL/AG$$

เมื่อ AL = พื้นที่ใบทั้งหมด (total leaf area)
 AG = พื้นที่ดิน (ground area which supports AL)

$$LAD = (LAI_1 + LAI_2) (T_2 - T_1) / 2$$

เมื่อ LAI1 และ LAI2 = พื้นที่ใบของการวัดครั้งที่ 1 และ 2
 T1 และ T2 = ระยะเวลาในการวัดพื้นที่ใบครั้งที่ 1 และ 2

$$CGR = \frac{1}{AG} \times \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

W1 และ W2 = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T1 และ T2

ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิ และการระเหยน้ำจากภาควัดการระเหย ระหว่างดำเนินการทดลองปี 2538/39 และ 2540 รวบรวมไว้ในตารางที่ 1 ระหว่างดำเนินการทดลองทั้งสองการทดลองไม่มีฝนตก ดังนั้นปริมาณน้ำที่ถั่วเหลืองได้รับจึงเป็นน้ำที่ได้จากการให้น้ำเพียงอย่างเดียว ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ หลังจากนั้นอุณหภูมิจะสูงขึ้นตามลำดับและสูงสุดในช่วงสุกแก่และเก็บเกี่ยว อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างดำเนินการทดลองมีค่า 24.4-29.5 และ 24.8-29.9 °C สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 2540 ตามลำดับ ค่าการระเหยน้ำเฉลี่ย 3.9-5.6 และ 4.0-6.5 มม./วัน สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 2540 ตามลำดับ เดือนมกราคม มีค่าการระเหยต่ำสุด และเมษายน มีค่าการระเหยสูงสุด ระยะเวลาที่ใช้สำหรับค่าการระเหยสะสม 60 มม. ของทั้งสองการทดลองอยู่ในช่วง 9-14 วัน ดังนั้นการให้น้ำแต่ละครั้งจึงอยู่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว

ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเติบโต จำนวนครั้ง และปริมาณน้ำที่ให้

ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์ นครสวรรค์ 1 และ สุโขทัย 2 ไม่แตกต่างกัน สำหรับการทดลองปี 2538/39 ขณะ

Table 1. Maximum, minimum and mean temperatures and evaporation from U.S. Class A pan at Chai Nat Field Crop Research Center during conducting the 1995/96 and 1997 experiments.

Month	Temperature (°C)			Evaporation (mm)	
	Maximum	Minimum	Mean	Total	Mean daily
1995/96 Expt.					
December	30.3	18.6	24.4	137	4.4
January	32.1	19.0	25.5	121	3.9
February	32.2	20.3	26.2	148	5.1
March	34.9	24.1	29.5	174	5.6
1997 Expt.					
January	31.4	18.1	24.8	125	4.0
February	33.6	21.3	27.5	133	4.8
March	34.9	23.7	29.3	154	5.0
April	35.5	24.3	29.9	195	6.5

Table 2. The number of days from planting to reach R1, R3 and R6 growth stages for three soybeans cultivars sown at Chai Nat FCRC in the 1995/96 and 1997 growing seasons.

Cultivars	1995/96 Expt.			1997 Expt.		
	R1	R3	R6	R1	R3	R6
Nakhon Sawan 1	33	43	60	31	38	60
Sukhothai 2	33	43	60	31	41	62
SJ. 5	38	48	68	38	47	67

ที่การทดลองปี 2540 พบว่าพันธุ์สุโขทัย 2 ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตถึงระยะ R3 และ R6 มากกว่านครสวรรค์ 1 โดยเฉลี่ย 2 วัน พันธุ์ สจ. 5 ใช้ระยะเวลาจากปลูกจนถึงการเติบโตระยะ R1, R3 และ R6 มากกว่า นครสวรรค์ 1 และ สุโขทัย 2 ระหว่าง 5-8 วัน (ตารางที่ 2) การให้น้ำครั้งสุดท้ายของวิธีการให้น้ำเต็ม (FI) สำหรับ นครสวรรค์ 1 และ สุโขทัย 2 ในการทดลองปี 2538/39 ทำเมื่อ 68 วันหลังปลูก ขณะที่การหยุดให้น้ำของพันธุ์ สจ. 5 ทำเมื่อ 81 วันหลังปลูก ในการทดลองปี 2540 วิธีการ FI มีการให้น้ำครั้งสุดท้าย สำหรับพันธุ์นครสวรรค์ 1, สุโขทัย 2 และ สจ. 5 เมื่ออายุ 66, 77 และ 87 วัน ตามลำดับ

