ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว
A study on water use efficiency of late maturing hybrid maize

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี *การิตา จงเจือกลาง*[1/]
Suphakarn Luanmanee *Karita Chongchuaklang*[1/]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

This study was aimed to determine the water use efficiency of hybrid maize planted in Samo Thod soil series. The experiment was designed in split plot. The 3 treatments of water management was designes as main plots e.g. rainfed, 50% and 100% water supplement according to corn water requirements (ETc). The 4 hybrid maize cultivars were designed as subplots for each cropping season. Chemical fertilizer was applied at the rates of 20, 10 and 15 kg per rai of N, P_2O_5, K_2O.

It was found that the water supplement at 50% and 100% of ETc resulted in increasing maize yield about 7.6-26.6% and 5.9-27.1%, respectively. The cultivar comparison was found that the CP888 New revealed the greatest yield about 17.24-19.67% higher than the Nakhon Sawan 3. The NSX112013, NSX15206, NSX152097 and NSX102005 showed rather higher yield than the Nakhon Sawan 3 about 8.54%, 6.16%, 2.97% and 2.15%, respectively. Whereas the NSX042022 and NSX112017 yield were as same as the Nakhon Sawan 3.

The water use efficiency (WUE) of maize under rainfed and the water supplement at 50% of ETc was about 1.91-2.73 and 1.83-2.20 kg yield/mm water. While the WUE under water supplement at 100% of ETc was lower about 1.40-1.70 kg yield/mm water. The cultivar comparison was found that WUE of the CP888 New was about 16.86-22.40% higher than the Nakhon Sawan 3. This was followed by the NSX152067, NSX152097, and NSX112013 which had higher WUE than the Nakhon Sawan 3 cultivar about 12.57% 12.02% and 8.14%, respectively. Whereas the NSX102005, NSX112017 and the NSX042022 cultivars did not show different WUE as compared to the Nakhon Sawan 3 cultivar.

Keywords: Water use efficeiency, Late maturing hybrid maize

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-03-00-01-59

1/ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

1/ Nakhon Sawan Field Crop Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมที่ปลูกในชุดดินสมอทอด โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot ปัจจัยหลักเป็นปริมาณการให้น้ำ ได้แก่ ไม่ได้ให้น้ำเสริม (อาศัยน้ำฝน) ให้น้ำเสริม 50% และ 100% ตามความต้องการน้ำของข้าวโพด (ETc) ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม 4 พันธุ์ ต่อฤดูปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N, P_2O_5, K_2O

ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำเสริมแก่ข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายแป้งชุดดินสมอทอดในอัตรา 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7.6-26.6 และ 5.9-27.1 ตามลำดับ การเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุด โดยให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 17.24-19.67 ส่วนพันธุ์ NSX112013 พันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 และพันธุ์ NSX102005 ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 8.54 6.16 2.97 และ 2.15 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ NSX042022 พันธุ์ NSX112017 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด พบว่า การปลูกข้าวโพดโดยอาศัยน้ำฝนและการให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.91-2.73 และ 1.83-2.20 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร สูงกว่าการให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.40-1.70 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 16.86-22.40 รองลงมาได้แก่ พันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 และพันธุ์ NSX112013 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 12.57 12.02 และ 8.14 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ NSX102005 พันธุ์ NSX112017 และพันธุ์ NSX042022 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

คำหลัก: ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว

คำนำ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน จึงเสี่ยงต่อความเสียหายต่อการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานการณ์ในปัจจุบันที่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรุนแรงมากขึ้น เช่น เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานและการกระจายตัวของฝนไม่เหมาะสม ข้าวโพดเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้น้ำเพื่อสร้างชีวมวลและผลผลิต ข้าวโพดที่ปลูกในเขตร้อนควรได้รับปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูปลูก 600-900 มิลลิเมตร (Fageria *et al*., 1997)

