

อิทธิพลของอัตราปลูกและปริมาณการให้น้ำ ต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง

Effect of Planting Rate and Irrigation Amount on Yield and Water Use Efficiency of Soybean

วันชัย ธนอมทรัพย์⁽¹⁾ กนกพร เมลาณนท์⁽¹⁾ เทวา เมลาณนท์⁽²⁾
Wanchai Thanomsub⁽¹⁾ Kanokporn Maolanont⁽¹⁾ Thewa Maolanont⁽²⁾

ABSTRACT

Irrigation is an essential factor in improving yield and quality of soybean in the dry season. Effects of plant density and irrigation amount on yield and water use efficiency of soybean, CV. Nakhon Sawan 1, were examined during November 1993 to February 1994 at Chai Nat Field Crop Research Centre. A split plot design with 3 replicates was used. Three plant densities were main plots. Sub-plots comprised four irrigation levels based on the ratios of irrigation amount (IW) to cumulative evaporation (E) (i.e., 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9). Interactions between plant densities and irrigation levels in yield and yield components were not significant. Trends in seed yield favoured higher ratios of IW/E (up to 16%), although differences were not statistically different. Seed yields significantly increased with increasing plant densities up to the highest density (317 kg/rai at 20 plants/m² as compared to 395 kg/rai at 60 plants/m²). Higher ratios of IW/E produced a larger seed, whereas plant density had no effect. Water use efficiency (WUE) decreased from 3.63 kg/rai/mm at IW/E 0.3 to 1.36 at IW/E 0.9. High densities gave greater WUE (2.19 kg/rai/mm at 60 plants/m², compared to 1.76 at 20 plants/m²).

Keywords: soybean, evaporation, irrigation amount, yield components

บทคัดย่อ

การปลูกถั่วเหลืองในฤดูแล้งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการให้น้ำเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง การทดสอบผลของอัตราปลูกและปริมาณการให้น้ำ ต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2536 ถึงกุมภาพันธ์ 2537 ดำเนินการทดลองโดยปลูกถั่วเหลืองในอัตราต่างๆ 3 อัตรา แล้วให้น้ำตามสัดส่วนของค่าปริมาณน้ำที่ให้/ค่าการระเหยสะสม (irrigation

water/evaporation, IW/E) 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 โดยให้น้ำทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยสะสมจากภาควัดการระเหยมีค่า 60 มม. พบว่า ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอัตราปลูก และปริมาณการให้น้ำ ในด้านผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต การเพิ่มปริมาณน้ำจากสัดส่วน IW/E 0.3 จนถึง 0.9 ในแต่ละอัตราปลูก มีผลให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระหว่าง 13-16% (ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 330-380 กก./ไร่) เมื่อใช้อัตราปลูกสูงขึ้น ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มจาก 317 กก./ไร่ ที่อัตราปลูก 20 ต้น/

(1) ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000

Chai Nat Field Crops Research Centre, Chai Nat 17000

(2) สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 64120

Si Samrong Field Crops Experiment Station, Si Samrong district, Sukhothai 64120

ม.² เป็น 395 กก./ไร่ ที่อัตราปลูก 60 ต้น/ม.² อย่างไรก็ตาม การให้น้ำปริมาณสูงส่งผลให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น (น้ำหนัก 100 เมล็ด 29.1 กรัม ที่ IW/E 0.9 เปรียบเทียบกับ 26.3 กรัมที่ IW/E 0.3) ในขณะที่อัตราปลูกไม่มีผลต่อขนาดเมล็ด ประสิทธิภาพการใช้น้ำจะมีค่าลดลงเมื่อมีการให้น้ำเพิ่มขึ้นหรือปลูกในอัตราต่ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของผลผลิตถั่วเหลือง จะเพิ่มจาก 1.36 กก./ไร่/มม. เมื่อได้รับน้ำที่ค่า IW/E 0.9 เป็น 3.63 กก./ไร่/มม. เมื่อได้รับน้ำที่ค่า IW/E 0.3 และการปลูกในอัตรา 60 ต้น/ม.² ให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 2.19 กก./ไร่/มม. เปรียบเทียบกับ 1.76 กก./ไร่/มม. เมื่อปลูกในอัตรา 20 ต้น/ม.²