จำนวนครั้งการให้น้ำตลอดฤดูปลูกของระยะเวลาการหยุดให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ มีค่าระหว่าง 3-6 ครั้ง รวมปริมาณน้ำที่ให้มามีค่า 98-252 มม. สำหรับการทดลองปี 2538/39 และ 2-7 ครั้ง รวมปริมาณน้ำที่ให้มามีค่า 98-252 สำหรับการทดลองปี 2540 (ตารางที่ 3) โดยทั่ว ๆ ไป การหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 จะลดจำนวนครั้งการให้น้ำลง 1 ครั้ง และลดปริมาณน้ำที่ให้ลง 21-69 มม. เมื่อเปรียบเทียบกับ FI ในทำนองเดียวกันถ้าหยุดให้น้ำที่ระยะ R3 หรือ R1 จะลดการให้น้ำลง 2-4 ครั้ง และลดปริมาณการให้น้ำลง 86-180 มม. แม้ว่าการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 จะมีจำนวนครั้งการให้น้ำไม่แตกต่างกัน แต่การหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 จะลดปริมาณการให้น้ำลง 24-42 มม.

เมื่อหยุดให้น้ำที่การเจริญเติบโตระยะเดียวกัน พันธุ์นครสวรรค์ 1 มีการให้น้ำน้อยกว่าพันธุ์สจ. 5 ประมาณ 1-2 ครั้ง และปริมาณน้ำที่ให้น้อยกว่าระหว่าง 10-84 มม. นอกจากนี้ผลการทดลองปี

2540 แสดงให้เห็นว่า พันธุ์นครสวรรค์ 1 มีการให้น้ำน้อยกว่าพันธุ์สุโขทัย 2 ประมาณ 1 ครั้ง และปริมาณน้ำที่ให้น้อยกว่าระหว่าง 6-42 มม. อย่างไรก็ตาม การทดลองปี 2538/39 พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 1 และสุโขทัย 2 มีจำนวนครั้งและปริมาณการให้น้ำไม่แตกต่างกัน

Leaf area index (LAI), Leaf area duration (LAD) และ Crop growth rate (CGR)

ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองและระยะเวลาการหยุดให้น้ำ ในส่วนของ LAI LAD และอัตราการเติบโต (CGR) ดังนั้นจึงเสนอเฉพาะค่าเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าว (ตารางที่ 4) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของค่า LAI ที่ช่วงออกดอก (การทดลองปี 2538/39) และที่อายุ 40 วัน หลังออกดอก (การทดลองปี 2540) ระหว่างปัจจัยระยะเวลาการหยุดให้น้ำ ทั้งนี้เพราะทุกวิธีการยังได้รับน้ำไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากนี้จะพบความแตกต่างของ LAI โดยการให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R1 จะมีค่า LAI ที่อายุ 60 วัน (การทดลองปี 2538/39) และ 57 วัน (การทดลองปี 2540) ต่ำสุด ขณะที่ของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 และ FI มีค่า LAI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การตอบสนองของ LAD ต่อระยะเวลาการหยุดให้น้ำ เป็นไปในแนวเดียวกับการตอบสนองของ LAI กล่าวคือ การหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 มีค่า LAD ในช่วงออกดอก ถึง 60 วันหลังปลูก (สำหรับการทดลองปี 2538/39) และช่วง 40-57 วัน (สำหรับการทดลองปี 2540) ต่ำสุด และการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 และ FI มีค่าสูงสุด การหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 ให้ค่า CGR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความแตกต่างของ CGR ของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6, R3 และ FI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สจ. 5 มีค่า LAI และ LAD สูงกว่านครสวรรค์ 1 และ สุโขทัย 2 อย่างมีนัยสำคัญ ในทุกระยะเวลาการสุ่มตัวอย่าง ทั้งสองการทดลอง ขณะที่พันธุ์สุโขทัย 2 มีค่า LAI และ LAD สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 1 ในการทดลองปี 2538/39 ในทางตรงกันข้ามพบว่า สุโขทัย

Table 3. Irrigation dates and amounts (mm, in bracket) for full irrigation (FI) and irrigation terminated at R6, R3, R1 growth stages of 3 maturing soybean cultivars sown at Chai Nat FCRC in the 1995/96 and 1997 growing seasons.

