การตอบสนองของถั่วเหลืองที่มีอายุแตกต่างกันต่อความถี่การให้น้ำและการคลุมดิน

Responses of Different Maturing Soybeans to Irrigation Frequency and Mulching

วันชัย ฉนอมทรัพย์ [1] สมชาย บุญประดับ [2] กนกพร เมาลานนท์ [3] เทวา เมาลานนท์ [4]

Wanchai Thanomsub [1] Somchai Boonpradub [2] Kanokporn Maolanont [3]

Thewa Maolanont [4]

ABSTRACT

The response of different maturing soybean cultivars to irrigation frequency and mulching was examined in two consecutive growing seasons (1993/94 and 1994/95) at Chai Nat Field Crop Research Centre (CN.FCRC) and in the 1993/94 growing season at Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES). A split-split plot design with 3 replicates was used. Irrigation frequencies, 42 mm of irrigation applied after every 60 and 120 mm cumulative pan evaporation and once at 50% flowering (I60,I120 and IF respectively) were deployed as main plots. Sub-plots were mulching with 2 tons of rice straw and without mulching, whereas 3 different maturing soybean cultivars were used as sub-sub plots. There were no interactions between soybean cultivars, irrigation frequency and mulching in each experiment. At CN. FCRC, average seed yields were reduced by 27-30 and 43-45% with reducing irrigation frequencies from I60 to I120 and IF, respectively Similarly, at PL. FCES seed yield decreased by 12 and 37% with decreasing irrigation frequencies from I60 to I120 and IF, respectively. An average seed yield of mulching was 10-12 and 18% greater than that of no mulching for the experiments conducted at CN. FCRC and PL. FCES respectively. A greater yield of the higher irrigation frequencies resulted from increasing pods/plant and seed size, whereas pods/plant was the main yield component responsible for yield difference between mulching and without mulching. At CN.FCRC, the intermediate cultivar, Chiang Mai 60 gave 3-5% seed yield greater than the earliest cultivar, Nakhon Sawan 1 and the latest cultivar, SJ. 5 which produced no significant differences in seed yield. At PL.FCES, Nakhon Sawan 1 and Chiang Mai 60 showed no statistically significant differences in seed yield but the both cultivars attained 16-22% seed yield greater than SJ. 5. Nakhon Sawan 1 produced the greatest seed size but Chiang Mai 60 and SJ. 5 compensated by having higher number of pods per plant.

Key words : soybean, irrigation frequency, mulching, yield.

---

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จ.ชัยนาท 17000

[1] Chai Nat Field Crops Research Centre, Chai Nat 17000

[2] สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก จ.พิษณุโลก

[2] Phitsanulok Field Crop Experiment Station, Amphoe Wang Thong, Phitsanulok 65130

[3] สถาบันวิจัยพืชไร่ กรุงเทพมหานคร 10900

[3] Field Crops Research Institute, Bangkok 10900

[4] สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย

[4] Si Samrong Field Crop Experiment Station, Amphoe Si Samrong, Sukhothai 64120

บทคัดย่อ

ดำเนินการทดลองเพื่อการตรวจสอบการตอบสนองของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกันต่อความถี่การให้น้ำและการใช้วัสดุคลุมดิน ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (ศวร.ชัยนาท) และสถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก (สลร.พิษณุโลก) พบว่าไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่การให้น้ำ การใช้วัสดุคลุมดิน และพันธุ์ถั่วเหลือง การให้น้ำ ทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหยสะสมครบ 60 มม. (I60) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 402,336 และ 310 กก./ไร่ สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 และ 2537/38 และที่ สลร.พิษณุโลก ปี 2536/37 ตามลำดับ แต่เมื่อให้น้ำ 42 มม. เมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 120 มม. (I120) และครั้งเดียวเมื่อออกดอก 50% (IF) ผลผลิตลดลง 27-30% และ 43-45% ตามลำดับ สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท และลดลง 12% และ 37% ตามลำดับ สำหรับการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก การใช้วัสดุคลุมดินมีผลให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุคลุมดิน 10-12% และ 18% สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท และ สลร.พิษณุโลก ตามลำดับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตของการให้น้ำที่ความถี่สูงเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของ จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด ขณะที่การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของการคลุมดินเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของ จำนวนฝัก/ต้น โดยที่ขนาดเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์นครสวรรค์ 1 และ พันธุ์สจ.5 ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ระหว่าง 3-5% สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ขณะที่ การทดลองที่ สลร.พิษณุโลก พบว่า พันธุ์เชียงใหม่ 60 และพันธุ์นครสวรรค์ 1 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สจ.5 ระหว่าง 16-22% พันธุ์นครสวรรค์ 1 มีขนาดใหญ่สุด ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ สจ.5 ชดเชยโดยมี จำนวนฝัก/ต้น สูงกว่า พันธุ์นครสวรรค์ 1 ทั้งการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท และ สลร.พิษณุโลก

