

# การตอบสนองของข้าวโพดคั่วต่อปริมาณการให้น้ำ และอัตราปลูก

## Responses of Popcorn to Irrigation Amount and Plant Density

วันชัย ถนอมทรัพย์<sup>1</sup> สมชาย บุญประดับ<sup>2</sup> อาณัติ วัฒนสิทธิ์<sup>1</sup>

สุมนา งามผ่องใส<sup>1</sup> มนต์รี ชატะศิริ<sup>1</sup>

Wanchai Thanomsub<sup>1</sup> Somchai Boonpradub<sup>2</sup> Anat Watanasit<sup>1</sup>

Sumana Ngamphongsai<sup>1</sup> Montri Chatasiri<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Water availability and planting method are major factors related to crop growth and yield, when other factors such as fertility, diseases etc., do not limit growth and yield. The experiment was conducted to examine the responses of a pop corn to irrigation rate and plant density on a clay soil (Ratchaburi series) at Chai Nat Field Crop Research Centre in the 1997/98 growing season. Irrigation applied throughout the season for IW/E (ratio of irrigation water to evaporation) 0.3 to 0.9 was from 105 to 315 mm. There were no interactions in growth and yield between irrigation levels and plant densities. Leaf area index, leaf area duration and crop growth rate significantly increased with increasing irrigation amounts from IW/E 0.3 to 0.9 and plant densities from 8,533 and 12,804 plants/rai. Similarly, a significant grain yield reduction (11 to 46%) was associated with reducing irrigation levels from IW/E 0.9 to 0.3. Increases in grain yield of 11 and 22%, resulted from increasing plant densities from 8,533 to 10,667 to 12,804 plants/rai, respectively. Number of ears harvested, ear weight and grain weight were major yield components determining yield differences among irrigation levels. Higher yields of the higher planting densities were mainly due to higher numbers of ears harvested and ear weight, although grain weight reduced with increasing plant densities. Water use efficiency significantly increased with reducing irrigation levels and increasing plant densities.

**Key words :** pop corn, irrigation rate, plant density.

### บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดคั่ว เกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ได้รับและวิธีการปลูก ถ้า ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โรคและแมลงไม่เป็นตัวจำกัด ได้ ดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบการตอบสนองข้าวโพด คั่วต่อปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก บนดินชุดราชบุรี ที่มี

texture ชนิด clay พบว่า ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก ในส่วนของการเจริญ เติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และประสิทธิภาพ การใช้น้ำ ตลอดฤดูปลูกมีการให้น้ำ 7 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 11-14 วัน ปริมาณน้ำที่ให้ทั้งหมด 105-315 มม. สำหรับการให้น้ำที่ IW/E (ปริมาณน้ำที่ให้/ค่าการระเหย) 0.3 ถึง 0.9 leaf area index, leaf area duration, crop

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000

<sup>1</sup> Chai Nat Field Crops Research Centre, Chai Nat 17000

<sup>2</sup> สถานีทดลองพืชไร่พิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130

<sup>2</sup> Phitsanulok Field Crops Experiment Station, Amphoe Wangthong, Phitsanulok 65130

growth rate และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำจาก IW/E 0.3 ถึง 0.9 และเมื่อเพิ่มขึ้นอัตราปลูกจาก 8,533 ถึง 12,804 ต้น/ไร่ ความสูงต้นและฝักลดลง เมื่อลดปริมาณการให้น้ำจาก IW/E 0.9 ถึง 0.3 ขณะที่ อัตราปลูกไม่มีผลทางสถิติต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงต้นและฝัก

การให้น้ำที่ IW/E 0.9 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 694 กก./ไร่ แต่เมื่อลดปริมาณการให้น้ำเป็น IW/E 0.7, 0.5 และ 0.3 ผลผลิตลดลง 11, 21 และ 46% ตามลำดับ ซึ่ง การลดลงของผลผลิตเป็นผลมาจาก จำนวนฝักและ น้ำหนักฝักต่อพื้นที่ และขนาดเมล็ด ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การใช้อัตราปลูกที่ 8,533 ต้น/ไร่ ให้ผลผลิต 503 กก./ไร่ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปลูกเป็น 10,667 และ 12,804 ต้น/ไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้น 11 และ 22% ตามลำดับ โดยการเพิ่มขึ้นของผลผลิต เป็นผลมาจาก การเพิ่มจำนวนฝักและ น้ำหนักฝักต่อพื้นที่ แม้ว่าการปลูกที่ความหนาแน่นสูง จะมีผลให้ขนาดเมล็ดลดลง ประสิทธิภาพ การใช้น้ำของ ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อลดปริมาณการให้น้ำ จาก IW/E 0.9 ถึง 0.3 และเมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 ถึง 12,804 ต้น/ไร่ อย่างไรก็ตาม การให้น้ำที่ IW/E 0.9 และ 0.7 ให้ค่า WUE ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คำหลัก : ข้าวโพดคั่ว อัตราการให้น้ำ อัตราปลูก

## คำนำ

การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดคั่วสามารถทำได้โดย เพิ่มปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก สำหรับปริมาณ การให้น้ำที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย ซึ่ง Doorenbos and Pruitt (1977) และ Slater and Goode (1967) รายงานว่า ความต้องการน้ำของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นตามอายุ และถึงจุดสูงสุดในช่วงระยะออกดอกและ ระยะน้ำนม Howell *et al.* (1998) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณ การใช้น้ำของข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ใบและความสูง เพิ่มขึ้น การขาดน้ำในระยะออกใหม่จะมีผลกระทบต่อ ผลผลิตมากที่สุด ตามด้วยระยะสร้างฝักอ่อนและระยะ vegetative (Classen and Show, 1970b และ Doorenbos and Kassam, 1979) อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดแต่ละพันธุ์ มีความต้องการน้ำและความทนทานต่อการขาดน้ำแตกต่างกัน (Lorens *et al.*, 1987 และ Howell *et al.*, 1998)