คำหลัก: ถั่วเหลือง ค่าการระเหย ปริมาณน้ำที่ให้ องค์ประกอบผลผลิต

คำนำ

การปลูกพืชไร่ในฤดูแล้งจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทาน การเติบโตของพืชเกี่ยวข้องโดยตรงกับการคายน้ำ (transpiration) ถ้าปริมาณน้ำที่พืชใช้ไม่ถูกจำกัด การคายน้ำและการเติบโตของพืชจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม เมื่อปริมาณน้ำถูกจำกัด การคายน้ำ และการเจริญเติบโตจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่พืชได้รับมากกว่า ปัจจัยสภาพภูมิอากาศ (Taylor 1960 และ Penman *et al.* 1969) ปริมาณการใช้น้ำของพืช (evapotranspiration) นอกเหนือจากขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่น แสง (Turner 1969) อุณหภูมิ (Barlow *et al.* 1977) แล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Doorenbos and Kassem 1979, Mtui *et al.* 1981) ชนิดของดิน (Johnson and Smith, 1975) นอกจากนี้ได้มีผู้ศึกษาถึงผลของระยะปลูกพืชและอัตราการปลูกพืชที่มีต่อปริมาณการใช้น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับข้าวโพด และข้าวฟ่าง เช่น Fairbourn *et al.* (1970), Olson (1971), Timmons *et al.* (1966) อย่างไรก็ตามงานเหล่านี้ได้ทำในต่างประเทศ ซึ่งสภาพแวดล้อม ชนิดของดินแตกต่างกันออกไป นอกจากรายงานดังกล่าว ยังมีความขัดแย้งกันบางประการ

เกี่ยวกับผลของอัตราปลูกต่อปริมาณการใช้น้ำ ได้มีผู้ทำการศึกษ้อัตราปลูกถั่วเหลืองบ้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือ เช่น จุญญ และคณะ (2532) อย่างไรก็ตาม รายงานเกี่ยวกับอัตราปลูกและปริมาณการใช้น้ำของถั่วเหลืองได้มีการศึกษากันน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคกลาง ซึ่งดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวมีการระบายน้ำต่ำนอกจากนี้สภาพภูมิอากาศก็แตกต่างจากสถานที่ที่กล่าวมา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราปลูก และปริมาณการให้น้ำต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองถูกดำเนินการในแปลง concrete block ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2536 ถึง มีนาคม 2537 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชนิด clay loam มี pH 5.7, O.M 3.15%, P 14 ppm, K 101 ppm

วางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 3 ซ้ำ main plots ประกอบด้วย การให้น้ำชลประทาน 4 ระดับ ซึ่งกำหนดปริมาณการให้น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่ให้ (irrigation water) ต่อปริมาณการระเหยจากภาควัดการระเหย (evaporation) มีค่าเท่ากับ 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 การให้น้ำแต่ละครั้งจะทำเมื่อค่าการระเหยสะสมจากภาควัดการระเหยแบบ US class A pan มีค่า 60 มม. ดังนั้นปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้งจะเท่ากับ 18, 30, 42 และ 54 มม. ตามลำดับ sub plots ได้แก่ อัตราการปลูกถั่วเหลืองจำนวน 3 อัตราคือ 20, 40 และ 60 ต้น/ม.² (32,000, 64,000 และ 96,000 ต้น/ไร่)

ก่อนปลูกทุกแปลงจะได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ แล้วปลูกถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 โดยใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระยะระหว่างหลุม 10 ซม. แล้วให้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับการงอกภายหลังถั่วเหลืองงอกประมาณ 7 วันถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1, 2 และ 3 ต้น ซึ่งอัตราดังกล่าวจะทำให้ได้อัตราปลูก 20, 40 และ 60 ต้น/ม.² ขนาดแปลงย่อย