การขาดน้ำของข้าวโพดส่งผลต่อการให้ผลผลิตแตกต่างกันไปตามแต่ละระยะการเจริญเติบโต (Carkir, 2004) หากข้าวโพดขาดน้ำในช่วงระยะต้นกล้า จะส่งผลทำให้พัฒนาการของรากลดลง หากข้าวโพดขาดน้ำในช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุดจะส่งผลต่อการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ทำให้ข้าวโพดลำต้นเตี้ยและพื้นที่ใบลดลงและทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 25 (Denmead and Shaw, 1960) ช่วงที่วิกฤตต่อการขาดน้ำมากที่สุดของข้าวโพดอยู่ในระยะ 10-14 วันก่อนและหลังออกดอก หากข้าวโพดขาดน้ำในช่วงดังกล่าวจะทำให้ผลผลิตลดลง โดยเมล็ดจะติดไม่เต็มฝัก หรือไม่ติดเมล็ด (Grant *et al*., 1989; Huang *et al*., 2006) และทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 50 (Denmead and Shaw, 1960) Grudloyma *et al*. (2005) ทดลองงดให้น้ำตั้งแต่ช่วงออกดอกหรือตั้งแต่มีใบที่ 9 เป็นระยะเวลานาน 2 สัปดาห์ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ พันธุ์ลูกผสม และพันธุ์ผสมเปิด อย่างละ 10 พันธุ์ พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ พันธุ์ลูกผสม และพันธุ์ผสมเปิด ให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 74 53 และ 62 ตามลำดับ นอกจากนี้ Denmead and Shaw (1960) ยังได้ระบุว่าหากข้าวโพดขาดน้ำในช่วงหลังจากระยะสร้างเมล็ดสมบูรณ์แล้วจะทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 21

การเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและมีประสิทธิภาพสูงในการใช้น้ำในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต โดยประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency; WUE) ของข้าวโพดนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพด ลักษณะทางพันธุกรรม สมบัติของดิน เช่น เนื้อดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ของดิน และวิธีการเขตกรรม ได้แก่ วันปลูก ระยะปลูก การไถพรวน การคลุมดิน การกำจัดวัชพืช การใช้ปุ๋ย การให้น้ำ เป็นต้น (Huang *et al*., 2006) ดังนั้นจึงได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินศักยภาพของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม ได้แก่ พันธุ์ NSX042022 พันธุ์ NSX112013 พันธุ์ NSX102005 พันธุ์ NSX112017 พันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ พันธุ์ CP888 New
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (18-46-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
3. อุปกรณ์ในการติดตั้งระบบน้ำหยด ได้แก่ ท่อพีวีซี เทปน้ำหยด ปั๊มน้ำ ถังเก็บน้ำ
4. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core sampler) Soil sampling tube
5. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ Spectrophotometer, Flame photometer, pH meter, Hydrometer
6. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน

วิธีการ

1. วิเคราะห์สมบัติของดินในพื้นที่ทดลอง

ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวม (composite sampling) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร วิเคราะห์สมบัติทั่วไปของดินก่อนปลูก ดังนี้ 1) เนื้อดินโดยวิธี Hydrometer (Bouyoucos, 1962) 2) ความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้กระบอกโลหะเก็บตัวอย่างดินที่ทราบปริมาตรแน่นอน (core method) (McIntyre and Loveday, 1974) 3) pH วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 4) อินทรียวัตถุวิเคราะห์ โดยวิธี Wet oxidation 5) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และทำให้การเกิดสีด้วยวิธี Molybdenum Blue แล้ววัดความเข้มข้นของสีโดยใช้ Spectrophotometer 6) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทำโดยสกัดดินด้วย *1N* Ammonium acetate, pH7.0 แล้ววัดเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานโดยใช้ Flame photometer (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นอัตราการให้น้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 1. ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน 2. ให้น้ำเสริม 50% ของความต้องการน้ำของข้าวโพด 3. ให้น้ำเสริม 100% ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม 4 พันธุ์ โดยฤดูปลูกปี 2559 และ 2560 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX042022 พันธุ์ NSX112013 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ พันธุ์ CP888 New ฤดูปลูกปี 2561 และ 2562 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX102005 พันธุ์ NSX112017 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ พันธุ์ CP888 New ฤดูปลูกปี 2563 และ 2564 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ พันธุ์ CP888 New