คำหลัก : ถั่วเหลือง ความถี่การให้น้ำ การคลุมดิน ผลผลิต

คำนำ

การเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สามารถทำได้โดยการเพิ่มปริมาณการให้น้ำถ้าความอุดมสมบูรณ์ของดิน โรค และแมลงไม่เป็นตัวจำกัด ปริมาณการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น ระยะการเจริญเติบโต ชนิด และความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสภาพภูมิอากาศ Mason *et al.* (1980) เสนอว่า ในช่วง reproductive ถั่วเหลืองมีความต้องการน้ำสูงกว่าช่วง vegetative Johnson and Smith (1975) แสดงให้เห็นว่า ดินร่วนจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ตามด้วยดินเหนียว และดินทราย เมื่อเกิดการขาดน้ำผลผลิตจะลดลง แต่ปริมาณการลดลงจะแตกต่างกันขึ้นกับความรุนแรงและความยาวนานของการขาดน้ำ และช่วงการเจริญเติบโต ถ้าพืชมีการขาดน้ำที่รุนแรงและยาวนานผลผลิตจะลดลงอย่างมาก (Begg and Turner, 1976) สำหรับช่วงที่วิกฤตต่อการขาดน้ำของถั่วเหลืองได้แก่ ช่วงสร้างเมล็ดและฝักอ่อน (Doss *et al.*, 1974 และ Doorenbos and Kassam, 1979) และจากการใช้ค่าการระเหยน้ำเป็นตัวกำหนดความถี่การให้น้ำ Garside *et al.* (1992) พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่การให้น้ำจากการให้น้ำทุกครั้ง เมื่อค่าการระเหยสะสม 240 มม. เป็นให้น้ำทุกครั้งเมื่อการระเหยสะสมมีค่า 120,60 และ 30 มม. โดย Garside *et al.* (1992) แสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและความถี่การให้น้ำที่ระดับดังกล่าวเป็นลักษณะ linear (ค่า r^2=0.98**) ในกรณีที่ปริมาณน้ำที่ให้มีจำกัด นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Greb *et al.* (1970), Unger (1978) และ Sandhu *et al.* (1992) แสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุ เช่น ฟางข้าว คลุมดินสามารถที่จะเพิ่มความชื้นในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับ 3-5 ซม. ผลที่ตามมาคือผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้วัสดุคลุมดิน สำหรับข้าวโพดสมชาย และคณะ (2541) รายงานว่า เมื่อมีการให้น้ำในความถี่ต่างๆ การคลุมดินด้วยฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ข้าวโพดจะให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุคลุมดินโดยเฉลี่ย 20-77%

อย่างไรก็ตาม การตอบสนองต่อความถี่การให้น้ำและการใช้วัสดุคลุมดิน อาจจะแตกต่างกันไป ตามชนิดของพืช ดิน และสภาพแวดล้อม การทดลองครั้งนี้มี

วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการตอบสนองของถั่วเหลืองสามพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน ต่อการใช้วัสดุคลุมดินและความถี่การให้น้ำ บนดินชนิด clay soil

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (ศวร.ชัยนาท) ในปี 2536/37 และ 2537/38 และ สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก (สลร.พิษณุโลก) ปี 2536/37 โดยการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 เริ่มปลูก 6 ธันวาคม 2536 และเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย 17 มีนาคม 2537 ขณะที่การทดลองปี 2537/38 เริ่มปลูก 7 พฤศจิกายน 2537 และเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย 10 กุมภาพันธ์ 2538 สำหรับการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก เริ่มปลูก 29 ธันวาคม 2536 เก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย 31 มีนาคม 2537

ดินที่ใช้ในการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท เป็นชนิด clay คุณสมบัติของดินที่ใช้มีค่าเฉลี่ยคือ pH 6.4, OM. 2.3%, P 27 ppm และ K 99 ppm สำหรับดินที่ใช้ในการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก เป็นดินชนิดเดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้ใช้ค่าการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยชนิด U.S. Class A pan เป็นตัวกำหนดความถี่การให้น้ำ โดยค่าการระเหยน้ำสำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท รวบรวมจากสถานีตรวจอากาศเกษตรชัยนาทที่ตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 100 เมตร ขณะที่ ข้อมูลดังกล่าวของการทดลองที่ สลร. พิษณุโลก รวบรวมจากสถานีตรวจอากาศของ สลร.พิษณุโลก

วางแผนการทดลองแบบ split-split plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดยจัดให้ความถี่การให้น้ำเป็น main plots ได้แก่การให้น้ำทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยสะสมจากถาดวัดการระเหยมีค่า 60 (I60) และ 120 (I120) มม. และการให้น้ำครั้งเดียวเมื่อออกดอก 50% (IF) ปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งเท่ากับ 42 มม. หรือ 70% ของค่าการระเหยสะสม 60 มม. ตามข้อเสนอของ วันชัย และคณะ (2538 และ 2540)ที่ว่าในการปลูกถั่วเหลือง ไม่ว่าจะใช้อัตราปลูกหรือการจัดระยะปลูกที่แตกต่างกัน การให้น้ำในอัตรา 70% ของค่าการระเหย หรือให้น้ำปริมาณ 42 มม. เมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. ให้ผลผลิตสูงสุด

sub-plots ได้แก่การคลุมฟางในอัตรา 2 ตัน/ไร่ และการปลูกโดยไม่ใช้ฟางคลุม sub-sub plots ได้แก่ถั่วเหลืองที่มีอายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกันสามพันธุ์คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 (อายุสั้น) พันธุ์เชียงใหม่ 60 (อายุปานกลาง) และ พันธุ์ สจ.5 (อายุยาว)

ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 3x6 ม. และเพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำระหว่าง main plots จึงทำการทดลองในแปลง concrete block ที่มีผนัง concrete หนาประมาณ 5 ซม.ฝังลึก 120 ซม. ระหว่าง sub-plots และ sub-sub plots จะมีคันดินกว้างประมาณ 200 ซม. สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท และสำหรับการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก ระหว่าง main plots จะมีคันดินกว้าง 300 ซม. ระหว่าง sub-plots และ sub-sub plots จะมีคันดินกว้างประมาณ 200 ซม.