3x6 ม. ระหว่าง sub plots จะมีคันดินกว้างประมาณ 100 ซม. และระหว่าง main plots จะมี concrete หนา 5 ซม. ผึงลึก 120 ซม. เพื่อป้องกันน้ำซึมถึงกัน

วังงอก กำหนดโดยการที่ใบเลี้ยงโผล่พ้นดิน และแผ่ขยายอย่างเห็นได้ชัด และกำหนดให้วันดังกล่าวเป็นวันเริ่มต้นกำหนดบันทึกค่าการระเหยน้ำ และเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. จะให้น้ำตามอัตราที่กำหนดไว้ใน main plots และจะหยุดให้น้ำเมื่อถั่วเหลืองฝักเริ่มแก่ และใบบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

ก่อนการให้น้ำแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างพืช โดยใช้พื้นที่เก็บ 0.25 ม.² (จำนวนต้นพืช 5, 10 และ 15 ต้น สำหรับความหนาแน่น 20, 40 และ 60 ต้น/ม.²) เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบสำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตจะใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 5 ม.² หลังจากนั้นจะสุ่มตัวอย่างพืช จำนวน 5, 10 และ 15 ต้น สำหรับความหนาแน่น 20, 40 และ 60 ต้น/ม.² เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนกิ่ง, ความสูง นน. แห้งของส่วนต่างๆ และจำนวนฝัก/ต้น สำหรับขนาดเมล็ด จะทำการสุ่มเก็บเมล็ดจำนวน 500 เมล็ด จากผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว

ในการวิเคราะห์พื้นที่ใบจะทำโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบชนิด automatic area meter model AAM 7 ของ Hayashi Denkon Co., Ltd.

สำหรับการคำนวณหาค่า leaf area index (LAI) ทำโดยใช้สูตร

$$LAI = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก}}$$

ปริมาณการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Irrigation Amounts and Water Use Efficiency)

ภายหลังจากถั่วเหลืองงอกแล้ว ทำการบันทึกปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งตลอดฤดูปลูกรวม ทั้งปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลาดังกล่าว โดยถือว่าการซึมลึกของน้ำลงสู่ส่วนล่างมีน้อยมาก สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency, WUE) คำนวณได้จาก

$$WUE = \text{น้ำหนักแห้งเมล็ด/ปริมาณน้ำที่พืชใช้}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูปลูก เป็นช่วงที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 24.9 °ซ. ในเดือนธันวาคม 2536 และสูงสุด 29.7 °ซ. ในเดือนกุมภาพันธ์ 2537 ค่าการระเหยน้ำเฉลี่ยต่อเดือน มีค่าระหว่าง 4.5-5.9 มม./วัน โดยค่าเฉลี่ยต่ำสุดจะพบในเดือนพฤศจิกายน และสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ค่าการระเหยสะสมจนถึง 60 มม. จะใช้เวลาระหว่าง 11-13 วัน ให้น้ำหลังงอกจนถึงเก็บเกี่ยว จำนวนครั้ง 5 ครั้ง เป็นปริมาณน้ำที่ให้ทั้งหมดเท่ากับ 90, 150, 210 และ 270 มม. สำหรับแปลงที่กำหนดให้อัตรา IW/E เท่ากับ 0.3, 0.5, 0.7, และ 0.9 ตามลำดับ ไม่มีฝนตกในระหว่างดำเนินการทดลอง ดังนั้น ปริมาณน้ำที่พืชใช้จึงเท่ากับปริมาณน้ำที่ให้ อายุของถั่วเหลืองจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว 83 วัน (ปลูก 18 พฤศจิกายน เก็บเกี่ยว 8 กุมภาพันธ์ ให้น้ำครั้งสุดท้ายเมื่อถั่วเหลืองอายุ 69 วัน และทุกแปลงเก็บเกี่ยวในวันเดียวกัน)

การตายของถั่วเหลืองภายหลังการถอนแยกจนถึงเก็บเกี่ยวเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นจำนวนประชากรในช่วงเก็บเกี่ยวจึงตรงหรือใกล้เคียงกับประชากรที่กำหนด

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI)