Fairbourn *et al.* (1970) และ Timmons *et al.* (1966) รายงานว่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพด ไม่แตกต่างกันในแต่ละอัตราปลูก ขณะที่ Olson (1971) และ Downey (1971) พบว่าการปลูกในอัตราต่ำมี แนวโน้มว่าปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าการปลูกในอัตราสูง Cox (1996) แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 7,200 เป็น 14,400 ต้น/ไร่ LAI และผลผลิตเพิ่มขึ้น 40 และ 15% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tollenaar *et al.* (1992) และ Timmons *et al.* (1966) อย่างไรก็ตาม Cox (1966) และ Tollenaar and Aguilera (1992) พบว่าไม่มี interaction ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด และอัตราปลูก ซึ่ง แตกต่างจากรายงานของ Nafziger (1994)

การนำข้อมูลด้านการให้น้ำและอัตราปลูกที่ได้รับ จากงานวิจัยที่ผ่านมา มาใช้กับข้าวโพดที่ต่างชนิด และพันธุ์ และปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันอาจไม่ เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีรายงานที่ขัดแย้งกันระหว่าง การตอบสนองของพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราปลูก และปริมาณ การใช้น้ำ นอกจากนี้ยังไม่มีรายงานการตอบสนองของ ข้าวโพดคั่วต่อปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก ในสภาพ แวดล้อมเขตชลประทานภาคกลาง ดังนั้นการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจสอบการตอบสนองของ ข้าวโพดคั่วต่อปริมาณการให้น้ำและอัตราปลูก บนดินชุด ราชบุรี (clay soil)

## อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทในฤดู แล้งปี 2540/41 โดยเริ่มปลูกข้าวโพดคั่วที่มีลักษณะ เมล็ดกลม (CNPC 1) ซึ่งได้รับเมล็ดพันธุ์มาจากศูนย์ วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2540 และการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย วันที่ 3 มีนาคม 2541 หรือ 106 วันหลังปลูก ดินที่ใช้ปลูกเป็นดินชุดราชบุรี (clay soil) มีค่า pH 6.37, OM. 2.52%, P 30.3 ppm, K 141.5 ppm ความชื้นดินที่จุด field capacity และ permanent wilting point มีค่า 23.62% และ 17.32% ตามลำดับ ใน การทดลองครั้งนี้ใช้ค่าการระเหยจากภาควัดการระเหย ชนิด US. Class A pan ที่รวบรวมจากสถานีตรวจ อากาศเกษตรชัยนาท ที่อยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 1 กม. เป็นตัวกำหนดระยะเวลาและอัตราการให้น้ำ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot design จำนวน 3 ซ้ำ main plots ได้แก่ปริมาณการให้น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่ให้ต่อค่าการระเหย 4 อัตรา คือ IW/E (Irrigation Water/Evaporation) 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 โดยจะให้น้ำทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยจากภาควัดการระเหยสะสมครบ 50 มม. ดังนั้นปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้งเท่ากับ 15, 25, 35 และ 45 มม. สำหรับ IW/W 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 ตามลำดับ

sub-plots ได้แก่อัตราปลูก 3 อัตรา คือ 8,533, 10,667 และ 12,800 ต้น/ไร่ ปลูกจัดระยะปลูกแบบ square ซึ่งรายละเอียดระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถว

ขนาดแปลงย่อย และพื้นที่เก็บเกี่ยวแสดงไว้ใน Table 1 และเพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำ ระหว่าง sub-plots จะมีคันดินกว้างประมาณ 150 ซม. และระหว่าง main plots มี concrete หนา 5 ซม. ผึ่งลึก 120 ซม.

ก่อนปลูกทุกแปลงปลูกจะได้รับปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กก./ไร่ หว่านแล้วไถกลบ ภายหลังงอกประมาณ 7 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม เมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 36 วัน จะใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ โดยวิธีโรยข้างแถวแล้วพูนโคนกลบ แล้วให้น้ำตามที่กำหนดไว้ใน main plots

Table 1 Details of irrigation amounts x plant density experiment

Density (pls/rai)	Seed Spacing (cm)	Sub-plot (cm)	No of Rows	Final Harvest area (cm)
8,533	43.3x43.3	433.0x519.6	10	346.4x303.1
10,667	38.7x38.7	425.7x503.5	11	348.6x309.8
12,804	35.4x35.4	424.2x494.9	12	353.5x318.2

หลังปลูกทุกวิธีการจะได้น้ำอย่างเพียงพอสำหรับความงอก (ประมาณ 40 มม.) หลังจากนั้นจะเริ่มบันทึกค่าการระเหยน้ำจากภาควัดการระเหย และเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 50 มม. จะทำการให้น้ำโดยคำนวณปริมาณน้ำที่ให้ตามอัตราที่กำหนดไว้ การให้น้ำทำโดยปล่อยน้ำจากถังบรรจุน้ำผ่านทางสายยาง พยายามให้แต่ละพื้นที่ของแปลงได้น้ำอย่างสม่ำเสมอ

ระหว่างดำเนินการทดลองมีการบันทึกระยะเวลาที่ใช้จากงอกจนถึงระยะ VT (ระยะออกช่อดอกเกสรตัวผู้ - tasseling) (กำหนดเมื่อ 50% ของต้นข้าวโพดในแต่ละแปลงย่อยมีก้านสุดท้ายของช่อดอกตัวผู้ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน) และ R1 (ระยะออกไหม - silking) (กำหนดเมื่อ 50% ของต้นข้าวโพดในแต่ละแปลงย่อยมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก) ซึ่งระยะดังกล่าวกำหนดตามข้อเสนอของ Ritchie and Hanway (1984)