ก่อนปลูกทุกแปลงจะได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ หว่าน ไถกลบ แล้วปลูกถั่วเหลือง โดยใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระยะระหว่างหลุม 10 ซม. หลังปลูกให้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับการงอก (ประมาณ 30 มม.) ภายหลังถั่วเหลืองงอกประมาณ 7 วัน ถอนแยกให้เหลือ หลุมละ 2 ต้น ซึ่งอัตราดังกล่าวจะทำให้ได้อัตราปลูก 64,000 ต้น/ไร่ สำหรับวิธีการคลุมฟางจะใช้ฟางแห้งคลุมในอัตรา 2 ตัน/ไร่ ซึ่งจะทำภายหลังการให้น้ำ 1 วัน

ระหว่างดำเนินการทดลองมีการบันทึก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว วันให้น้ำ และปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้ง สำหรับการบันทึกค่าการระเหยน้ำจะเริ่มบันทึกทันทีหลังจากปลูกเป็นต้นไป และจะทำการให้น้ำปริมาณ 42 มม. เมื่อค่าการระเหยสะสมครบตามอัตราที่กำหนดไว้ใน main plots สำหรับวิธีการให้น้ำครั้งเดียวเมื่อออกดอกจะทำเมื่อถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์เริ่มมีดอกแรกบาน 50% ของต้นที่ปลูกในแต่ละแปลงย่อย

การเก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่ 8 ตารางเมตร โดยสุ่มเก็บจาก 4 แถวกลาง (เว้นหลุมที่อยู่หัวแถวและท้ายแถว ด้านละ 1 หลุม) หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างพืชจากต้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด จำนวน 10 ต้น เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนฝัก/ต้น สำหรับผลผลิต จะวิเคราะห์หาน้ำหนักเมล็ดจากต้นเก็บเกี่ยวทั้งหมดแล้วคำนวณเป็นน้ำหนักกก./ไร่ สำหรับขนาดเมล็ด จะทำการสุ่มเมล็ดจากผลผลิตทั้งหมด จำนวน 500 เมล็ด แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักเมล็ด

ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิเฉลี่ย และค่าการระเหยน้ำ ระหว่างดำเนินการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 และ 2537/38 และที่ สลร.พิษณุโลก ปี 2537/38 รวบรวมไว้ใน Table 1 ช่วงดำเนการทดลองของทั้งสามการทดลอง เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงต้นฤดูปลูก ขณะที่ในช่วงปลายของการเจริญเติบโตเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนระหว่างดำเนินการทดลองที่ ศวร. ชัยนาท ปี 2536/37 และ 2537/38 และที่ สลร.พิษณุโลก มีค่า 25.0-29.7, 26.4-30.5 และ 25.5-30.7 C ตามลำดับ โดยทั่วๆ ไป อุณหภูมิของการทดลองปี 2536/37 และ 2537/38 ที่ ศวร.ชัยนาท ไม่แตกต่างกันมากนัก ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของ สลร.พิษณุโลก มีค่าต่ำกว่าที่ ศวร.ชัยนาทเล็กน้อย

Table 1 Mean temperatures and mean daily evaporation between November and March at Chai Nai Field Crop Research Centre (CN. FCRC) in 1993/94 and 1994/95 and Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES) in 1993/94.

Month	Mean temperature (C)			Mean daily evaporation (mm)		
	CN.FCRC 93/94	CN.FCRC 94/95	PL.FCES 93/94	CN.FCRC 93/94	CN.FCRC 94/95	PL.FCES 93/94
November	27.2	27.4	26.1	4.7	4.6	6.5
December	25.0	26.8	25.6	5.0	4.6	6.5
January	26.8	26.4	25.5	4.6	4.3	6.6
February	29.7	27.5	26.3	5.9	4.9	6.6
March	29.5	30.5	30.7	6.0	5.9	7.2

ค่าการระเหยที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/38 2537/38 และ สลร. พิษณุโลก ปี 2537/38 มีค่าระหว่าง 4.6-6.0, 4.3-5.9 และ 6.5-7.2 มม. ตามลำดับ โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าการระเหยมีค่าต่ำ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงท้ายของการเจริญเติบโต ค่าการระเหยที่ สลร.พิษณุโลก สูงกว่าที่ ศวร.ชัยนาท ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการระเหยสะสม 60 มม. ที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 และ 2537/38 มีค่า 10-13, 12-14 วัน ตามลำดับ ขณะที่ ที่ สลร.พิษณุโลก มีค่า 8-10 วัน