จากการคำนวณให้ถั่วเหลืองได้รับน้ำตามค่าสัดส่วน IW/E 0.3 ถึง 0.9 พบว่าผลกระทบต่อความแตกต่างของ LAI ในแต่ละระดับของ IW/E ค่อนข้างน้อย โดยการให้น้ำที่ IW/E 0.3 มีแนวโน้มว่าจะมีค่า LAI ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของการเจริญเติบโต นอกจากนี้้อัตราการลดลงของพื้นที่ใบในช่วงระหว่าง 56-69 วันหลังปลูกจะสูงกว่าการให้น้ำในอัตราอื่นๆ ในทางตรงกันข้ามการลดลงของ LAI ในแปลงที่มีการให้น้ำในปริมาณมาก (IW/E 0.9) ในช่วงเวลาดังกล่าวจะน้อยกว่าวิธีการอื่น (Fig.1A) ซึ่งผลที่ได้ครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ วันชัย และคณะ (2536a) ซึ่งพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลง LAI ของถั่วเหลืองในช่วงสร้างเมล็ดของแปลงที่ดินมีระดับความชื้นสูง มีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับแปลง

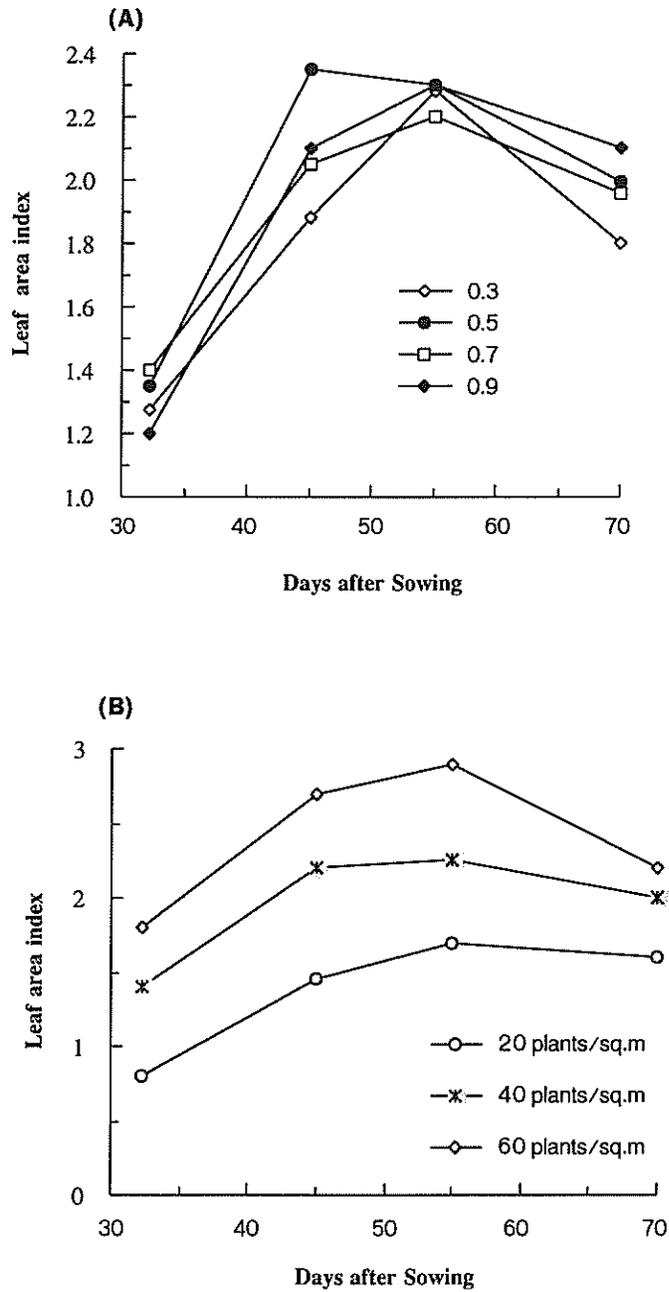


Fig. 1. Changes with time in leaf area index of irrigation levels averaged over all plant densities (A) and plant densities averaged over all irrigation levels (B) 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 indicate the values of the ratios of irrigation water to evaporation.