Irrigation Termination	1995/96 Expt.			1997 Expt.		
	Cultivar			Cultivar		
	Nakhon Sawan 1	Sukhothai 2	SJ. 5	Nakhon Sawan 1	Sukhothai 2	SJ. 5
Full irrigation						
1.	26/12/95 (42)	26/12/95 (42)	26/12/95 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)
2.	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)
3.	26/1/96 (42)	26/1/96 (42)	26/1/96 (42)	23/2/97 (42)	23/2/97 (42)	23/2/97 (42)
4.	8/2/96 (42)	8/2/96 (42)	8/2/96 (42)	8/3/97 (42)	8/3/97 (42)	8/3/97 (42)
5.	19/2/96 (42)	19/2/96 (42)	19/2/96 (42)	20/3/97 (42)	20/3/97 (42)	20/3/97 (42)
6.			2/3/96 (42)		31/3/97 (42)	31/3/97 (42)
7.						10/4/97 (42)
Total	210	210	252	210	252	294
R6 stage						
1.	26/12/96 (42)	26/12/96 (42)	26/12/96 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)
2.	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)
3.	26/1/96 (42)	26/1/96 (42)	26/1/96 (42)	23/2/97 (42)	23/2/97 (42)	23/2/97 (42)
4.	11/2/96 (49)	11/2/96 (49)	8/2/96 (42)	8/3/97 (42)	8/3/97 (42)	8/3/97 (42)
5.			19/2/96 (42)	14/3/97 (21)	16/3/97 (27)	21/3/97 (42)
6.						25/3/97 (15)
Total	175	175	210	189	195	225
R3 stage						
1.	26/12/96 (42)	26/12/96 (42)	26/1/96 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)
2.	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)	11/2/97 (42)
3.	25/1/96 (40)	25/1/96 (40)	25/1/96 (50)	20/2/97 (30)	23/2/97 (42)	23/2/97 (42)
4.						1/3/97 (42)
Total	124	124	134	114	126	156
R1 stage						
1.	26/12/96 (42)	26/12/96 (42)	26/12/96 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)	29/1/97 (42)
2.	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	10/1/96 (42)	13/2/97 (45)	13/2/97 (48)	11/2/97 (42)
3.	15/1/96 (14)	15/1/96 (14)	15/1/96 (26)			20/2/97 (30)
Total	98	98	110	87	90	114

Table 4. Effects of timing of irrigation termination at R6, R3, R1 growth stages and full irrigation (FI) on leaf area index (LAI) at flowering (LAI at F) and 60 days after planting (DAP) for 1995/96 season and at 40 and 57 DAP for 1997 season, leaf area duration (LAD, day) and crop growth rate (CGR, g/sq m/day) (flowering-60 DAP in the 1995/96 and 1997 growing seasons respectively) for three soybean cultivars.

	1995/96 Expt.				1997 Expt.			
	LAI at F	LAI 60	LAD	CGR	LAI 40	LAI 57	LAD	CGR
Irrigation Termination								
FI	1.39 a	2.88 a	54.8 a	13.12 a	2.27 a	3.23 a	29.76 a	11.50 a
R6	1.37 a	2.91 a	54.2 a	13.00 a	2.31 a	3.11 a	28.75 a	11.43 a
R3	1.35 a	2.48 b	48.9 b	12.15 a	2.27 a	2.72 b	25.38 b	10.16 a
R1	1.35 a	2.17 c	45.0 c	10.33 b	2.25 a	2.58 b	24.19 b	8.70 b
CV.(%)	12.5	3.0	3.9	7.4	6.1	6.0	5.7	14.1
Cultivars								
Nakhon Sawan 1	1.15 c	2.38 b	47.7 b	12.73 a	2.33 b	2.84 b	26.47 b	11.03 a
Sukhothai 2	1.36 b	2.47 b	51.7 a	12.46 a	1.94 c	2.69 c	24.84 c	10.28 a
SJ. 5	1.62 a	2.98 a	52.8 a	11.67 b	2.55 a	3.20 a	29.74 a	10.04 b
CV.(%)	12.8	4.8	6.2	6.1	5.7	6.4	5.8	10.9

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 5. Effects of irrigation termination at R6, R3 and R1 growth stages and full irrigation (FI) on yield and yield components of three soybeans cultivars sown at Chai Nat FCRC in the 1995/96 and 1997 growing seasons.