จำนวนครั้ง และปริมาณการให้น้ำ

จำนวนครั้งการให้น้ำ วันให้น้ำ และปริมาณน้ำที่พืชได้รับตลอดฤดูปลูก ของแต่ละวิธีการสำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท และที่ สลร.พิษณุโลก แสดงไว้ใน Table 2

การทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ทั้งสองฤดู มีจำนวนครั้งและปริมาณการให้น้ำ ไม่แตกต่างกัน โดยการให้น้ำที่ I60 มีการให้น้ำ 5 ครั้ง สำหรับ นครสวรรค์ 1 (NW 1) และ 6 ครั้ง สำหรับเชียงใหม่ 60 (CM 60) และ สจ.5 รวมปริมาณน้ำที่ให้ตลอดฤดูปลูก 210 มม. สำหรับ NW 1 และ 252 มม. สำหรับ CM 60 และ สจ. 5 แต่เมื่อมีการให้น้ำที่ I120 จะมีการให้น้ำ 2 ครั้ง ปริมาณน้ำที่ให้ 84 มม. สำหรับ NW 1 และมีการให้น้ำ 3 ครั้ง (ปริมาณน้ำที่ให้ 126 มม.) สำหรับ CM 60 และ สจ.5 ขณะที่ วิธีการ IF มีการให้น้ำตลอดฤดูปลูก 42 มม.

การทดลองที่ สลร.พิษณุโลก พบว่า จำนวนครั้งและปริมาณการให้น้ำมากกว่าการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท กล่าวคือ การให้น้ำที่ I60 มีการให้น้ำ 7 ครั้ง (ปริมาณน้ำที่ให้ 210 มม.) สำหรับ NW1 และมีการให้น้ำ 8 ครั้ง (ปริมาณน้ำที่ให้ 336 มม.) สำหรับ CM 60 และ สจ.5 แต่เมื่อลดความถี่การให้น้ำเป็น I120 มีการให้น้ำ 3 ครั้ง (ปริมาณน้ำที่ให้ 126 มม.) สำหรับ NW1 และ 4 ครั้ง (ปริมาณน้ำที่ให้ 168 มม.) สำหรับ CM. 60 และ สจ.5

Table 2 Irrigation schedules for 3 irrigation frequencies and 3 soybean cultivars at Chai Nai Field Crop Research Centre (CN.FCRC) in 1993/94 and 1994/95 and Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES) in 1993/94.

Irrigation	I60			I120			IF		
No.	Nw1	CM60	SJ.5	NW1	CM60	SJ.5	NW1	CM60	SJ.5
CN.FCRC 93/94									
1	19/12/93	19/12/93	19/12/93	30/12/93	30/12/93	30/12/93	5/1/94	10/1/94	12/1/94
2	30/12/93	30/12/93	30/12/93	25/1/94	25/1/94	25/1/94			
3	11/1/94	11/1/94	11/1/94		17/2/94	17/2/94			
4	25/1/94	25/1/94	25/1/94						
5	7/2/94	7/2/94	7/2/94						
6		17/2/94	17/2/94						
Irrigation Amount	210	252	252	84	126	126	42	42	42
CN.FCRC 94/95									
1	20/11/94	20/11/94	20/11/94	4/12/94	4/12/94	4/12/94	9/12/94	13/12/94	15/12/94
2	4/12/94	4/12/94	4/12/94	29/12/94	29/12/94	29/12/94			
3	17/12/37	17/12/37	17/12/37		25/1/94	25/1/94			
4	29/12/94	29/12/94	29/12/94						
5	12/1/95	12/1/95	12/1/95						
6		25/1/95	25/1/95						
Irrigation Amount	210	252	252	84	126	126	42	42	42
PL.FCES 93/94									
1	6/1/94	6/1/94	6/1/94	15/1/38	15/1/38	15/1/38	28/1/94	2/2/94	5/2/94
2	15/1/94	15/1/94	15/1/94	3/2/94	3/2/94	3/2/94			
3	24/1/94	24/1/94	24/1/94	21/2/94	21/2/94	21/2/94			
4	3/2/94	3/2/94	3/2/94		10/3/94	10/3/94			
5	12/2/94	12/2/94	12/2/94						
6	21/2/94	21/2/94	21/2/94						
7	2/3/94	2/3/94	2/3/94						
8		10/3/94	10/3/94						
Irrigation Amount	294	336	336	126	168	168	42	42	42

I60, I120 and IF indicate irrigation applied after 60 and 120 mm cumulative evaporation and once at 50% flowering, respectively.

CM 60, NW 1 and SJ.5 indicate Chiang Mai 60, Nakhon Sawan 1 and SJ. 5, respectively.