ของ LAI ของแปลงที่ดินมีความชื้นต่ำ

อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของ LAI ระหว่างการให้น้ำในอัตราต่างๆ ตลอดฤดูปลูกโดยทั่วไปจะมีค่าน้อย ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าการขาดน้ำของแปลงที่ได้รับน้ำน้อย (IW/E 0.3) เกิดขึ้นไม่รุนแรงจนเป็นผลกระทบต่อการขยายตัวของพื้นที่ใบมากนัก

จากรายงานของ Boyer (1970) พบว่าถ้าเหลือเมื่อค่า leaf water potential ลดลงเหลือ -4 บาร์ การขยายตัวของพื้นที่ใบจะถูกยับยั้ง นอกจากนี้ ผลการขาดน้ำต่อการขยายตัวของพื้นที่ใบยังถูกพบในถั่วเขียว (สมชายและคณะ 2536) และถั่วพุ่ม (Turk and Hall 1980)

Fig.1B แสดงให้เห็นว่า LAI จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอัตราปลูก โดยการปลูกในอัตรา 60 ต้น/ม.² จะมีค่า LAI สูงกว่าการปลูกในอัตราอื่นๆ ตลอดฤดูปลูกและการปลูกในอัตรา 20 ต้น/ม.² จะมีค่า LAI ต่ำสุด

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (Yield and Yield Components)

ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการให้น้ำกับอัตราปลูกในส่วนของผลผลิต และองค์ประกอบ

ผลผลิต ดังนั้น จึงนำมาเสนอเฉพาะค่าเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าว (Table 1) การเพิ่มปริมาณน้ำจาก IW/E 0.3 เป็น 0.5, 0.7 และ 0.9 มีแนวโน้มว่า ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ระหว่าง 13-16% แม้ว่าค่าดังกล่าวจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างของผลผลิตระหว่างปริมาณการให้น้ำ ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากความแตกต่างของขนาดเมล็ด (IW/E 0.3 ให้น้ำหนัก 100 เมล็ด 26.3 กรัมเปรียบเทียบกับ 29.07 กรัมของ IW/E 0.7) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนฝัก/ต้น มีน้อยมาก

ผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองเพิ่มจาก 317 กก./ไร่เมื่อปลูกในอัตรา 20 ต้น/ม.² เป็น 372 และ 395 กก./ไร่ เมื่อเพิ่มอัตราปลูกเป็น 40 และ 60 ต้น/ม.² ตามลำดับ ผลผลิตที่เพิ่มเป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ แม้ว่าการลดความหนาแน่นของอัตราปลูกจะมีผลให้ จำนวนฝัก/ต้น เพิ่มขึ้น (จำนวนฝัก/ต้น เพิ่มขึ้นจาก 11 ที่อัตราปลูก 60 ต้น/ม.² เป็น 21 ที่อัตรา 20 ต้น/ม.²) อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนฝัก/ต้น ที่ใช้อัตราปลูกต่ำ ไม่สามารถที่จะชดเชยได้เพียงพอกับจำนวนต้นที่น้อยกว่า ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงขนาดเมล็ดมีเพียงเล็กน้อย ดังนั้นใน

Table 1. Yield and 100 seed weight of soybean (cv. Nakhon Sawan 1) for irrigation levels averaged over plant densities and plant densities averaged over irrigation levels.

Irrigation/Density	Yield (kg/rai)	Pods/plant	100 seed weight (g)
Irrigation Amount (IW/E)			
0.3	327	14.3	26.29 c
0.5	373	17.3	27.56 bc
0.7	380	14.3	29.07 a
0.9	366	15.7	28.62 ab
CV(%)	12.2	13.8	5.1
Plant Density (plants/m ²)			
20	317 b	21.00 a	28.04
40	372 a	13.95 b	28.07
60	395 a	11.24 c	27.55
CV(%)	7.6	13.3	4.6

