การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพรลีนของพันธุ์อ้อยในสภาพการขาดน้ำในโรงเรือน

Change in Proline Content of Sugarcane Varieties under Drought Condition in Nursery

เกศรินทร์ แฉ่งวงศ์, [1*] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน [1,2] และ ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล [3]

Ketsarin Chaengwong,[1*] Rewat Lersrutaiyotin [1,2] and Chainarong Rattanakreetakul [3]

ABSTRACT

Proline content were evaluated in 3-month seedlings under nursery condition of 17 sugarcane varieties treated with 4 watering patterns namely: 1. control 2. reducing half amount of water for 9 days 3. no watering for 9 days and 4. no watering for 12 days. Split plot design having watering pattern as main plot and sugarcane varieties as sub plot was conducted. Five replications of 1 pot of 1 seedling were used. Proline contents were measured after watering treatment periods and after recovery periods. Significant differences in proline content of sugarcane varieties were observed in sugarcane receiving water stress treatments after both watering treatment periods and after recovery periods, while non-significant differences were observed in sugarcane receiving control treatment after both watering treatment periods and recovery periods. Moreover, the significant difference of watering patterns were observed increase in proline contents after water stress periods which had different levels of water potential in soil. The increase of proline content after water stress periods were 106.4, 199.7 and 327.9 percent at the -25, -78 and -94 kPa of water potential in soil of water stress treatments, respectively, while control treatment had -8 kPa of water potential in soil. The decrease in proline content after recovery periods of water stress treatments to almost the same levels, which had almost the same high levels of water potential in soil, were observed to be non-significant.Nevertheless,

[1*] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Cane and Sugar Research and Development Center, Research and Development Institute at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[3] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, NakhonPathom 73140, Thailand.

*Corresponding author: Tel. 08-5728-1071, E-mail address: Ket_kampong@hotmail.com

significant differences were observed in proline contents after recovery periods between the water stress treatments and control. High variation in proline content of 17 sugarcane varieties were observed in water stress treatments, especially after stress periods, than in that of control. Level of variation in proline contents were about the same in those of water stress treatments having different levels of water potential in soil. When the comparative percentage of proline between the water stress treatments and control treatment were considered, the higher variation of comparative percentage was observed in sugarcane receiving no watering for 12 days than in those receiving reducing amount of water or no watering for 9 days. Therefore, using comparative percentage of proline content between sugarcane receiving no watering for 12 days having -94 kPa of water potential in soil and control was suitable for selection of proline contents in sugarcane varieties under water stress condition.

Keywords: proline content, sugarcane varietie, drought condition

บทคัดย่อ

ได้ทำการตรวจสอบปริมาณโพรลีนในอ้อย 17 พันธุ์ โดยมีรูปแบบการให้น้ำ 4 แบบ ได้แก่ 1. ให้น้ำปกติ 2. ให้น้ำลดลงครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 9 วัน 3. งดให้น้ำเป็นเวลา 9 วัน และ 4. งดให้น้ำเป็นเวลา 12 วัน ในอ้อยอายุ 3 เดือน ที่ปลูกในกระถางในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมีวิธีการให้น้ำเป็นปัจจัยหลัก และพันธุ์อ้อยเป็นปัจจัยรอง ทำ 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 1 กระถางที่มีอ้อย 1 ต้น ทำการตรวจสอบปริมาณโพรลีนที่หลังการลดหรืองดน้ำและหลังการฟื้นตัว และคำนวณเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีน ระหว่างอ้อยที่ได้รับการงดน้ำวิธีต่างๆ กับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติเมื่อหลังการงดน้ำ และระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการงดน้ำในแต่ละวิธีการให้น้ำ จากการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของพันธุ์อ้อยในลักษณะปริมาณโพรลีนในอ้อยอายุ 3 เดือน เมื่อได้รับสภาพขาดน้ำ ทั้งหลังการงดน้ำและฟื้นตัว โดยไม่พบความแตกต่างของพันธุ์อ้อยในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ พบระดับนัยสำคัญของวิธีการให้น้ำในสภาพขาดน้ำ เฉพาะช่วงหลังการงดน้ำที่มีระดับของความต่างศักย์ของน้ำในดินต่างกัน โดยพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนตามระดับการขาดน้ำเท่ากับ 106.4, 199.7 และ 327.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีความแตกต่างของความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -25, -78 และ -94 kPa ตามลำดับ เทียบกับที่ได้รับน้ำปกติที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -8 kPa แต่ ในช่วงหลังการฟื้นตัวที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินเพิ่มขึ้น อ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำโดยวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน มีปริมาณโพรลีนลดลงโดยมีค่าที่ใกล้เคียงกันและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงหลังการฟื้นตัวในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณโพรลีนในพันธุ์อ้อย 17 พันธุ์ที่ศึกษา พบว่าเมื่อได้รับสภาพการขาดน้ำมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าในสภาพที่ได้รับน้ำปกติ โดยเฉพาะในช่วงหลังการงดน้ำที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันในอ้อยที่มีระดับความต่างศักย์ของน้ำในดินแตกต่างกัน แต่เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนระหว่างอ้อยที่ได้รับสภาพการขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในอ้อยที่งดน้ำ 12 วัน สูงกว่าอ้อยที่ลดหรืองดน้ำ 9 วัน ดังนั้นการใช้เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนระหว่างอ้อยที่ได้รับสภาพการขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ ที่ได้รับการงดน้ำเป็นเวลา 12 วัน โดยมีความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -94 kPa และมีความเหมาะสมในการใช้ในการคัดแยกพันธุ์อ้อยโดยการตรวจสอบปริมาณโพรลีน