Irri. termination and Cultivar	1995/96 Expt.				1997 Expt.			
	Yield (kg/rai)	Pods/plant	Seeds/pod	100 seed wt. (g)	Yield (kg/rai)	Pods/plant	Seeds/pod	100 seed wt. (g)
Irrigation Termination								
FI	322 a	17.87 a	2.26 a	15.80 a	211 a	18.70 a	2.11 a	10.03 a
R6	315 a	17.17 ab	2.19 a	15.69 a	202 a	17.86 a	2.14 a	9.87 a
R3	233 b	16.09 b	2.27 a	13.72 b	168 b	15.46 b	2.15 a	9.03 b
R1	211 c	14.13 c	2.24 a	13.47 b	137 c	14.21 b	2.15 a	8.94 b
CV(%)	5.5	6.2	4.5	4.0	9.4	8.0	2.8	3.0
Cultivars								
Nakhon Sawan 1	265 a	12.86 c	2.09 b	19.21 a	162 b	10.33 c	2.06 b	13.09 a
Sukhothai 2	275 a	15.67 b	2.72 a	12.20 b	184 a	17.30 b	2.39 a	8.06 b
SJ. 5	271 a	20.42 a	1.91 c	12.61 b	189 a	22.04 a	1.97 c	7.26 c
CV(%)	5.3	8.2	4.8	4.1	6.4	9.9	2.4	2.2

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

2 มีค่า LAI และ LAD ต่ำกว่า นครสวรรค์ 1 ในการทดลองปี 2540 พันธุ์นครสวรรค์ และสุโขทัย 2 ให้ค่า CGR ไม่แตกต่างกัน ทั้งสองการทดลอง แต่ทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าว มีค่า CGR สูงกว่า สจ. 5 ที่เป็นพันธุ์อายุยาว อย่างมีนัยสำคัญ

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

การตอบสนองทางด้านผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน ต่อระยะเวลาการหยุดให้น้ำเป็นไปในแนวเดียวกัน ดังนั้นค่าเฉลี่ยของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของปัจจัยทั้งสองจึงนำเสนอ (ตารางที่ 5) ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับระยะเวลาการหยุดให้น้ำ โดยผลผลิตเพิ่มขึ้นถ้ามีการให้น้ำจนถึงระยะท้ายๆ ของการเจริญเติบโต การให้น้ำที่ FI ให้ผลผลิต ไม่แตกต่างทางสถิติกับการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 ทั้งสองการทดลอง อย่างไรก็ตามผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ถ้ามีการหยุดให้น้ำก่อนถึงระยะ R6 โดยการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 เป็นผลให้ผลผลิตลดลงโดยเฉลี่ย 34-35 และ 20-28% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของ FI ถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ ที่นำมาเปรียบเทียบ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับการทดลองปี 2538/39 ขณะที่การทดลองปี 2540 พบว่านครสวรรค์ 1 ให้ผลผลิตต่ำกว่า สุโขทัย 2 และสจ. 5 ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การหยุดให้น้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด แต่ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ด/ฝัก การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 และ FI เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของ จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด การหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 ให้จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการทดลองปี 2538/39 ที่ การหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 มีจำนวนฝัก/ต้น น้อยกว่าการหยุดให้น้ำที่ระยะ R3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยนครสวรรค์ 1 มี ขนาดเมล็ดใหญ่

สุด ขณะที่ สุโขทัย 2 และสจ. 5 ชดเชยโดยมี จำนวนเมล็ด/ฝัก และจำนวนฝัก/ต้น สูงสุด ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าระยะเวลาจากปลูกถึงระยะการเจริญเติบโต R1, R3 และ R6 ของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ ในการทดลองปี 2538/39 และ 2540 ไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามระยะเวลาดังกล่าวน้อยกว่าพันธุ์ถั่วเหลือง ที่เสนอโดย Fehr และ Caviness (1979) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าว นอกเหนือจากพันธุ์ที่ใช้แตกต่างกันแล้ว ยังเป็นไปได้ว่ามีสาเหตุมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ และช่วงแสง ทั้งนี้เพราะปัจจัยดังกล่าวมีผลโดยตรงต่อระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตในช่วง reproductive stage ซึ่ง Fehr and Caviness (1979) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่เจริญเติบโตในสภาพอุณหภูมิต่ำ และช่วงวันยาว จะใช้ระยะเวลาจากปลูกจนถึงการเติบโตระยะต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพอุณหภูมิสูง และช่วงวันสั้น