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

IW= Irrigation water

E = Cumulative pan evaporation

การทดลองครั้งนี้จำนวนต้นต่อพื้นที่จึงเป็นปัจจัยหลักของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเมื่อดำเนินการทดลองเกี่ยวกับอัตราปลูก

การเพิ่มของขนาดเมล็ด ในขณะที่จำนวนฝัก/ต้น ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำ ที่พบในการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ วันชัย และคณะ (2536a) ที่ทำการทดลองกับถั่วเหลือง และ วันชัย และคณะ (2536b) ที่ทำการศึกษาในถั่วเขียว

การตอบสนองในแนวเดียวกันของอัตราปลูกต่างๆ ต่อปริมาณการให้น้ำ อาจจะมีสาเหตุมาจากการใช้น้ำของอัตราปลูกต่างๆ ใกล้เคียงกัน โดยการคายน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้อัตราปลูกสูงถูกชดเชยโดยการระเหยน้ำจากผิวดินบริเวณปลูกพืชลดลง เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การคลุมดินของใบพืชมีมากกว่า (Fig. 1B) ในทางตรงกันข้ามการปลูกในอัตราต่ำ การคายน้ำจะน้อยกว่า แต่การระเหยน้ำจากผิวดินจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม งานที่นำเสนอในรายงานนี้ไม่สามารถที่จะชี้ให้เห็นว่าอัตราปลูกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการคายน้ำ และการระเหยน้ำจากผิวดินมากนักน้อยเพียงใด แต่จากการศึกษาของ Wallace (1991) พบว่าปริมาณน้ำที่เสียไปจากการระเหยน้ำจากผิวดินในแปลงข้าว millet มีค่าระหว่าง 30 ถึง 50% ของปริมาณน้ำที่พืชได้รับทั้งหมด Coleville (1968) แสดงให้เห็นว่า อัตราปลูกมีผลต่อการคายน้ำ และการระเหยน้ำจากผิวดินโดยการเพิ่มอัตราปลูกข้าวโพดจาก 3162 ต้น/ไร่ เป็น 7904 ต้น/ไร่ มีผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในทรงพุ่ม (plant canopy) เพิ่มขึ้นเป็นผลให้การระเหยน้ำจากผิวดินลดลง นอกจากนี้ Fairbourn *et al.* (1970) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพด โดยใช้อัตราปลูกแตกต่างกัน 4 อัตรา พบว่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละอัตราปลูก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Timmon *et al.* (1966) Downey *et al.* (1971) และ Tamlin (1971) ที่ทำการศึกษาในข้าวโพด และข้าวฟ่าง

การที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตเมื่อให้น้ำต่างกันในทุกอัตราปลูก อาจจะเป็นไปได้ว่าการให้น้ำในอัตรา IW/E 0.3

การขาดน้ำของถั่วเหลืองไม่รุนแรงต่อผลผลิตมากนัก ซึ่งชนิด และ ความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจมีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นดินชนิด clay loam มีค่า O.M. ค่อนข้างสูง (3.15%) ดังนั้นการเก็บความชื้นของดินจึงค่อนข้างดี เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีค่า O.M. ต่ำ Johnson and Smith (1975) พบว่าดินร่วนจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ตามด้วยดินเหนียวและดินทราย

สำหรับการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราปลูกสูง อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มพื้นที่ใบ ซึ่งผลที่ตามมาคือค่า leaf area duration สูงขึ้น จากงานทดลองของ Montajos and Magalhaes (1971), Wien *et al.* (1973) และ Aguilar-M *et al.* (1977) แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่าง leaf area duration และผลผลิต เป็นไปในทางบวก

ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE)