ระยะเวลาที่ใช้สำหรับระยะออกดอก และเก็บเกี่ยว

ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่การให้น้ำ การใช้วัสดุคลุมดิน และพันธุ์ถั่วเหลือง ในส่วนของวันออกดอก และวันเก็บเกี่ยว ในทุกการทดลอง ซึ่งค่าเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวนำเสนอใน Table 3 ความถี่การให้น้ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวันออกดอก แต่มีผลต่ออายุเก็บเกี่ยว ขณะที่ การใช้วัสดุคลุมดินไม่มีผลทางสถิติต่อวันออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว ถั่วเหลืองทั้งสามพันธุ์มีวันออกดอกและอายุเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่การให้น้ำ โดย I60 มีอายุเก็บเกี่ยวมากกว่า I120 และ IF โดยเฉลี่ย 3-4 และ 6-7 วัน ตามลำดับ NW 1 ใช้ระยะเวลาจากปลูกถึงออกดอก น้อยกว่า CM 60 และสจ.5 ประมาณ 4-5 และ 6-8 วัน ตามลำดับ และมีอายุเก็บเกี่ยว สั้นกว่า CM 60 และ สจ.5 ประมาณ 9-10 และ 15-17 วันตามลำดับ

Table 3 Effects of irrigation frequency and mulching on days from planting to 50% flower and harvest of three soybean cultivars sown at Chai Nai Field Crop Research Centre (CN. FCRC) in 1993/94 and 1994/95 and Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES) in 1993/94.

	Days to flower			Days to harvest		
	CN.FCRC 93/94	CN.FCRC 94/95	PL.FCES 93/94	CN.FCRC 93/94	CN.FCRC 94/95	PL.FCES 93/94
Irrigation Frequency						
I60	34.3	36.3	37.3	84.3 a	86.3 a	83.0 a
I120	34.4	36.3	37.3	81.0 b	82.5 b	79.4 b
IF	34.4	36.3	37.3	77.7 c	79.6 c	77.1 c
CV (%)	4.3	3.1	4.2	2.3	1.4	3.0
Mulching						
Mulch	34.3	36.3	37.3	81.0	82.9	79.9
No Mulch	34.4	36.3	37.3	81.0	82.8	79.8
CV(%)	5.3	2.6	1.7	1.5	2.4	1.9
Cultivars						
Nakhon Sawan 1	31.0 c	33.0 c	33.0 c	72.0 c	74.5 c	70.8 c
Chiang Mai 60	35.1 b	37.0 b	38.0 b	82.0 b	83.9 b	81.1 b
SJ.5	37.0 a	39.0 a	41.0 a	89.0 a	90.0 a	87.7 a
CV (%)	2.9	2.6	2.5	1.1	1.9	2.3

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT I60, I120 and IF indicate irrigation applied after 60 and 120 mm cumulative evaporation and once at 50% flowering, respectively.

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ความถี่การให้น้ำ การใช้วัสดุคลุมดิน และพันธุ์ถั่วเหลือง มีผลต่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) แต่ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์กัน

การทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 และ 2537/38 พบว่า ความถี่การให้น้ำ I60 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 402 กก./ไร่ และ 336 กก./ไร่ และเมื่อลดความถี่การให้น้ำเป็น I120 และ IF ผลผลิตเฉลี่ยสำหรับการทดลองปี 2536/37 ลดลงเป็น 295 และ 229 กก./ไร่ และ 236 และ 186 กก./ไร่ สำหรับการทดลองปี 2537/38 ในทำนองเดียวกัน การทดลองที่ สลร.พิษณุโลก พบว่าเมื่อลดความถี่การให้น้ำจาก I60 เป็น I120 และ IF ผลผลิตลดลงจาก 310 เป็น 274 และ 195 กก./ไร่ หรือลดลง 12 และ 37% ตามลำดับ การลดลงของผลผลิตของการให้น้ำที่ I120 และ IF เป็นผลมาจาก การลดลงอย่างมีนัยสำคัญของ จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด โดยเมื่อลดความถี่การให้น้ำจาก I60 เป็น I120 และ IF จำนวนฝัก/ต้น ลดลง จาก 22.1 เป็น 20.3 และ 19.8 ตามลำดับ และน้ำหนัก 100 เมล็ดลดลงจาก 17.6 เป็น 15.7 และ 14.6 กรัม สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 และจำนวนฝัก/ต้น ลดลงจาก 19.0 เป็น 16.4 และ 16.1 และน้ำหนัก 100เมล็ดลดลงจาก 17.6 เป็น 15.7 และ 14.6 กรัม สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2537/38 ในทำนองเดียวกัน การทดลองที่ สลร.พิษณุโลก พบว่าเมื่อลดความถี่การให้น้ำจาก I60 เป็น I120 และ IF จำนวนฝัก/ต้น ลดลงจาก 17.0 เป็น 14.0 และ 12.0 ฝัก/ต้น ขณะที่น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด ลดลงจาก 17.3 เป็น 16.1 และ 14.7 กรัมตามลำดับ

การไม่ใช้วัสดุคลุมดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 291, 241 และ 239 กก./ไร่ สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37 2537/38 และที่ สลร. พิษณุโลก แต่เมื่อมีการใช้วัสดุคลุมดินผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 326,264 และ 281 กก./ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 10% 12% และ 18% ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของการใช้วัสดุคลุมดินเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของ จำนวนฝัก/ต้น ขณะที่ขนาดเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง

CM 60 สำหรับการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท ปี 2536/37, 2537/38 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 317 และ 260 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตดังกล่าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ NW 1 และ สจ.5 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 302, 307 กก./ไร่ และ 246, 252 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ผลการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก CM 60 และ NW1 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งสองพันธุ์ดังกล่าวให้ผลผลิตสูงกว่า สจ.5 ที่ให้ผลผลิต 225 กก./ไร่ อย่างมีนัยสำคัญ NW 1 มีขนาดเมล็ดใหญ่สุด แต่มี จำนวนฝัก/ต้น ต่ำสุด CM 60 และ สจ.5 มีจำนวน ฝัก/ต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ CM 60 มีขนาดเมล็ดใหญ่กว่า สจ.5

จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่การให้น้ำ (X) หรือ จำนวนครั้งการให้น้ำตามที่เสนอไว้ใน (Table 2) และผลผลิต (Y) (กก./ไร่) ของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ โดยใช้ข้อมูลในแต่ละซ้ำของการทดลองแต่ละปีและสถานที่การทดลอง (n=9) พบว่า ทั้งสองปัจจัยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่ง (r^2 มีค่าระหว่าง 0.63* ถึง 0.98**) และความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะ linear (Table 5)

Table 4 Effects of irrigation frequency and mulching on yield, pods/plant and 100 seed weight of three soybean cultivars sown at Chai Nai Field Crop Research Centre (CN.FCRC) in 1993/94 and 1994/95 and Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES) in 1993/94.

	CN.FCRC 93/94			CN.FCRC 94/95			PL.FCES 93/94		
	Yield kg/rai	Pods/pl	Seed wt g	Yield kg/rai	Pods/pl	Seed wt g	Yield kg/rai	Pods/pl	Seed wt g
Irrigation									
I60	402 a	22.1 a	17.6 a	336 a	19.0 a	16.9 a	310 a	17.0 a	17.3 a
I120	295 b	20.3 b	15.7 b	236 b	16.4 b	15.1 b	274 b	14.0 b	16.1 a
IF	229 c	19.8 b	14.6 c	186 c	16.1 b	14.0 c	195 c	12.0 c	14.7 b
CV (%)	6.4 6.9	5.6	6.1	8.7	6.7	24.2	9.1	12.5	
Mulching									
Mulch	326 a	22.3 a	16.0 a	264 a	18.3 a	15.4 a	281 a	15.5 a	16.3 a
No mulch	291 b	19.9 b	15.9 a	241 b	16.1 b	15.3 a	239 b	13.2 b	16.0 a
CV (%)	4.7	5.2	4.8	4.7	9.5	4.4	16.7	8.5	8.4
Cultivars									
Chiang Mai 60	317 a	22.1 a	15.7 b	260 a	18.1 a	15.1 a	287 a	15.2 a	15.4 b
Nakhon Sawan 1	302 b	18.3 b	18.6 a	246 b	15.5 b	17.9 a	267 a	12.7 b	19.3 a
SJ.5	307 b	22.9 a	13.7 c	252 b	17.8 a	13.1 c	225 b	15.1 a	13.5 c
CV (%)	5.0	11.7	5.1	4.9	9.1	5.0	14.4	8.9	6.6

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT. I60, I120 and IF indicate irrigation applied at after 60 and 120 mm cumulative evaporation and once at 50% flowering, respectively.

Table 5 Linear regression equations showing the relationship between irrigation frequency (X) and seed yield (Y) (kg/rai) of three soybean cultivars sown at Chai Nai Field Crop Research Centre (CN. FCRC) in 1993/94 and 1994/95 and Phitsanuloke Field Crop Experiment Station (PL.FCES) in 1993/94.

Cultivar	Regression equation	r^2
----------	CN FCRC 93/94	----------
Nakhon Sawan 1	Y=158.02+32.97 X	0.885** (n=9)
Chiangmai 60	Y=152.59+32.97 X	0.962** (n=9)
S.J. 5	Y =152.59+32.97 X	0.962** (n=9)
----------	CN FCRC 93/94	----------
Nakhon Sawan 1	Y=202.18+37.26 X	0.915** (n=9)
Chiangmai 60	Y=193.21+37.23 X	0.993** (n=9)
S.J.5	Y=188.52+35.62X	0.981** (n=9)
----------	PL FCES 93/94	----------
Nakhon Sawan 1	Y=282.75+20.30 X	0.632* (n=9)
Chiangmai 60	Y=283.36+22.78 X	0.815** (n=9)
S.J.5	Y=196.89+23.85 X	0.645** (n=9)

*,** = significant at 5% and 1% level

วิจารณ์ผลการทดลอง

การลดลงของผลผลิตในอัตราที่สูงกว่าของ IF เมื่อเปรียบเทียบกับ I120 เป็นไปได้ว่า IF มีความรุนแรงและความยาวนานของการขาดน้ำมากกว่า I120 โดย IF ถั่วเหลืองจะขาดน้ำในทุกระยะของการเจริญเติบโต ยกเว้นช่วงระยะออกดอก ขณะที่ I120 (ของการทดลองที่ ศวร.ชัยนาท) มีการให้น้ำ 2 ครั้ง สำหรับ NW1 (ก่อนออกดอก 5-7 วัน และหลังออกดอกประมาณ 20 วัน) และ 3 ครั้ง สำหรับ CM 60 และ สจ.5 (ก่อนออกดอก 9-11 วัน , หลังออกดอก 13-16 และ 36-43 วัน) ตามที่แสดงไว้ใน Table 2 ดังนั้นเป็นไปได้ว่า การให้น้ำที่ I120 ถั่วเหลืองจะขาดน้ำในช่วงแรกของระยะ vegetative , ช่วงท้ายๆ ของระยะ R1 และในช่วงใกล้ระยะสุกแก่ ทั้งนี้เพราะมีการให้น้ำครั้งสุดท้ายที่อายุ 49-55 วัน สำหรับ NW 1 และ 72-76 วัน สำหรับ CM 60 และ สจ.5 ขณะที่อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยของทั้งสามพันธุ์มีค่าระหว่าง72-75 ,82-84 และ 89-90 วัน ตามลำดับ (Table 3) จากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าการให้น้ำที่ IF ถั่วเหลืองมีการขาดน้ำที่รุนแรงและยาวนานกว่าการให้น้ำที่ I120 ดังนั้นความเสียหายของผลผลิตจึงสูงกว่า เช่นเดียวกับการทดลองที่ สลร.พิษณุโลก