จากการที่ค่า LAI ของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 มีค่าต่ำกว่า FI และการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 ที่พบจากการทดลองที่นำมาเสนอครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าเริ่มมีการขาดน้ำเกิดขึ้นสำหรับการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาของ Boyer (1970) และ Bunce (1978) พบว่าเมื่อถั่วเหลืองเกิดการขาดน้ำ การขยายตัวของใบจะถูกยับยั้ง การเพิ่มพื้นที่ใบจึงน้อย Begg (1976) และ Turk and Hall (1980) เสนอว่าเมื่อเกิดการขาดน้ำ นอกเหนือจากการลดพื้นที่ใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ โดยกระบวนการคายน้ำแล้ว พืชยังสามารถปรับตัวเพื่อลดการขาดน้ำโดยการเร่งการร่วงหล่นของใบแก่ Senthong *et al.* (1986) รายงานว่าการร่วงหล่นของใบถั่วเหลือง เมื่อเกิดการขาดน้ำจะพบมากในช่วงหลังออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ R5 และ R6 อย่างไรก็ตาม ก่อนใบแก่จะร่วงจะมีการถ่ายเทสารอาหารบางส่วนจากใบสู่เมล็ด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเติบโตในสภาพการขาดน้ำ (Hall *et al.*, 1979)

สำหรับการลดลงของอัตราการเติบโตในช่วงระหว่าง ออกดอก ถึง 60 วัน เมื่อมีการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 อาจเป็นไปได้ว่า การหยุดให้น้ำที่ระยะดังกล่าว มีค่า LAI และ LAD ต่ำ ดังนั้นปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ เพื่อนำมาสร้างน้ำหนักแห้ง จึงมีปริมาณน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ การให้น้ำเต็มที่ หรือ การหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 เป็นผลให้มีค่า CGR ต่ำ จากการศึกษานี้ของ Monteith (1977) พบว่า น้ำหนักแห้งของพืชเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณแสงอาทิตย์ที่พืชได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงแรกของการเติบโต นอกจากนี้ Magalhaes *et al.* (1971) รายงานว่า CGR มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่า LAI นอกเหนือจากที่มีค่า LAI และ LAD ต่ำ แล้ว การลดลงของ CGR เมื่อหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 ยังเป็นเพราะว่ามีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ เนื่องจากมีการขาดน้ำ จากรายงานของ Boyer (1970) แสดงให้เห็นว่า เมื่อพืชขาดน้ำกระบวนการสังเคราะห์แสงจะถูกยับยั้ง

ความแตกต่างของ CGR ระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองที่พบจากการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ Hanway and Weber (1971) ที่ทำการทดสอบค่า CGR ของถั่วเหลือง 8 พันธุ์ และพบว่าถั่วเหลืองทั้ง 8 พันธุ์ที่นำมาทดสอบมีค่า CGR แตกต่างกัน โดย CGR มีค่าระหว่าง 8.8 - 14.9 กรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งค่า CGR ดังกล่าวใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองที่นำมาเสนอครั้งนี้ แม้ว่าสภาพแวดล้อม และ พันธุ์ที่ใช้ของทั้ง 2 งานทดลองจะแตกต่างกัน Senthong *et al.* (1986) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่มีค่า CGR สูง มีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตสูง และมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทสารอาหารเข้าสู่เมล็ดในอัตราที่มากกว่า

การลดลงของผลผลิตของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 และ R3 ระหว่าง 20-35% เป็นผลมาจากการขาดน้ำ โดยการหยุดให้น้ำที่ระยะ R1 ถั่วเหลืองอาจจะมีการขาดน้ำในช่วงท้ายๆ ของการออกดอก เป็นต้นไป ในขณะที่การให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R3 ถั่วเหลืองอาจจะเริ่มขาดน้ำภายหลังการเริ่มติดฝัก เป็นต้นไป ทั้งนี้เพราะดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็น