เก็บตัวอย่างพืช 2 ครั้ง ที่ระยะ 30 และ 50 วัน หลังงอก (ข้าวโพดตัวผู้ใช้ระยะเวลาจากปลูกถึงงอก 5 วัน) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งทั้งหมดส่วนเหนือดิน และอัตราคาร์บอน ในการเก็บตัวอย่างทุกครั้งจะสุ่มเก็บ โดยใช้จำนวนต้นเก็บเกี่ยว 3,4 และ 5 ต้น สำหรับการปลูกที่อัตรา 8,533, 10,667 และ 12,804

ต้น/ไร่ ตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้ข้าวโพดตัวผู้ตายน้อยมาก ดังนั้นจำนวนต้นเก็บเกี่ยวจึงเป็นไปตามเป้าหมาย หรือใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในทุกอัตราปลูก

สำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมีการบันทึก ความสูงต้น ความสูงฝัก น้ำหนักแห้งทั้งหมด จำนวนฝัก น้ำหนักฝัก และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อพื้นที่ และน้ำหนัก 100 เมล็ด ในส่วนของการบันทึกความสูงต้นและฝัก ทำโดยการสุ่มวัดจากต้นข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวจำนวน 10 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ จนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงแล้วมาคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อพื้นที่ สำหรับความสูงต้นในการทดลองครั้งนี้ กำหนดโดยวัดความสูงจากโคนต้นถึงโคนกาบใบของใบธง และความสูงฝักจะวัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด สำหรับน้ำหนักเมล็ดแห้งและน้ำหนัก 100 เมล็ด จะปรับเป็นน้ำหนักที่ระดับความชื้น 15% ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร

$$G = (100-M) \times E \times \% \text{ กะเทาะ}$$

โดย  $G =$  น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15%

$E =$  น้ำหนักฝักต่อแปลงย่อย

$M =$  ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์พื้นที่ใบที่ทำโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบชนิด Automatic Area Meter Model AAM 7 ของ Hayashi Denkon Co., LTD. หลังจากนั้นนำส่วนต่างๆ ของพืชมาอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 72 ชม. แล้วนำมาหา น้ำหนักแห้งทั้งหมด , leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), crop growth rate (CGR) และ Net assimilation rate (NAR)

การคำนวณหาค่า leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), crop growth rate (CGR) และ net assimilation rate (NAR) ทำโดยใช้วิธีการที่เสนอโดย Hunt (1978) ได้แก่

$$LAI = AL/AG \text{ เมื่อ}$$

$$AL = \text{พื้นที่ใบทั้งหมด (total leaf area)}$$

$$AG = \text{พื้นที่ดิน (ground area which supports AL)}$$

$$LAD = (LAI_1 + LAI_2) (T_2 - T_1)/2 \text{ เมื่อ}$$

$$LAI_1 \text{ และ } LAI_2 = \text{พื้นที่ใบของการวัดครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ}$$

$$T_1 \text{ และ } T_2 = \text{ระยะเวลาในการวัดพื้นที่ใบครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ}$$

$$CGR = 1 \times \frac{(w_2 - w_1)}{(T_2 - T_1)} \text{ เมื่อ}$$

$$AG (T_2 - T_1)$$

$$W_1 \text{ และ } W_2 = \text{น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา}$$

$$T_1 \text{ และ } T_2 \text{ ตามลำดับ}$$

$$NAR = CGR \times (\ln LAI_2 - \ln LAI_1) / (LAI_2 - LAI_1) \text{ เมื่อ}$$

$$\ln LAI_1 \text{ และ } \ln LAI_2 = \text{natural logarithm}$$

ของ LAI 1 และ LAI 2 ตามลำดับ

สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Irrigation amounts and water use efficiency, WUE)

คำนวณได้จากสูตร

$$WUE = \text{น้ำหนักแห้งเมล็ด/ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ.....กก./ไร่/มม.}$$

## ผลการทดลอง

### สภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยชนิด US. class A pan ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541 รวบรวมไว้ใน Table 2 อุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 32.5–34.9 °C และต่ำสุดอยู่ระหว่าง 20.7–23.2 °C ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่า 27.1–29.1 °C ในช่วง 3 เดือนแรกของการเจริญเติบโต อุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก (27.9–27.1 °C) แต่ในเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิจะสูงขึ้นเป็น 29.1 °C

ความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 66–74% โดยเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงสุด ขณะที่เดือนอื่นๆ มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน การระเหยน้ำมีค่า 3.8–5.2 มม./วัน เดือนกุมภาพันธ์ มีค่าการระเหยสูงสุด ขณะที่เดือนอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน (3.8–4.0 มม./วัน) ระหว่างดำเนินการทดลองไม่มีฝนตก ดังนั้นปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับจึงเป็นปริมาณน้ำที่ได้จากการให้น้ำเพียงอย่างเดียว

**Table 2** Maximum, minimum and mean temperatures, mean relative humidity (R.H.) and mean daily evaporation from U.S. Class A pan between November 1997 and March 1998 at Chai Nat Field Crops Research Centre.