3. การปฏิบัติดูแลรักษา

ขนาดแปลงและพื้นที่เก็บเกี่ยว แปลงย่อยมีขนาด 7.5 x 8 เมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวข้าวโพดจาก 4 แถวกลาง แถวละ 6 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 18 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย

การใส่ปุ๋ย แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ให้ได้ไนโตรเจน 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัส 10 กิโลกรัม

P_2O_5 และโพแทสเซียม 15 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อข้าวโพดมีอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใส่ปุ๋ยยูเรียให้ได้ไนโตรเจน 10 กิโลกรัม N ต่อไร่

วันปลูกและวันเก็บเกี่ยว ฤดูปลูกปี 2559 ปลูกข้าวโพดวันที่ 6 มิถุนายน 2559 เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2559 ฤดูปลูกปี 2560 ปลูกข้าวโพดวันที่ 17 พฤษภาคม 2560 เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2560 ฤดูปลูกปี 2561 ปลูกข้าวโพดวันที่ 8 พฤษภาคม 2561 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2561 ฤดูปลูกปี 2562 ปลูกข้าวโพดวันที่ 15 พฤษภาคม 2562 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2562 ฤดูปลูกปี 2563 ปลูกข้าวโพดวันที่ 10 มิถุนายน 2563 เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2563 ฤดูปลูกปี 2564 ปลูกข้าวโพดวันที่ 6 พฤษภาคม 2564 เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2564

การจัดการน้ำ ในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด เป็นการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด โดยพิจารณาความต้องการน้ำของข้าวโพด (ETc) รายสัปดาห์ (Table 1) จากสมการ ETc = Kc x ETo โดยที่ Kc เป็นค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient) สำหรับข้าวโพดแต่ละอายุการเจริญเติบโต (กรมชลประทาน, 2555) ETo เป็นอัตราการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง ดัดแปลงจากวิธีของ Blaney-Criddle (FAO, 1986) โดยใช้สมการ $ETo = p(0.46\ T_{mean} + 8)$ ค่า p เป็นเปอร์เซ็นต์ชั่วโมงกลางวันในรอบปีเฉลี่ยรายวัน (mean daily percentage of annual daytime hours: p) และ T_{mean} หมายถึงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย คำนวณปริมาณน้ำที่ให้เสริมที่ระดับ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำ จากอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดรายสัปดาห์หักลบด้วยปริมาณน้ำฝนสะสมรายสัปดาห์ คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดจากผลผลิตเมล็ดต่ออัตราการคายระเหยน้ำทั้งหมดของข้าวโพด (Asare *et al*., 2011)

การบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทดลอง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศสูงสุด และอุณหภูมิอากาศต่ำสุดในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มงานอากาศเกษตรตากฟ้า สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 – สิ้นสุด กันยายน 2564

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะหน้าตัดดิน พบว่า ดินในพื้นที่ทดลองจัดอยู่ในชุดดินสมอทอด (very-fine, smectitic, isohyperthermic Chromic Haplusterts) เป็นดินลึก ดินบนมีความหนาประมาณ 25 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีความหนาแน่นรวม 1.78 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.25) อินทรียวัตถุ 17.3 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 131 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

Table 1. Soil profile properties of Samo Thod Soil Series at Nakhon Sawan Field Crop Research Center.