การลดลงของผลผลิตเมื่อลดความถี่การให้น้ำและความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง เป็นลักษณะ linear ที่พบจากการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ Garside *et al.* (1992) ที่ว่า ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงเมื่อลดความถี่การให้น้ำจาก I30 เป็น I60 และ I120 มม. และความสัมพันธ์ของความถี่การให้น้ำกับผลผลิตมีลักษณะ linear นอกจากนี้ ผลการทดลองบางส่วนยังสนับสนุนรายงานของ Sionit และ Kramer (1977) และ Begg and Turner (1976) ที่ว่าเมื่อถั่วเหลืองเกิดการขาดน้ำในทุกช่วงของการเติบโตจะทำให้ผลผลิตลดลง แต่การลดลงของผลผลิตจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระยะการเติบโต ความรุนแรงและความยาวนานของการขาดน้ำ Stegman (1989) รายงานว่า ถ้าถั่วเหลืองขาดน้ำไม่รุนแรงหลังระยะ R6 ผลผลิตจะลดลงประมาณ 10% แต่ถ้าขาดน้ำรุนแรงผลผลิตลดลงถึง 27% ขณะที่ ICRISAT (1977) ที่นำ

เสนอโดย ธวัชชัย (2526) เสนอว่า ผลผลิตของถั่วเหลืองจะลดลงน้อยที่สุด (12-13%) เมื่อขาดน้ำในระยะ vegetative และช่วงหลังๆ ของการติดฝัก ถึงฝักแก่เต็มที่ ตามด้วยการขาดน้ำในช่วงเริ่มออกดอก-ออกดอกเต็มที่ (ลดลง 24%) ขณะที่ การขาดน้ำที่ระยะช่วงหลังๆ ของการออกดอก-เริ่ม ติดฝัก ผลผลิตลดลงมากที่สุด (35%) Boyer (1970) และ Bunce (1978) พบว่า เมื่อถั่วเหลืองขาดน้ำ การขยายตัวของใบจะถูกยับยั้งเป็นผลให้พื้นที่ใบลดลง ผลที่ตามมาคือการลดลงของผลผลิต สำหรับการลดลงของจำนวน ฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด เมื่อลดความถี่การให้น้ำที่พบจากการ ทดลองที่นำเสนอครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ วันชัย และคณะ (2538) และ Garside *et al.* (1992) ที่ว่า จำนวนฝัก/ต้น และขนาดเมล็ด ลดลงเมื่อลดปริมาณการให้น้ำ Sionit and Kramer (1977) ชี้ให้เห็นว่า เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วง flower induction และออกดอก จะมีผลให้จำนวนดอก ฝักและเมล็ด ของถั่วเหลืองลดลง เนื่องจากช่วงออกดอก (flowering period) สั้นลง และดอกบางส่วนร่วง

การเพิ่มขึ้นของผลผลิตเมื่อมีการใช้วัสดุคลุมดินที่พบจากการทดลองที่นำเสนอครั้งนี้ เป็นไปได้ว่ามีสาเหตุมาจากการคลุมดิน ช่วยลดการสูญเสียความชื้นจากการระเหยน้ำบริเวณผิวดินในแปลงปลูกพืช นอกจากนี้ ฟางข้าวที่ใช้คลุมดินยังสามารถที่จะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเมื่อเกิดการสลายตัว ดังนั้นถั่วเหลืองที่มีการคลุมดินด้วยฟางจึงเจริญเติบโตในสภาพที่ดินมีความชื้นสูงกว่าการปลูกโดยไม่มีการคลุมดิน Sandhu *et al.*(1992) แสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุคลุมดิน สามารถเพิ่มปริมาณความชื้นของชั้นดินระหว่าง 33-88 มม. เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้วัสดุคลุมดิน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Prihar *et al.* (1981) ที่ว่าการใช้วัสดุคลุมดิน ช่วยเพิ่มความชื้นแก่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับ 3-4 ซม. จากผิวดิน Power (1978) แสดงให้เห็นว่า การคลุมดินด้วยอินทรีย์วัตถุ สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เมื่อวัสดุที่คลุมดินสลายตัว สำหรับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตถั่วเหลืองเมื่อใช้วัสดุคลุมดินที่พบจากการทดลองที่เสนอครั้งนี้ เป็นไปในแนวเดียวกับรายงานของสมชาย และคณะ (2541) Sandhu *et al.* (1992) ที่ทำการทดลองกับข้าวโพด และ Patra *et al.* (1993) ที่ทำการทดลองกับ Japanese mint