ดินชนิด silty clay loam มีความชื้นที่จุด field capacity (0.33 บาร์) 23.7% และความชื้นที่จุด permanent wilting point (15 บาร์) 17.5% ดังนั้น ปริมาณความชื้นที่เก็บไว้ให้พืชใช้ (available water) จึงมีค่าไม่สูงนัก อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การลดลงของผลผลิตที่ได้จากการทดลองที่นำเสนอครั้งนี้ใกล้เคียงกับข้อเสนอของ IRISAT (1977) ที่รายงานโดย รัชชชัย (2526) ที่ว่า เมื่อถั่วเหลืองขาดน้ำในช่วงเริ่มออกดอก-ออกดอกเต็มที่ ผลผลิตลดลง 24% และถ้าเกิดการขาดน้ำที่ระยะช่วงหลังๆ ของการออกดอก - เริ่มติดฝัก ผลผลิตลดลง 35% การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของการให้น้ำเต็มที่ และการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 อาจมีผลมาจากการที่มีค่า LAI และ LAD สูง ผลที่ตามมาคือพืชได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้นด้วย เพราะไม่มีการขาดน้ำ จากการทดลองของ Montojos and Magalhaes (1971) และ Aguilar-M *et al.* (1977) พบว่า ผลผลิตของพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า LAD หลังออกดอก

ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญของการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 เมื่อเปรียบเทียบกับ FI ที่พบจากการทดลองครั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า การให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R6 พืชอาจได้รับน้ำเพียงพอ หรือ ถ้ามีการขาดน้ำเกิดขึ้น ก็เป็นการขาดน้ำในช่วงท้ายๆ ของการเติบโต และเป็นการขาดน้ำที่ไม่รุนแรง เพราะช่วงดังกล่าว เป็นช่วงที่พืชต้องการน้ำน้อย และการขาดน้ำในช่วงนี้ก็ไม่ส่งผลเสียต่อผลผลิตมากนัก (Doorenbos and Pruitt, 1977) นอกจากนี้พันธุ์ถั่วเหลืองที่นำมาทดสอบทั้ง 3 พันธุ์ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายหลังระยะ R6 โดยเฉลี่ยประมาณ 15-20 วัน จากที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง สำหรับการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพันธุ์ที่นำมาทดสอบในครั้งนี้ ผลการทดลองที่นำมาเสนอครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนโดย Thompson (1977) ที่ทำการทดลองบนดินชนิด clay loam และเสนอว่าการให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R6 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R7 อย่างไรก็ตาม

Stegman (1989) พบว่าถ้าถั่วเหลืองที่ปลูกบนดินชนิด loamy sand เป็นพันธุ์ที่มีอายุยาวและเป็น indeterminate type การขาดน้ำที่ไม่รุนแรงหลังระยะ R6 ผลผลิตจะลดลงประมาณ 10% แต่ถั่วขาดน้ำรุนแรงผลผลิตลดลงถึง 27% ดังนั้นการหยุดให้น้ำที่ระยะ R6 อาจจะไม่เพียงพอ รายงานดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Begg and Turner (1976) ที่เสนอว่าผลผลิตจะลดลงมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง ช่วงเวลาการขาดน้ำ และความยาวนานของการขาดน้ำ นอกจากนี้การตอบสนองของถั่วเหลืองจะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ determinate และ indeterminate อย่างไรก็ตาม Heatherly and Russell (1979) รายงานว่าในถั่วเหลืองพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกบนดินต่างชนิดกัน การตอบสนองทางด้านการเติบโต การให้น้ำแตกต่างกัน แต่การตอบสนองทางด้านผลผลิตไม่แตกต่างกัน

จากการทดลองที่นำมาเสนอครั้งนี้ ที่พบว่าจำนวนฝักต่อต้น และขนาดเมล็ด เป็นองค์ประกอบผลผลิตหลักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิต เมื่อทำการทดลองเกี่ยวกับการให้น้ำ ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ วันชัย และคณะ (2537, 2538a, 2539a และ 2539b) ที่ทำการทดลองกับถั่วเหลือง และวันชัย และคณะ (2538b) ที่ทำการทดลองกับถั่วเขียว นอกจากนี้ผลการทดลองยังสนับสนุนรายงานของ Pandey *et al.* (1984) ที่ว่าองค์ประกอบผลผลิตที่ไวต่อการขาดน้ำมากที่สุดได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น นอกจากนี้การลดลงของขนาดเมล็ดเมื่อหยุดการให้น้ำในช่วง R1 และ R3 ที่ได้จากการทดลองที่เสนอครั้งนี้ ยังสนับสนุนรายงานของ Sionit and Kramer (1977) ที่การขาดน้ำในช่วงการสร้างฝักอ่อนและสร้างเมล็ด มีผลทำให้น้ำหนักเมล็ดลดลง