Soil properties	Soil depths (cm)			
	0-25	25-50	50-100	100-150
Sand (%)	11	8	9	8
Silt (%)	42	45	47	26
Clay (%)	47	47	44	66
Soil texture	Silty clay	Silty clay	Silty clay	Clay
Bulk density (g/cm^3)	1.78	1.65	1.66	1.65
pH	7.25	7.30	6.05	7.28
Organic matter (g/kg)	17.3	7.1	6.0	5.2
Available P (mg/kg)	23	3	1	1
Exchangeable K (mg/kg)	131	110	55	106

Table 2. Composite soil sample analysis of Samo Thod Soil Series at Nakhon Sawan Field Crop Research Center before starting the experiment.

	Soil depths (cm)	
Soil properties	0-20	20-50
pH	6.48	6.68
Organic matter (g/kg)	19.6	14.4
Available P (mg/kg)	12	4
Exchangeable K (mg/kg)	50	60

ดินล่างตอนบนที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีความหนาแน่นรวม 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.30) อินทรียวัตถุ 7.1 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

ดินล่างที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีความหนาแน่นรวม 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 6.05) อินทรียวัตถุ 6.0 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

ส่วนดินล่างที่ระดับความลึก 100-150 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว มีความหนาแน่นรวม 1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.28) อินทรียวัตถุ 5.2 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 106 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

จากการเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวม (composite sampling) ก่อนทำการทดลอง พบว่า ดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.48 มีอินทรียวัตถุ 19.6 กรัมต่อกิโลกรัม มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินล่างที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.68 มีอินทรียวัตถุ 14.4 กรัมต่อกิโลกรัม มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 2) ดังนั้นเพื่อศึกษาผลของการจัดการน้ำจึงใส่ปุ๋ยในอัตราปุ๋ยในอัตรา 20-10-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O เพื่อให้ข้าวโพดได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอแก่ความต้องการและไม่เป็นปัจจัยที่จำกัดต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด

2. ปริมาณน้ำฝนและน้ำที่ให้เสริม

ฤดูปลูกปี 2559 ทุกกรรมวิธีให้น้ำเสริมครั้งแรกหลังปลูก 20.6 มิลลิเมตร เพื่อกระตุ้นความงอกของเมล็ด กรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งอายุ 98 วันหลังปลูก รวม 579.3 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 599.9 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้เสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 128.3 มิลลิเมตร ดังนั้นข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 707.6 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 235.9 มิลลิเมตร ดังนั้นข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 815.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 3)

ฤดูปลูกปี 2560 ทุกกรรมวิธีให้น้ำเสริมหลังปลูก 9 วัน ในปริมาณ 8 มิลลิเมตร เพื่อให้ข้าวโพดงอกอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นจึงจัดการน้ำตามกรรมวิธี ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 98 วันหลังปลูก รวม 869.6 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงทำให้ข้าวโพดในกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 877.6 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 17.6 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 887.2 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 27.2 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูดปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 896.8 มิลลิเมตร (Table 3)

ฤดูปลูกปี 2561 กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเสริม ได้รับปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 98 วัน รวม 317.6 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 312.5 มิลลิเมตร

เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 630.1 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 625 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 942.6 มิลลิเมตร (Table 3)

ฤดูปลูกปี 2562 กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเสริม ได้รับปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 98 วัน รวม 492.0 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 144.0 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 636.0 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 288.0 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 780.0 มิลลิเมตร (Table 3)

ฤดูปลูกปี 2563 กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเสริม ได้รับปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 98 วัน รวม 266.0 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 201.6 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 467.6 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 403.2 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 669.2 มิลลิเมตร (Table 3)

ฤดูปลูกปี 2564 กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเสริม ได้รับปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 98 วัน รวม 365.4 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 185 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 550.4 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้น้ำเสริมรวม 340 มิลลิเมตร เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 705.4 มิลลิเมตร (Table 3)

Table 3. Amount of rainfall and supplemental water during 2016-2021 cropping seasons.