Month	Temperature (C)			R.H.(%)	Evaporation (mm)	
	Maximum	Minimum	Mean		Mean	daily
November	32.5	22.6	27.6	74	3.8	114.0
December	33.1	21.1	27.1	66	4.0	124.0
January	33.8	20.7	27.3	67	3.8	117.8
February	34.9	23.2	29.1	67	5.2	145.6

ปริมาณการให้น้ำ และระยะเวลาที่ใช้สำหรับระยะออกดอกตัวผู้ (tasselling, VT) และออกไหม (silking, R1)

วันให้น้ำ ปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งและตลอดฤดูปลูก ของ IW/E 0.3–0.9 แสดงไว้ใน Table 3 และระยะเวลาที่ใช้จากปลูกจนถึงระยะออกดอกตัวผู้และออกไหมรวบรวมไว้ใน Table 4

ตลอดฤดูปลูกมีการให้น้ำ 7 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 11-14 วัน (ค่าการระเหยสะสมครบ 50 มม.) ปริมาณน้ำที่พืชได้รับมีค่า 105-315 มม. (ซึ่งปริมาณดังกล่าวไม่รวมปริมาณน้ำที่ให้ทันทีหลังปลูก ประมาณ 40 มม. เพื่อให้พืชงอกสม่ำเสมอ) โดยการให้น้ำครั้งแรกทำเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2540 หรือ 13 วัน หลังปลูก และครั้งสุดท้ายทำเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2540 หรือที่อายุ 88 วัน ทุกวิธีการเก็บเกี่ยว 3 มีนาคม 2540 หรือ 106 วันหลังปลูก

ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำและอัตราปลูก ปริมาณน้ำที่พืชได้รับมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระยะ VT และ R1 โดย IW/E 0.9 และ 0.7 ใช้ระยะเวลาจากปลูกถึงระยะ VT และ R1 ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อลดการให้น้ำจาก IW/E 0.7 เป็น 0.5 และ 0.3 ระยะเวลาสำหรับระยะ VT เพิ่มขึ้น 2 และ 4 วัน ตามลำดับ และระยะ R1 เพิ่มขึ้น 3 และ 7 วัน ตามลำดับ การเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 เป็น 10,667 และ 12,804 ต้น/ไร่ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะ VT และ R1

**Table 3** Irrigation date and amount for 4 irrigation rates for pop corn sown at 3 plant densities at Chai Nat Field Crops Research Center in 1997/98.

Irri. No.	Irri. date	Irrigation Rate (IW/E)				Mean
		0.3	0.5	0.7	0.9	
1	30/11/40	15	25	35	45	30
2	11/12/97	15	25	35	45	30
3	24/12/97	15	25	35	45	30
4	7/1/98	15	25	35	45	30
5	21/1/98	15	25	35	45	30
6	2/2/98	15	25	35	45	30
7	13/2/98	15	25	35	45	30
<b>Total amount (mm)</b>		<b>105</b>	<b>175</b>	<b>245</b>	<b>315</b>	<b>210</b>

IW/E indicate the ratio of irrigation water to evaporation

**Table 4** Effect of irrigation amount and plant density on time taken from planting to 50% tasselling (VT) and 50% silking (R1) of a pop corn sown at Chai Nat Field Crop Research Center in 1997/98.

Irri. rate & plant density	Days from planting to	
	VT	R1
Irri. Rate		
IW/E 0.3	49.0 a	58.0 a
IW/E 0.5	47.0 b	54.0 b
IW/E 0.7	45.0 c	51.0 c
IW/E 0.9	45.0 c	50.7 c
CV (%)	3.8	5.2
Density (pls/rai)		
8,533	46.5 a	53.5 a
10,667	46.6a	53.3 a
12,804	46.5 a	53.5 a
CV.(%)	3.7	4.8

IW/E indicate the ratio of irrigation amount to evaporation.

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

Leaf area index (LAI) , น้ำหนักแห้งทั้งหมด (TDM), Crop growth rate (CGR), Net assimilation rate (NAR) และ Leaf area duration (LAD)

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชที่อายุ 30 และ 50 วันหลังจากงอก (ระยะเวลาจากปลูกถึงงอก 5 วัน) พบว่าไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการให้น้ำและ

อัตราปลูก ในส่วนของ LAI, TDM, CGR, NAR และ LAD และปัจจัยทั้งสองมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าว (Table 5)

**Table 5** Effect of irrigation amount and plant density on leaf area index (LAI), total dry matter (TDM) at 30 and 50 days after emergence (DAE), crop growth rate (CGR) between 1–30 and 30–50 DAE, net assimilation rate (NAR) and leaf are duration (LAD) between 30–50 DAE of pop corn.

Irrigation & Density	LAI 30	TDM 30	CGR	LAI 50	TDM 50	CGR	NAR	LAD
		(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> /day)		(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> /day)	(g/m <sup>2</sup> /day)	(day)
IW/E								
0.3	0.89 c	56 c	1.87 c	1.89 d	276 d	11.01 d	8.36 b	27.8 d
0.5	1.17 b	82 b	2.72 b	2.38 c	402 c	16.02 c	9.44 a	35.5 c
0.7	1.69 a	120 a	4.00 a	2.91 b	537 b	20.83 b	9.33 a	46.0 b
0.9	1.73 a	124 a	4.12 a	3.48 a	619 a	24.76 a	9.94 a	52.1 a
CV.(%)	8.1	6.2	6.3	8.7	6.0	8.4	7.9	5.6
Density (pls/rai)								
8,533	1.21 c	84.8 c	2.83 c	2.36 c	416 c	16.56 c	9.49 a	35.7 c
10,667	1.37 b	95.4 b	3.18 b	2.59 b	457 b	18.10 b	9.34 a	39.6 b
12,804	1.52 a	105.9 a	3.53 a	3.05 a	502 a	19.81 a	8.98 a	45.7 a
CV (%)	7.6	7.1	7.1	5.4	4.4	6.0	8.2	4.6

IW/E indicate the ratio of irrigation amount to evaportaion.