ผลการทดลองอาจจะแตกต่างไปจากที่นำเสนอครั้งนี้ ถ้าพันธุ์ที่ใช้ และชนิดของดินที่ปลูก หรือสภาพแวดล้อมที่ปลูก แตกต่างไปจากการทดลองครั้งนี้มาก เช่นถ้าพันธุ์ที่ปลูกเป็นพันธุ์ที่มีอายุยาวระยะเวลาที่ใช้จากระยะ R6 จนถึงการสุกแก่จะใช้เวลานาน ดังนั้นถ้ามีการให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R6 ถั่วเหลืองอาจจะมีการขาดน้ำอย่างรุนแรง และ

ยาวนาน ในช่วงท้ายๆของการเติบโตได้ในทำนองเดียวกัน ดินแต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่จุด field capacity และ permanent wilting point มีค่าน้อย) ไม่เท่ากัน เพราะปริมาณน้ำเป็นประโยชน์ ขึ้นกับชนิดของเนื้อดิน ความหนาแน่น และความสม่ำเสมอของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วไป ดินร่วนจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ตามด้วยดินเหนียว และดินทราย (Johnson and Smith, 1975) ดังนั้นถ้าดินที่ใช้ปลูกเป็นดินที่เก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้น้อย การให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ระยะ R6 อาจทำให้ผลผลิตลดลงได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าดินที่ใช้ปลูกเป็นดินที่เก็บความชื้นไว้ให้พืชใช้ได้มาก การหยุดให้น้ำก่อนถึงระยะ R6 ก็อาจจะเป็นไปได้ นอกเหนือจากพันธุ์และชนิดของดินแล้ว ปริมาณการให้น้ำ และความถี่ในการให้น้ำยังเกี่ยวข้องกับฤดูปลูก และสถานที่ปลูกด้วย อย่างไรก็ตามการกำหนดความถี่การให้น้ำโดยใช้ค่าการระเหยน้ำเป็นตัวกำหนด ดังเช่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ จะลดปัญหาความยุ่งยากของการกำหนดปริมาณ และความถี่การให้น้ำได้ ซึ่งสามารถทำได้โดย บันทึกค่าการระเหยของน้ำใน สภาพแวดล้อมนั้นๆ และเมื่อค่าการระเหยสะสมครบตามที่กำหนดไว้ ก็เริ่มให้น้ำ ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมา โดย วันชัย และคณะ (2538a และ 2539b) พบว่าการให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. ปริมาณน้ำที่ให้มีความเหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองทั้งหมดที่นำมาเสนอในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า เพื่อเป็นการลดปริมาณน้ำและค่าใช้จ่ายการให้น้ำ ในการปลูกถั่วเหลืองในเขตชลประทานภาคกลาง ไม่ว่าจะปลูกพันธุ์นครสวรรค์ 1 สุโขทัย 2 หรือสจ. 5 บนดินชนิด silty clay loam ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องให้น้ำจนถึงถั่วเหลืองเริ่มมีฝักแรกแก่ แต่ควรมีการให้น้ำจนถึงการเติบโตระยะ R6 ซึ่งจะทำให้จำนวนครั้งการให้น้ำลดลงประมาณ 1 ครั้ง และลดปริมาณน้ำที่ให้ระหว่าง 35-42 มม. โดยผลผลิตไม่ลดลง อย่างไรก็ตาม ไม่ควรหยุดให้น้ำก่อนถึงระยะ R6 แม้ว่าจำนวนครั้งการให้น้ำจะ

ลดลง ทั้งนี้เพราะผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการหยุดให้น้ำในระยะ R1 และ R3 นอกจากผลผลิตจะลด