Cropping seasons	Amount of supplemental water (mm)		
	Rainfed	50%ETC	100%ETC
2016	599.9	707.6	815.2
2017	877.6	887.2	896.8
2018	317.6	630.1	942.6
2019	492.0	636.0	780.0
2020	266.0	467.6	669.2
2021	365.4	550.4	705.4

3. ผลของการให้น้ำต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพด

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2559 และปี 2560 พบว่า การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ข้าวโพดให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 1,474 และ 1,451 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,370 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของข้าวโพดในกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยกับกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน จะเห็นได้ว่า การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้เฉลี่ยร้อยละ 7.6 และ 5.9 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวโพดพันธุ์ NSX112013 มีการตอบสนองต่อน้ำสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดพันธุ์ NSX112013 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 13.2 และ 8.0 ตามลำดับ (Table 4)

เมื่อเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุเก็บเกี่ยวยาวทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,578 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 17.24 รองลงมาได้แก่

พันธุ์ NSX112013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,461 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 8.54 ในขณะที่พันธุ์ NSX042022 ให้ผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 1,341 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 4)

Table 4. Combined 2-year analysis of grain yield and yield increase of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2016 and 2017 cropping seasons.

Maize cultivars	Grain yield at 15% moisture content (kg/rai)					Grain yield increase as compared to NS3 (%)	Grain yield increase as compared to rainfed (%)	
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean			Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc
NS3	1,282	1,394	1,361	1,346	c	-	8.8	6.1
NSX042022	1,302	1,346	1,375	1,341	c	- 0.37	3.4	5.6
NSX112013	1,365	1,545	1,474	1,461	b	8.54	13.2	8.0
CP888 New	1,529	1,611	1,593	1,578	a	17.24	5.3	4.2
Mean	1,370 b	1,474 a	1,451 a				7.6	5.9

CV (Irrigation) 4.76%, CV (Cultivar) 4.32%, F-test: Irrigation (*P*<0.01), Cultivar (*P*<0.01), Irrigation x Cultivar (*ns*).
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2561 และปี 2562 พบว่า ผลของการจัดการน้ำและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพด แต่พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการจัดการน้ำ และความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,214 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,158 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 1,006 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15.1 และ 20.7 ตามลำดับ (Table 5)

นอกจากนี้ ยังพบว่าข้าวโพดแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า ข้าวโพดพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 1,278 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 19.67 ในขณะที่ข้าวโพดพันธุ์ NSX102005 พันธุ์ NSX112017 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 1,091 1,067 และ 1,068 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5)

Table 5. Combined 2-year analysis of grain yield and yield increase of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2018 and 2019 cropping seasons.

Maize cultivars	Grain yield at 15% moisture content (kg/rai)					Grain yield increase as compared to NS3 (%)	Grain yield increase as compared to rainfed (%)	
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean			Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc
NS3	935	1,104	1,166	1,068	b	-	18.2	24.7
NSX102005	975	1,119	1,178	1,091	b	2.15	14.8	20.9
NSX112017	966	1,098	1,138	1,067	b	- 0.09	13.6	17.7
CP888 New	1,148	1,311	1,376	1,278	a	19.67	14.2	19.9
Mean	1,006 c	1,158 b	1,214 a				15.1	20.7

CV (Irrigation) 3.87%, CV (Cultivar) 5.93%, F-test: Irrigation (*P*<0.01), Cultivar (*P*<0.01), Irrigation x Cultivar (*ns*).
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2563 และปี 2564 พบว่า การจัดการน้ำและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพด แต่การจัดการน้ำแต่ละระดับทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า ข้าวโพดที่ให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,082 และ 1,086 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ให้ผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 855 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 26.6 และ 27.1 ตามลำดับ (Table 6)

เมื่อเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของข้าวโพดทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,119 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 18.79 รองลงมาได้แก่ พันธุ์ NSX152067 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 6.16 ในขณะที่พันธุ์ NSX152097 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 970 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 942 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 6)

Table 6. Combined 2-year analysis of grain yield and yield increase of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2020 and 2021 cropping seasons.