ปริมาณน้ำที่พืชได้รับทั้งหมดหลังออกจนถึงเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไประหว่าง 90-270 มม. WUE ของผลผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปกับปริมาณน้ำที่ได้รับ และอัตราปลูกโดย WUE จะลดลงจาก 3.63 กก./ไร่/มม. เมื่อได้รับน้ำ 90 มม. (IW/E 0.3) เป็น 2.49, 1.81 และ 1.39 เมื่อได้รับน้ำในอัตรา IW/E 0.5, 0.7 และ 0.9 ตามลำดับ ในทางตรงข้าม เมื่อมีการเพิ่มอัตราปลูกจะมีผลให้ WUE เพิ่มขึ้นโดย WUE จะเพิ่มจาก 1.76 กก./ไร่/มม. เมื่อใช้อัตราปลูก 20 ต้น/ม.² เป็น 2.07 และ 2.19 กก./ไร่/มม. เมื่อเพิ่มอัตราปลูกเป็น 40 และ 60 ต้น/ม.² การเพิ่มขึ้นของ WUE เมื่อเพิ่มอัตราปลูก ที่พบจากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Timmons *et al.* (1966) ในข้าวโพด และ Olson (1971) ในข้าวฟ่าง ในขณะที่การลดลงของ WUE เมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำที่พบในการทดลองครั้งนี้เป็นไปในแนวเดียวกับถั่วเขียวผิวดำ ที่เสนอโดย สมชาย และคณะ (2536)

ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 ควรปลูกในอัตรา 60 ต้น/ม.² ถ้ามีปริมาณน้ำจำกัดให้น้ำหลังจากงอกจนถึง

เก็บเกี่ยวเพียง 90 มม. ก็เพียงพอ โดยผลผลิตจะไม่ลดลงมากนัก แต่ถ้ามีปริมาณน้ำไม่จำกัด การให้น้ำในปริมาณ 210 มม. อาจทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น เพราะผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำในปริมาณดังกล่าว ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำในปริมาณ 90 มม. ถึง 16% อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองอาจจะแตกต่างไปจากนี้ ถ้าสภาพแวดล้อม เช่น ชนิด และ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพอากาศ หรือ พันธุ์ที่ใช้เปลี่ยนแปลงไป

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของอัตราปลูกและปริมาณการให้น้ำต่อถั่วเหลือง พันธุ์นครสวรรค์ 1 พบว่า การตอบสนองของอัตราปลูกทางด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตต่อปริมาณการให้น้ำเป็นไปในทางเดียวกัน การให้น้ำที่อัตราส่วนของปริมาณการให้น้ำต่อค่าการระเหย (irrigation water/evaporation, IW/E) ที่ 0.3

ให้ผลผลิตเฉลี่ย 327 กก./ไร่ และผลผลิตเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น 14, 16 และ 13% เมื่อให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.5, 0.7 และ 0.9 ตามลำดับ การเพิ่มอัตราปลูกจาก 20 ต้น/ม.² เป็น 40 และ 60 ต้น/ม.² ผลผลิตจะเพิ่มจาก 317 เป็น 372 และ 395 กก./ไร่ ตามลำดับ

ขนาดเมล็ดเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดความแตกต่างของผลผลิต ระหว่างปริมาณการให้น้ำ ในขณะที่จำนวนต้นต่อพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความแตกต่างระหว่างอัตราปลูก เนื่องจากจำนวนฝัก/ต้น ที่เพิ่มขึ้นเมื่อลดอัตราปลูก ไม่สามารถที่จะชดเชยได้เพียงพอกับจำนวนต้นที่ลดลง

การให้น้ำในอัตรา IW/E 0.3 จะได้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 3.63 กก./ไร่/มม. เปรียบเทียบกับ 1.36 กก./ไร่/มม. เมื่อเพิ่มอัตรา IW/E เป็น 0.9 การปลูกในอัตรา 60 ต้น/ม.² ให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 2.19 กก./ไร่/มม. ในขณะที่การปลูกในอัตรา 20 ต้น/ม.² มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ 1.76 กก./ไร่/มม.