ผลการทดลองอาจจะแตกต่างไปจากการทดลองที่นำเสนอครั้งนี้ ถ้าพันธุ์ที่ใช้ ชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือสภาพแวดล้อม แตกต่างไปจากการทดลองครั้งนี้ เพราะถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์อาจมีความต้อง การน้ำและทนทานต่อการขาดน้ำแตกต่างกัน แม้ว่าในการทดลองครั้งนี้พบว่าถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ตอบสนองต่อการให้น้ำในแนวเดียวกัน Johnson and Smith (1975) รายงานว่า ดินแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเนื้อดิน ความหนาแน่น และความสม่ำเสมอของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วๆ ไป ดินร่วนจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ตามด้วยดินเหนียวและดินทราย ดังนั้นถ้าดินที่ใช้ปลูกเป็นดินที่เก็บน้ำ ไว้ให้พืชใช้ได้มาก และพันธุ์ที่ใช้สามารถปรับตัวได้ดีกับการขาดน้ำ ความถี่การให้น้ำที่เหมาะสมอาจแตกต่างไปจากการทดลองที่นำเสนอครั้งนี้

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า ในการปลูกถั่วเหลืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนดินชุดราชบุรี (clay soil) ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์อายุสั้น ปานกลาง หรือยาว ควรมีการให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. (ระยะเวลาที่ใช้มีค่าระหว่าง 8-14 วัน) ตลอดฤดูปลูก มีการให้น้ำ 5-8 ครั้ง รวมปริมาณน้ำที่ให้ตลอดฤดูปลูก 238-322 มม. หรือ 380-515 ลบ.ม./ไร่ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 120 มม. หรือให้น้ำครั้งเดียวเมื่อออกดอก แม้ว่าการกระทำดังกล่าวจะเป็นการประหยัดน้ำ 50-87% แต่ผลที่ตามมาคือผลผลิตลดลง 12-45% นอกจากนี้ ในการปลูกควรมีการใช้วัสดุคลุมดิน (ฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่) เพราะให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุคลุมดิน 10-18% นอกจากนี้ ควรใช้พันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยเฉพาะที่ ชัยนาท เพราะให้ผลผลิตสูงกว่า นครสวรรค์ 1 และ สจ.5 อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าปริมาณการให้น้ำจะมากกว่า นครสวรรค์ 1 ประมาณ 13-17%

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย ณ นคร 2526. ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช. *วารสารวิชาการเกษตร* 1(3) : 185-195.

วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และเทวา เมาลานนท์ 2538. อิทธิพลของอัตราปลูกและปริมาณการให้น้ำต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. *วารสารวิชาการเกษตร* 13 (1) : 64-71.

วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และสมชาย บุญประดับ 2540. การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อปริมาณการให้น้ำและการจัดระยะปลูก. *วารสารวิชาการเกษตร* 15(2) : 105-114.

สมชาย บุญประดับ วันชัย ถนอมทรัพย์ และมนตรี ชาตะศิริ 2541. การตอบสนองของพันธุ์ข้าวโพดไร่หลังข้าวต่อความถี่การให้น้ำและการคลุมดิน. *วารสารวิชาการเกษตร* 16 (1) : 59-68.

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 A.H.Kassam. 1979. *Yield response to water.* FAO irrigation and drainage paper. No.33. Rome : FAO.

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

Garside, A.L.; R.J. Lawn and D.E. Byth. 1992. Irrigation management of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in a semi-arid tropical environment. 1. Effect of irrigation frequency on growth, development and yield. *Aust. J. Agric. Res.*, 43: 1003-17.

Greb, B.W.; D.E. Smika and A.L.Black. 1970. Water conservation with stubble mulch fallow. *J.Soil Water Conserv.* 25: 58-62.

Johnson, G.G and R.C.G. Smith. 1975. Accuracy of soil water buggets based on a range of relationship for the influence of soul water availability on actual water use. *Aust. J.Agric. Res.* 26:871-883.

Mason, W.K.; G.A. Constable and R.C.G. Smith. 1980. Irrigation for crops in a sub-humid environment. 2. The water requirements of soybeans. *Irri. Sci* 2: 13-22.

Patra, D.D.; Muni Ram and D.V.Singh. 1993. Influence of straw mulching on fertilizer nitrogen use efficiency, moistrue conservation and hurb and essential oil in Japanese mint *(Mentha arvensis L.). Fert. Res.* 34: 135-139.

Power, J.F. 1978. Crop residues-not a waster. *Agric. Res.* 27: (2):11.

Prihar, S.S.; K.S. Sandhu; Y.Singh and R.Singh. 1981. Effect of nitrogen rate on dryland wheat in relation to mulching previous crop fallow. *Fert. Res.* 2:211-219.

Sandhu, K.S.; D.K.Bnbi; S.S. Prihar and S.Saggar. 1992. Dryland wheat yield dependence on rainfall, applied N and mulching in preceding maize. *Fer. Res.* 32: 229-237.

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.

Unger, P.W. 1978. Straw mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield. *Soi. Sci. Soc. Am. J.*42:486-491.