Maize cultivars	Grain yield at 15% moisture content (kg/rai)					Grain yield increase as compared to NS3 (%)	Grain yield increase as compared to rainfed (%)	
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean			Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc
NS 3	800	1,021	1,004	942	c	-	27.7	25.5
NSX152067	853	1,051	1,094	1,000	b	6.16	23.2	28.2
NSX152097	847	1,057	1,006	970	bc	2.97	24.9	18.8
CP888 New	919	1,199	1,240	1,119	a	18.79	30.4	35.0
Mean	855 b	1,082 a	1,086 a				26.6	27.1

CV (Irrigation) 10.73%, CV (Cultivar) 7.71%, F-test: Irrigation (*P*<0.01), Cultivar (*P*<0.01), Irrigation x Cultivar (*ns*).
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

4. ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2559 และปี 2560 พบว่า ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุดในกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย โดยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.91 และ 1.88 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุดเฉลี่ย 1.70 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 7)

Table 7. Combined 2-year of water use efficiency of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2016 and 2017 cropping seasons.

Maize cultivars	Water use effieicncy (WUE; kg grain yield/mm of water)				WUE difference as compared to NS3 (%)
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean	
NS3	1.79	1.78	1.59	1.72 c	-
NSX042022	1.81	1.71	1.61	1.71 c	- 0.58
NSX112013	1.89	1.97	1.73	1.86 b	8.14
CP888 New	2.13	2.05	1.86	2.01 a	16.86
Mean	1.91 a	1.88 a	1.70 b		

CV (Irrigation) 4.58%, CV (Cultivars) 4.19%, F-test: Irrigation (*P*<0.01), Cultivars (*P*<0.01), Irrigation x Cultivars (*ns*).
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ข้าวโพดพันธุ์ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด เฉลี่ย 2.01 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร โดยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 16.86 รองลงมาได้แก่ พันธุ์ NSX112013 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.86 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 8.14 ในขณะที่พันธุ์ NSX042022 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุดเฉลี่ย 1.71 และ 1.72 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 7)

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2561 และปี 2562 พบว่า การจัดการน้ำและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด โดยข้าวโพดพันธุ์ CP888 New ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด เฉลี่ย 3.12 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์ NSX112017 พันธุ์ NSX102005 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ในขณะที่การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลง (Table 8)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ กับพันธุ์นครสวรรค์ 3 พบว่า พันธุ์ CP888New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 20.86 ในขณะที่พันธุ์ NSX102005 และพันธุ์ NSX112017 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 8)

Table 8. Combined 2-year of water use efficiency of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2018 and 2019 cropping seasons.

Maize cultivars	Water use effieicncy (WUE; kg grain yield/mm of water)				WUE difference as compared to NS3 (%)
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean	
NS3	2.53 b	1.75 d	1.35 f	1.87	-
NSX102005	2.62 b	1.77 d	1.36 f	1.92	2.67
NSX112017	2.64 b	1.74 d	1.31 f	1.89	1.07
CP888 New	3.12 a	2.07 d	1.59 g	2.26	20.86
Mean	2.73	1.83	1.40		

CV (Irrigation) 5.04%, CV (Cultivars) 7.05%, F-test: Irrigation (P<0.01), Cultivars (P<0.01), Irrigation x Cultivars (P<0.05).
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

การวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2563 และปี 2564 พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.23 และ 2.20 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย (Table 9)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า ข้าวโพดพันธุ์ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด เฉลี่ย 2.24 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร โดยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 22.40 รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ NSX152067 และพันธุ์ NSX152097 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ เฉลี่ย 2.06 และ 2.05 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 12.57 และ 12.02 ตามลำดับ (Table 9)

Table 9. Combined 2-year water use efficiency of the four hybrid maize cultivars as affected by water management in 2020 and 2021 cropping seasons.