เอกสารอ้างอิง

- จัญญ อารีย์ มาลี พึ่งเจริญ แดน พูแสง และอลงกรณ์ กรณ์ทอง 2532. ศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองรับประทาน ผักสด ในฤดูฝนและฤดูแล้ง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2532 ถั่วเหลือง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ เทวา เมลาสนนท์ กนกพร เมลาสนนท์ และนิรัตน์ วานิชวัฒนารักษ์ 2536a การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกภายใต้สภาพระดับน้ำใต้ดินและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน. รายงานผลการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ประจำปี 2536.
- วันชัย ถนอมทรัพย์ เทวา เมลาสนนท์ กนกพร เมลาสนนท์ และนิรัตน์ วานิชวัฒนารักษ์ 2536b อิทธิพลของระดับน้ำใต้ดินและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. รายงานผลการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ประจำปี 2536.
- สมชาย บุญประดับ เทวา เมลาสนนท์ และวันชัย ถนอมทรัพย์ 2536 ผลกระทบของการให้น้ำต่างระดับต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วเขียวฝักดำพันธุ์ต่างๆ. รายงานผลงานวิจัยปรับปรุงการผลิตถั่วเขียวฝักดำ สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก กรมวิชาการเกษตร.
- Aguilar-M., I. Fisher, R.A. and Joshue Kohashi, S. 1977. Effects of plant density and thinning on high-yielding dry beans (*Phaseolus vulgaris*) in Mexico. *Expl Agric.*, 13:325-335.
- Barlow, E.M.R., Boersma, L. and Young, J.L. 1977. Photosynthesis, transpiration and leaf enlargement in corn seedling at sub-optimum temperature. *Agron. J.* : 95-99.
- Boyer, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rate in corn, soybean and sunflower at various leaf water potential. *Plant Physio.* 46:233-235.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. *Irrigation and drainage. Paper No. 24.* Rome FAO.
- Downey, L.A. 1971. Water use by maize at three plant densities. *Expl Agric.*, 7:161-169.
- Coleville, W.L. 1968. Influence of plant spacing and population on aspects of the microclimate within corn ecosystems. *Agron. J.* 60:65-67.
- Fairbourn, M.L., Kemper, W.D. and Gardner, H.R. 1970.

- Effects of row spacing on evapotranspiration and yields of corn in a semiarid environment. *Agron. J.*, 62: 795-797.
- Johnson, G.G. and Smith, J. 1975. Accuracy of soil water budgets based on a range of relationships for the influence of soil water availability on actual water use. *Aust. J. Agric.Res.*, 26:871-873.
- Montojos, J.C. and Magahaes, A.C. 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.
- Mtui, T.A., Kanemasu, E.T. and Wassan, C. 1981. Canopy temperatures, water use efficiency of corn genotypes. *Agron. J.*, 73:639-643.
- Olson, T.C. 1971. Yield and water use by populations of dryland corn, grain sorghum and forage sorghum in the western corn belt, *Agron. J.*, 63:104-106.
- Penman, H.L., Angu, D.E. and van Bavel, C.H.M. 1969. Microclimate factors affecting evaporation and transpiration. Ch. 26. In *Irrigation of Agricultural Lands*. Amer. Soci. Agron. Monogr. No. 11, Madison, Wis.
- Tamlin, C.O. 1971. Yield and water use by different populations of dryland corn, grain sorghum and forage sorghum in the western corn belt. *Agron. J.* 63: 104-106.
- Taylor, S.A. 1960. Principle of dry land crop management in arid and semiarid zones. In *Plant-water relationships in arid and semiarid conditions*. UNESCO.
- Timmons, D.R., Holt, R.F. and Moraghan, J.T. 1966. Effect of corn population and water-use efficiency in north-west corn belt. *Agron. J.*, 58: 429-432.
- Turk, K.J. and Hall, A.E. 1980. Drought adaptation of cowpea III. Influence of drought on plant density and relations with seed yield. *Agron. J.*, 72:428-433.
- Turner, N.C. 1969. Stomatal resistance to transpiration in three contraction canopies. *Crop Sci.*, 9:303-307.
- Wallace, J.S. 1991. The measurement and modelling of evaporation from semiarid land. In M.V.K. Sivakumar, J.S. Wallace, C. Renard and C. Giroux (Eds.), *Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone*. Proc. Niamey Workshop, February 1991, IAHS Publ. no.199. pp. 131-148.
- Wien, H.C., Sandsted, R.F. and Wallace, D.H. (1973). The influence of flower removal on growth and seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98 (1): 45-49.