ลงประมาณ 20-35% แล้วขนาดเมล็ดก็ยังลดลงอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ธวัชชัย ณ นคร 2526. ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช. *วารสารวิชาการเกษตร* 1(3): 185-195.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และเทวา เมาลานนท์ 2537. การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อระดับน้ำใต้ดินและอัตราปุ๋ยไนโตรเจน. หน้า 113-125. ใน: ถั่วเหลืองสู่อินโดจีน การประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 5 ณ โรงแรมแม่น้ำโขงแกรนด์วิว จ. นครพนม 18-22 กันยายน 2537.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และเทวา เมาลานนท์ 2538a. อิทธิพลของอัตราปลูกและปริมาณการให้น้ำต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. *วารสารวิชาการเกษตร* 13(1): 64-71.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และ สมชาย บุญประดับ 2538b. การตอบสนองของถั่วเขียวต่อการจัดระยะปลูกและปริมาณการให้น้ำ. *วารสารวิชาการเกษตร* 13(3): 186-193.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ เทวา เมาลานนท์ กนกพร เมาลานนท์ และ สมชาย บุญประดับ 2539a. อิทธิพลของการจัดระยะปลูกและปริมาณการให้น้ำต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำถั่วเหลือง. หน้า 105-106. ใน: *บทความงานวิจัยประจำปี 2538 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร*.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ สมชาย บุญประดับ เทวา เมาลานนท์ กนกพร เมาลานนท์ และสมยศ พิษิตพร 2539b. การตอบสนองของถั่วเหลืองบางพันธุ์ต่อการคลุมดินและปริมาณน้ำที่จำกัด หน้า 109-110. ใน: *บทความงานวิจัยประจำปี 2538 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร*.
- Aguilar-M.; I. R. A. Fisher and S. Joshue Kohashi. 1977. Effects of plant density and thinning on high-yielding dry beans (*Phaseolus vulgaris*) in Mexico. *Expl. Agric.* 13: 325-335.
- Begg, J. E. and N. C. Turner 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28: 160-207.
- Boyer, J. S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybeans, and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiol.* 46: 236-239.
- Bunce, J. A. 1978. Effects of water stress on leaf expansion, net photosynthesis and vegetative growth of soybeans and cotton. *Can. J. Bot.* 56: 1492-1498.
- Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. *Crop Water Requirements*. Guide line for predicting irrigation and drainage paper. No. 24. Rome: FAO.
- Fehr W.R. and C.E. Caviness. 1979. Stages of soybean development. *Iowa Agric. Exp. Stn. Spec. Rep.* 80.
- Grissom, P. and C. D. Elmore. 1983. Response of soybean (*Glycine max.*) to planting in untilled, weedy seedbed on clay soil. *Weed Sci.* 31: 93-99.
- Hall, A. E.; K. W. Foster and J. G. Waines. 1979. Crop adaptation to semi-arid environments. Pages 148-178. in; *Ecol. Stud. Series* Vol. 34. A. E. Hall, G. H. Cannell, and H. Lawfon, eds. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agron. J.* 63: 227-230.
- Heatherly, L. G. and W. J. Russell. 1979. Vegetative development of soybeans grown on different soil types. *Field Crops Res.* 2: 119-143
- Hunt, R. 1978. *Plant Growth Analysis*. London: Edward Arnold. 67 p.
- Johnson, G. G. and R. C. G. Smith. 1975. Accuracy of soil water budgets based on a range of relationship for the influence of soil water availability on actual water use. *Aust. J. Agric. Res.* 26: 871-883.
- Magalhaes, A. C.; J.C. Montojos and S. Miyasaka. 1971. Effect of dry organic matter on growth and yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Expl Agric.*, 7: 137-143.
- Monteith, J. L. 1977. Climate and efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, B 281: 277-294.
- Montojos, J. C. and A. C. Magalhaes. 1971. Growth analysis of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pintado) under varying conditions of solar radiation and nitrogen application. *Plant and Soil* 35: 217-223.
- Pandey, R. K.; W. A. T.; Herrera and J. W. Pendleton. 1984.

- Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. *Agron. J.* 76: 139-145.
- Senthong, C.; K. Tedia; E. Barlaan and R. K. Pandey. 1986. Drought response of soybean genotypes during reproductive growth phase under irrigation gradient. *Paper presented at IRRI Saturday Seminar on Rice Farming Systems Program*. IRRI, Los Banos, Philippines. 38 p.
- Sionit, N. and P. J. Kramer 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69: 274-278.
- Stegman, E. C. 1989. Soybean yields as influenced by timing of ET deficits. *Trans. ASAE* 32 : 551-557.
- Thompson, J. A. 1977. Effect of irrigation termination on yield of soybeans in southern New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17 : 156-160.
- Turk, K. J. and A. E. Hall. 1980. Drought adaptation of cowpea. II. Influence of drought on plant water status and relations with seed yield. *Agron. J.* 72: 421-427.
-