Maize cultivars	Water use effieicncy (WUE; kg grain yield/mm of water)				WUE difference as compared to NS3 (%)
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc	Mean	
NS3	2.10	1.97	1.42	1.83 c	-
NSX102005	2.22	2.19	1.77	2.06 b	12.57
NSX112017	2.17	2.23	1.74	2.05 b	12.02
CP888 New	2.44	2.40	1.88	2.24 a	22.40
Mean	2.23 a	2.20 a	1.70 b		

CV (Irrigation) 16.00%, CV (Cultivars) 9.61%, F-test: Irrigation (P<0.01), Cultivars (P<0.01), Irrigation x Cultivars (P<0.05)
Means followed by the same letter in columns and rows are not significantly different at (P<0.05) by DMRT.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การให้ผลผลิตของข้าวโพด

1.1 การให้น้ำเสริมแก่ข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวปนทรายแป้งชุดดินสมอทอดในอัตรา 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7.6-26.6 และ 5.9-27.1 ตามลำดับ

1.2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุด โดยให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 17.24-19.67 รองลงมาได้แก่พันธุ์ NSX112013 พันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 และพันธุ์ NSX102005 ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 8.54 6.16 2.97 และ 2.15 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ NSX042022 พันธุ์ NSX112017 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

2. ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด

2.1 การปลูกข้าวโพดโดยอาศัยน้ำฝนและการให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.91-2.73 และ 1.83-2.20 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร สูงกว่าการให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.40-1.70 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร

2.2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.01-2.26 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 16.86-22.40 รองลงมาได้แก่ พันธุ์ NSX152067 พันธุ์ NSX152097 และพันธุ์ NSX112013 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.06 2.05 และ 1.86 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่พืชได้รับ 1 มิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เฉลี่ยร้อยละ 12.57 12.02 และ 8.14 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ NSX102005 พันธุ์ NSX112017 และพันธุ์ NSX042022 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้นักวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินศักยภาพของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง และนักวิจัยด้านเขตกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการจัดการน้ำที่เหมาะสมแก่ข้าวโพดต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2555. ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธี Penman-Monteith. ทะเบียนเผยแพร่วิชาการเลขที่ 0514 4001 2555 05. ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. 41 น.

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.* กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 164 หน้า.

Asare, D. K., J. O. Frimpong, E. O. Ayeh and H.M. Amoatey. 2011. Water Use Efficiencies of Maize Cultivars Grown under Rain-fed Conditions. *Agricultural Sciences* 2(2): 125-130.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. *Soc. Agro. J.* 54: 465–466.

Carkir, R. 2004. Effect of Water Stress at Dofferent Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops Research* 89: 1-16.

Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The Effects of Soil Moisture Stress at Different Stages of Growth on the Development and Yield of Corn. *Agronomy Journal* 52: 272-274.

Fageria, N.K., V. C. Baligar, C. A. Jones. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 2nd Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. New York. 624 P.

FAO. 1986. Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs, Chapter 3: Crop Water Needs. FAO Corporate Document Repository. Available: http://www.fao.org/docrep/s2022e/s2022e07.htm, Accesssed Jun. 22, 2017

Grant, F.R., B.S. Jackson, J.R. Kiniry and G.F. Arkin. 1989. Water Deficit Timing Effects on Yield Components in Maize. *Agronomy Journal* 81: 61-65.

Grudloyma, P., T. Budthong, N. Kamlar. 2005. Identification of Tropical Late Yellow Maize under Water Stress Conditions. Pages 132-135. I*n* Proceedings of the Ninth Asian Regional Maize Workshop. September, 5-9 2005. Beijing, China.

Huang, R., C.J. Birch and D.L. Goerge. 2006. Water Use Efficiency in Maize Production – the Challenging and Improvement Strategies. 6th Triennial Conference 2006. Maize Association of Australia.

McIntyre and Loveday, 1974 . Bulk density, pp. 38-42, *In* Methods for Analysis of Irrigated Soils, Loveday, J. (ed). Commonwealth Agricultural Bureaux Technical Commmunication No 54, Farnham Royal, England.