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

ที่อายุ 30 วันหลังงอก ปริมาณการให้น้ำ IW/E 0.9 และ 0.7 ให้ค่า LAI TDM และ CGR ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อลดการให้น้ำจาก IW/E 0.9 เป็น 0.3 ค่า LAI ลดลงจาก 1.73 เป็น 0.89 ค่า TDM จาก 124 เป็น 56 กรัม/ตารางเมตร และ CGR 1–30 วัน จาก 4.12 เป็น 1.87 กรัม/ตารางเมตร/วัน หรือลดลง 49, 55 และ 55% ตามลำดับ และที่อายุ 50 วัน IW/E 0.9 ให้ค่า LAI, TDM, CGR และ LAD ช่วง 30–50 วัน สูงสุด ตามด้วย IW/E 0.7, 0.5 และ 0.3 ตามลำดับ โดยเมื่อลดการให้น้ำจาก IW/E 0.9 เป็น 0.3 ค่า LAI ลดลงจาก 3.48 เป็น 1.89 TDM จาก 619 เป็น 276 กรัม/ตารางเมตร CGR 30–50 จาก 24.76 เป็น 11.01 กรัม/ตารางเมตร/วัน และ LAD 30–50 จาก 52.1 เป็น 27.8 วัน สำหรับการให้น้ำที่ IW/E 0.9, 0.7 และ 0.5 ให้ค่า NAR ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อลดการให้น้ำเป็น IW/E 0.3 ค่า NAR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อลดอัตราปลูกจาก 12,804 ต้น/ไร่ เป็น 10,667 และ 8,533 ต้น/ไร่ มีผลให้ LAI ที่ 30 วัน ลดลงจาก 1.52 เป็น 1.37 และ 1.21 ลดลง 10 และ 20% ตามลำดับ และ LAI ที่ 50 วัน ลดลงจาก 3.05 เป็น 2.59 และ 2.36 ลดลง 15 และ 23% ตามลำดับ ส่วน TDM ที่ 30 และ 50 วัน CGR ช่วง 1–30 และ 30–50 วัน และ LAD ช่วง 30–50 ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงอัตราปลูกไม่มีผลต่อ NAR

**ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้งทั้งหมด**

ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำและอัตราปลูก อัตราการให้น้ำมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้ง ขณะที่ อัตราปลูกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงต้น และฝัก แต่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวรวบรวมไว้ใน Table 6

ความสูงต้นและฝัก ลดลงเมื่อลดอัตราการให้น้ำในทุกๆระดับ โดยเมื่อลดอัตราการให้น้ำจาก IW/E 0.9 เป็น 0.7, 0.5 และ 0.3 ความสูงต้น ลดลง 9, 26 และ 57 ซม. ตามลำดับ และความสูงฝัก ลดลง 12, 23 และ 39 ซม. ตามลำดับ ขณะที่ น้ำหนักแห้งลดลง 14, 35 และ 53% ตามลำดับ และเมื่อลดอัตราปลูกจาก 12,804 เป็น 10,667 และ 8,533 ต้น/ไร่ เป็นผลให้ น้ำหนักแห้งลดลง 6 และ 13% ตามลำดับ

#### ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอัตราการให้น้ำ และอัตราปลูก จำนวนฝักเก็บเกี่ยว น้ำหนักฝัก น้ำหนักเมล็ด และขนาดเมล็ด เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงอัตราการให้น้ำและอัตราปลูกในทุกๆระดับ (Table 6)

IW/E 0.9 ให้ผลผลิตเมล็ด 694 กก./ไร่ แต่เมื่อลดการให้น้ำเป็น IW/E 0.7, 0.5 และ 0.3 ผลผลิตลดลง เป็น 620, 545 และ 374 กก./ไร่ ตามลำดับ หรือลดลง 11, 21 และ 46% ตามลำดับ การลดลงของผลผลิต เป็นผลมา

ส่วนใหญ่มาจากการลดลงของ น้ำหนักฝักต่อพื้นที่ และบางส่วนมาจาก จำนวนฝักเก็บเกี่ยว และขนาดเมล็ด กล่าวคือ เมื่อลดการให้น้ำจาก IW/E 0.9 เป็น 0.3 น้ำหนักฝัก/ไร่ ลดลงจาก 837 เป็น 455 กก./ไร่ จำนวนฝัก/ไร่ จาก 10,261 เป็น 9,595 และน้ำหนัก 100 เมล็ด จาก 14.49 เป็น 13.35 กรัม อย่างไรก็ตาม IW/E 0.9 และ 0.7 ให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวและน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่น้ำหนักฝักต่อพื้นที่ของ IW/E 0.9 สูงกว่า IW/E 0.7 อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 เป็น 10,667 และ 12,804 ต้น/ไร่ เป็นผลให้ ผลผลิตเพิ่มขึ้น จาก 503 กก./ไร่ เป็น 556 และ 615 กก./ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 11 และ 22% ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของผลผลิต เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของ จำนวนฝักและน้ำหนักฝักต่อพื้นที่ โดยเมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 ต้น/ไร่ เป็น 12,804 ต้น/ไร่ จำนวนฝัก/ไร่ เพิ่มขึ้นจาก 7,983 เป็น 11,922 และ น้ำหนักฝัก/ไร่ เพิ่มขึ้น 613 เป็น 744 กก./ไร่ ในทางตรงกันข้ามน้ำหนัก 100 เมล็ด ลดลงจาก 14.69 เป็น 13.54 กรัม

**Table 6** Effect of irrigation amount and plant density on plant height, ear height, grain weight at 15% moisture content, ear weight, number of ears harvested/rai, 100 grain weight, total dry matter (TDM) at harvest and water use efficiency (WUE) of grain yield of a pop corn sown at Chai Nat Field Crop Research Center in 1997/98.

Irrigation & Density	Pl.ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Grain wt. (kg/rai)	Ear wt. (kg/rai)	Ears harvested	100 grain wt.(g)	TDM (kg/rai)	WUE (kg/rai/mm)
IW/E								
0.3	160 d	86 d	374 d	455 d	9,595 c	13.35 b	881 d	3.56 a
0.5	191 c	102 c	545 c	669 c	9,834 bc	14.15 a	1,231 c	3.11 b
0.7	208 b	113 b	620 b	753 b	10,069 ab	14.33 a	1,628 b	2.53 c
0.9	217 a	125 a	694 a	837 a	10,261 a	14.49 a	1,891 a	2.02 c
CV. (%)	8.1	7.9	10.2	9.6	10.3	3.8	10.8	12.3
Density (pls/rai)								
8,533	194 a	106 a	503 c	613 c	7,983 c	14.69 a	1,313 c	2.55 c
10,667	195 a	107 a	556 b	679 b	9,915 b	14.01 b	1,407 b	2.84 b
12,804	194 a	107 a	615 a	744 a	11,922 a	13.54 c	1,503 a	3.16 a
CV (%)	6.2	7.6	8.8	7.3	9.7	3.1	11.3	11.7

IW/E indicate the ratio of irrigation amount to evaporation.

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

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของผลผลิต (water use efficiency, WUE)

ปริมาณน้ำที่นำมาคำนวณ WUE ครั้งนี้เป็นปริมาณน้ำที่รวบรวมไว้ใน Table 3 ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอัตราการให้น้ำและอัตราปลูก WUE เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงอัตราการให้น้ำและอัตราปลูก (Table 6)

WUE ลดลงจาก 3.56 กก./ไร่/มม. เมื่อให้น้ำที่ IW/E 0.3 เป็น 3.11 และ 2.53 กก./ไร่/มม. เมื่อเพิ่มอัตราการให้น้ำเป็น IW/E 0.5 และ 0.7 ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มการให้น้ำเป็น IW/E 0.9 WUE จะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 เป็น 10,667 และ 12,804 ต้น/ไร่ พบว่า WUE เพิ่มขึ้นจาก 2.55 เป็น 2.84 และ 3.16 ตามลำดับ

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ที่อายุ 30 วันหลังงอก การให้น้ำที่ IW/E 0.9 ให้ค่า LAI สูงกว่า IW/E 0.5 และ 0.3 แต่ไม่แตกต่างกับ IW/E 0.7 แสดงให้เห็นว่าในช่วง 30 วัน แรกของการเจริญเติบโต การให้น้ำที่ IW/E 0.7 เพียงพอสำหรับข้าวโพด แต่การให้น้ำที่ต่ำกว่า IW/E 0.7 ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม หลังจากระยะนี้ควรเพิ่มการให้น้ำมาเป็น IW/E 0.9 เพราะผลการทดลองพบว่าเมื่อมีการให้น้ำต่ำกว่า IW/E 0.9 ค่า LAI ที่อายุ 50 วัน และ LAD ช่วง 30-50 วัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สมมุติฐานดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากรายงานของ Howell *et al.* (1998) ที่ว่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ใบและความสูงเพิ่มขึ้น Boyer (1970), Bunce (1978) และ Turk and Hall (1980) เสนอว่าเมื่อเกิดการขาดน้ำพื้นที่ใบลดลง โดยการขาดน้ำจะไปขัดขวางการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ ทำให้ขนาดของเซลล์เล็กลง (Kramer, 1969) และโดยทั่วไปเมื่อเกิดการขาดน้ำ ส่วนของใบจะได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุด ตามด้วยส่วนลำต้น และราก ตามลำดับ (May and Milthrope, 1962)

การลดลงของ CGR และ TDM เมื่อลดอัตราการให้น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วง 50 วัน เป็นไปได้ว่ามีสาเหตุมาจาก การลดลงของ LAI และ LAD ทำให้ปริมาณแสงที่พืชได้รับลดลง ซึ่ง Monteith (1977)

แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักแห้งเกี่ยวข้องกับปริมาณแสงอาทิตย์ที่พืชได้รับโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของการเติบโต นอกจากนี้ LAI ยังมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักแห้ง (Fujita *et al.*, 1995) และ CGR (Montojos and Magalhaes, 1971) การลดลงของ TDM และ CGR ของการให้น้ำในอัตราต่ำ นอกจากจะเกี่ยวข้องกับปริมาณแสงที่พืชได้รับตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังเป็นไปได้อีกว่ามีผลมาจากการลดลงของประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง เพราะ Boyer (1970) เสนอว่า เมื่อพืชขาดน้ำกระบวนการสังเคราะห์แสงจะถูกยับยั้ง Claassen and Show (1970a) พบว่า เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วง 3 สัปดาห์ก่อนออกไหม น้ำหนักแห้งของข้าวโพดลดลง 15-17%

ในทำนองเดียวกัน การลดลงของ CGR และ TDM เมื่อลดอัตราปลูกจาก 12,804 ถึง 8,533 ต้น/ไร่ เป็นผลมาจากการลดลงของ LAI (26-29%) และ LAD (28%) ทำให้ปริมาณแสงที่พืชได้รับลดลง ประกอบกับ LAI ของการใช้อัตราปลูกสูงมีค่าไม่สูงนัก ดังนั้นการบังแสงกันระหว่างใบจึงอยู่ในอัตราต่ำ จึงมีผลให้ CGR และ TDM เพิ่มขึ้นจนถึงอัตราปลูกสูงสุด Cox (1996) รายงานว่าเมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 7,200 เป็น 14,400 ต้น/ไร่ ค่า LAI ช่วง midvegetative - early grain filling เพิ่มขึ้น 40%, CGR ช่วง vegetative เพิ่มขึ้น และ TDM ช่วง silking เพิ่มขึ้น 25% ซึ่งเป็นไปในแนวเดียวกับ Olson (1971) ที่รายงานว่า TDM ของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มอัตราปลูกในทุกระดับ จาก 5600 เป็น 7200 และ 11200 ต้น/ไร่

จากการลดลงของผลผลิตในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันของการให้น้ำที่ IW/E 0.3, 0.5 และ 0.7 (ผลผลิตลดลง 46,21 และ 11% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ IW/E 0.9) เป็นไปได้ว่าเป็นผลมาจาก ความแตกต่างของความรุนแรงของการขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ โดยการให้น้ำที่ IW/E 0.7 อาจจะเริ่มขาดน้ำตั้งแต่ช่วงท้ายของระยะ vegetative เป็นต้นไป ขณะที่การให้น้ำที่ IW/E 0.5 และ 0.3 ข้าวโพดอาจจะขาดน้ำตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของระยะ vegetative จนถึงระยะ reproductive โดยการขาดน้ำจะรุนแรงที่สุดในช่วงออกดอก เพราะความต้องการน้ำของข้าวโพดจะมีค่าสูงสุดในระยะออกดอกและระยะน้ำนม (Doorenbos and Kassam, 1979 และ ปรีชา, 2525) ซึ่งการให้น้ำที่ IW/E 0.3 จะขาดน้ำที่รุนแรงและยาวนานที่สุด ตามด้วย IW/E 0.5 และ 0.7

ตามลำดับ ประกอบกับการขาดน้ำในระยะออกดอกและระยะนํ้านมมีผลกระทบรุนแรงต่อผลผลิตมากที่สุด (Doorenbos and Kassam, 1979 และ Denmead and Show, 1960) ซึ่ง Claassen and Show (1970b) เสนอว่า เมื่อขาดน้ำในระยะ early ear shoot และ ovule development ผลผลิตลดลง 12-15% ขณะที่การขาดน้ำที่ระยะออกไหม และ 3 สัปดาห์ หลังออกไหม ผลผลิตลดลง 53 และ 30% ตามลำดับ ขณะที่ Harder *et al.* (1982) เสนอว่า ถ้าการขาดน้ำที่รุนแรงในช่วง 2 สัปดาห์ หลังออกไหม ผลผลิตลดลงถึง 33% และจำนวนเมล็ด/ตันลดลง 15% Follett *et al.* (1978) พบว่าเมื่อลดอัตราการให้น้ำจาก 1.5 เป็น 0.5 เท่าของปริมาณการใช้น้ำของพืช ผลผลิตของข้าวโพดลดลง 34% ราเชนทร์ และสไต (2534) พบว่าการให้น้ำที่ ET/E (evapotranspiration/evaporation) 1.0 ข้าวโพดฝักอ่อนให้ผลผลิต สูงกว่าการให้น้ำที่ ET/E 0.6 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ET/E 1.2

การเพิ่มขึ้นของผลผลิต เมื่อเพิ่มอัตราปลูกจาก 8,533 ถึง 12,804 ต้น/ไร่ เป็นไปได้ว่า มีผลมาจากการเพิ่มขึ้นของ LAI และ LAD ทำให้ปริมาณแสงแดดที่พืชได้รับเพิ่มขึ้น ซึ่งสมมุติฐานดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากรายงานของ Montojos และ Magalhaes (1971) และ Aguilar-M *et al.* (1977) ที่ว่าผลผลิตของพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า LAD ในทำนองเดียวกัน Nunez (1969) พบว่าผลผลิตข้าวโพดเกี่ยวข้องโดยตรงกับ LAI และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดเมื่อ LAI มีค่า 3.5 ซึ่งที่ค่าดังกล่าวจะอยู่ที่อัตราปลูก 8,280 ต้น/ไร่ แต่เมื่อเพิ่ม LAI เป็น 4.5 ผลผลิตจะไม่เพิ่มขึ้น Cox (1996) แสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งและผลผลิต ของการปลูกข้าวโพดในอัตราปลูก ต่างๆ มีลักษณะ linear และในข้าวโพดลูกผสมสามารถเพิ่มอัตราปลูกได้ถึง 14,400 ต้น/ไร่ นอกจากนี้ Tollenaar *et al.* (1992) รายงานว่า เมื่อเพิ่มอัตราปลูก เป็นผลให้ CGR ช่วง 1-3 สัปดาห์ หลังออกไหม เพิ่มขึ้นผลที่ตามมาคือ จำนวนเมล็ด/ตัน และผลผลิต เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าวโพดเมื่อเพิ่มอัตราปลูก ที่พบจากการทดลองที่นำเสนอครั้งนี้ เป็นไปในแนวเดียวกับ นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Nunez (1969), Tollenaar *et al.* (1992), Cox (1996) และ Olson (1971)

ผลการทดลองอาจจะแตกต่างไปจากที่นำเสนอครั้งนี้ ถ้าชนิดและพันธุ์ข้าวโพด ชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือสภาพภูมิอากาศ แตกต่างไปจากการทดลองครั้งนี้ เพราะปัจจัยดังกล่าวเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ และอัตราปลูก ซึ่ง Barnes and Woolley (1969) และ Howell *et al.* (1998) แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อการขาดน้ำและความต้องการน้ำแตกต่างกัน Johnson and Smith (1975) เสนอว่าโดยทั่วไป ดินร่วนจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ตามด้วยดินเหนียวและดินทราย ขณะที่ Cox (1996) และ Tollenaar *et al.* (1992) พบว่าการตอบสนองของพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราปลูกแตกต่างกัน ซึ่ง Giesbrecht (1969) เสนอว่า ข้าวโพดพันธุ์อายุยาว ต้นสูง จะปรับตัวกับการปลูกในอัตราสูง ได้ดีกว่าพันธุ์อายุสั้นและต้นเตี้ย อย่างไรก็ตาม Thomison and Jordan (1995) ชี้ให้เห็นว่า เมื่อปลูกข้าวโพดในสภาพอากาศเย็นและชื้นจะมี interaction ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดและอัตราปลูก แต่ถ้าปลูกในสภาพอากาศร้อนและแห้ง จะไม่มี interaction ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดและอัตราปลูก

### สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองทั้งหมดที่นำเสนอครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ในการปลูกข้าวโพดคั่วบนดินชุดราชบุรี และมี texture ชนิด clay ควรมีการให้น้ำอัตรา 90% ของค่าการระเหย หรือให้น้ำในปริมาณ 45 มม. ทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 50 มม. (ใช้ระยะเวลา 11-14 วัน) ซึ่งตลอดฤดูปลูก มีการให้น้ำ 7 ครั้ง ปริมาณน้ำที่ให้ทั้งหมด 315 มม. หรือ 504 ลบ.ม./ไร่ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรให้น้ำในอัตราที่ต่ำกว่านี้ เพราะการให้น้ำที่อัตรา 30-70% ของค่าการระเหย ให้ผลผลิตลดลง 11-46% แม้ว่าการให้น้ำในอัตราดังกล่าวจะลดปริมาณน้ำที่ไหลลง 22-67% ก็ตาม นอกจากนี้ ควรปลูกโดยใช้อัตราปลูก 12,804 ต้น/ไร่ เพราะการปลูกในอัตราปลูกดังกล่าว ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกที่อัตรา 8,533 และ 10,667 ต้น/ไร่ ระหว่าง 11-22%

## เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา พรหมณี. 2525. การวัดค่าการคายระเหยของข้าวฟ่างและข้าวโพดหวานและวิธีใช้ข้อมูลภูมิอากาศเพื่อประมาณค่าการคายระเหย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 165 หน้า
- ราเชนทร์ ธีระพร และสดีไส ช่างสลัก. 2534. การศึกษาศักยภาพการคายระเหย และความต้องการน้ำสำหรับการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขาวิทยาศาสตร์)* 25: 282-291.
- 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.
- Barnes, D.L. and D.G. Wooley. 1969. Effect of moisture stress at different stages of growth. I. Comparison of a single-eared and a two-eared corn hybrid. *Agron. J.* 61 : 788-790.
- 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.
- Claassen, M.M. and R.H. Show. 1970 a. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. *Agron. J.* 62: 649-652.
- Claassen, M.M. and R.H. Show. 1970 b. Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J.* 62 : 652-655.
- Cox, W.J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agron. J.* 88: 489-496.
- Denmead, O.T. and R.H. Show. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52: 272-274.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper. No. 33. Rome : FAO.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. Guide line for predicting irrigation and drainage. Paper. No. 24. Rome :FAO
- Downey, I.A. 1971. Water use by maize at three plant densities. *Expl. Agric.* 7: 161-169.
- Fairbourn, M.L.; W.D.Kemper and H.R. Gardner. 1970. Effects of row spacing on evapotranspiration and yields of corn in a semi-arid environment. *Agron. J.* 62 : 795-797.
- Follett, R.F.; L.C. Benze; E.J. Doering and G.A.Reichman. 1978. Yield response of corn to irrigation on sandy soils. *Agron. J.* 70: 823-828.
- Fujita, K.;H.Sato and O.Sawada. 1995. Husk leaves contribution to dry matter and grain production as well as N distribution in flint corn (*Zea mays* L.) genotypes differing in husk leaf area. *Soil Sci. Plant Nutr.* 41 : 587-596.
- Giesbrecht, J. 1969. Effect of population and row spacing on the performance of four corns (*Zea mays* L.) hybrids. *Agron. J.* 61:439-441.
- Harder, H.J.;R.E. Carlson and R.H. Show. 1982. Yield, yield components and nutrient of corn grain as influenced by post-silking moisture stress. *Agron. J.* 74: 275-278.
- Howell, T.A.; J.A. Tolk; A.D. Schneider and S.R. Evett. 1998. Evaporation, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agron. J.* 90: 3-9.
- 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.
- Kramer, P.J. 1969. Plant and soil water relationships: a modern synthesis. McGraw-Hill, New York.
- Lorens, G.F.; J.M. Bennett and L.B. Loggale. 1987. Differences in drought resistance between two corn hybrids. I. Water relations and root length density. *Agron. J.* 79: 802-807.
- May, L.H. and F.L. Milthrope. 1962. Drought resistance of crop plants. *Field Crop Abstr.* 15 (3) : 171-179.
- 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.
- Monteith, J.L. 1977. Climate and efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond B* 281 : 277-294.
- Nafziger, E.D. 1994. Corn planting date and plant population. *J. Prod. Agric.* 7 : 59-62.
- Nunez, R. and E. Kamprath. 1969. Relationships between N response, plant population, and row width on growth and yield of corn. *Agron. J.* 61 : 279-282.
- Olson, T.C. 1971. Yield and water use by different populations of dryland corn, grain sorghum, and forage sorghum in western Corn Belt. *Agron. J.* 63 : 104-106.
- Ritchie, S.W. and J.J. Hanway. 1984. How a Corn Plant Develops. Special Report No 48. Iowa State University of Science and Technology. 21 p.
- Slater, P.J. and J.E. Goode. 1967. Crop Response to Water at Different Stages of Growth. Commonwealth Agricultural Bureau.
- Timmoms, D.R.; R.F. Holt and J.T. Moragham. 1966. Effect of corn population and water-use efficiency in northern Corn Belt. *Agron. J.* 58: 429-462.
- Thomison, P.R. and D.M. Jordan. 1995. Plant population effects on corn hybrids differing in ear growth habit and prolificacy. *J. Prod. Agric.* 8:394-400.
- Tollenaar, M and A. Aguilera. 1992. Radiation use efficiency of old and a new maize hybrid. *Agron. J.* 84: 536-541.
- Tollenaar, M.; L.M. Dwyer and D.W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of yield improvement in Ontario. *Crop Sci.* 32: 432-438.
- 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.