คำสำคัญ: ปริมาณโพรลีน พันธุ์อ้อย สภาพแล้ง

คำนำ

การขาดน้ำเป็นปัญหาหลักที่ทำให้ผลผลิตทางพืชไร่ลดลงมากกว่า 50 % ในพื้นที่การเกษตรทั่วโลก (Mahajan and Tuteja, 2005) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช การตรวจสอบศักยภาพการทนแล้งของพืช โดยการวิเคราะห์สารที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่มีสภาพแล้ง สามารถใช้ เพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกพืชทนแล้ง สายันห์ (2537) รายงานว่า เมื่อพืชได้รับสภาพขาดน้ำจะส่งผลให้น้ำในพืชลดลง พืชจะมีการลดศักย์ของน้ำเพื่อช่วยให้เกิดความต่างศักย์ของน้ำระหว่างดินกับพืช เมื่อน้ำในดินลดน้อยลงจนถึงจุดที่พืชดึงไปใช้ได้น้อยมาก พืชจะปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ โดย Hore *et al.* (1998) ได้รายงานว่าในสภาพการขาดน้ำ พืชมีการรักษาศักย์ของน้ำ โดยการสะสมสารบางชนิด เช่น โพรลีน ไกลซีน บีเทน กรดอินทรีย์ และน้ำตาล ในรูปของสารละลายในไซโตพลาสซึม เพื่อปรับแรงดันออสโมติกภายในเซลล์พืช ทั้งนี้ได้มีการศึกษาการสะสมโพรลีนกับการทนแล้งของพืช โดยที่ Molinari *et al.*(2004) ได้รายงานว่าการสะสมโพรลีนจะแตกต่างในชนิดและพันธุ์พืช นอกจากนี้ Newton *et al.* (1986) รายงานว่า เมื่อพืชอยู่ในสภาพขาดน้ำจะส่งผลให้มีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการสะสมปริมาณโพรลีนในอ้อยที่ได้รับสภาพการขาดน้ำ แบบ ต่างๆ ในสภาพโรงเรือน เพื่อเป็นการตรวจสอบศักยภาพและเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์อ้อยที่ศึกษามีจำนวน 17 พันธุ์ เป็นพันธุ์กำแพงแสนของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 14 พันธุ์ และพันธุ์ของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายจำนวน 3 พันธุ์ นำท่อนพันธุ์ 1 ตา ปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว กระถางละ 1 ตา วัสดุปลูกเป็นดินกับทรายอัตราส่วน 1:1 ทำการดูแลรักษาโดยรดน้ำทุก 3 วัน แต่ละครั้งให้น้ำ 1 ลิตร/กระถาง จนอ้อยอายุ 3 เดือน จึงทำการทดลองโดยมี 4 วิธีการให้น้ำ ได้แก่

1. ให้น้ำปกติ
2. ลดปริมาณน้ำครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 9 วัน
3. งดการให้น้ำเป็นเวลา 9 วัน
4. งดการให้น้ำเป็นเวลา 12 วัน

เก็บตัวอย่างหลังฟื้นตัว ทำการเก็บพร้อมกับทุกวิธีการให้น้ำ โดยเก็บตัวอย่างที่ 7 วัน หลังการงดน้ำ 12 วัน หรือ 9 วัน หลังการลดหรืองดปริมาณน้ำ 9 วัน และการให้น้ำปกติ ทำการเก็บข้อมูลเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาลดหรืองดน้ำ และระยะเวลาฟื้นตัวต่อไปนี้

1. ความต่างศักย์ของดิน โดยใช้เครื่องวัดแรงดึงน้ำของดิน (tensiometer)
2. ความชื้นของดิน โดยนำตัวอย่างดินมาชั่ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ของดิน โดยใช้สูตร

$$= \frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ}} \times 100$$

3. ปริมาณโพรลีน ตรวจสอบโดยวิธีของ Bates *et al.* (1973) และคำนวณเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีน 2 ค่า ได้แก่

3.1 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในสภาพการลดหรืองดน้ำ ของอ้อยแต่ละพันธุ์ โดยมีสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{ปริมาณโพรลีนของอ้อยที่ได้รับสภาพการลดหรืองดน้ำ}}{\text{ปริมาณโพรลีนของอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ}} \times 100$$

3.2 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในสภาพฟื้นตัว ของแต่ละวิธีการให้น้ำ โดยมีสูตรดังนี้

$$= \frac{\text{ปริมาณโพรลีนของอ้อยหลังระยะฟื้นตัว}}{\text{ปริมาณโพรลีนของอ้อยหลังระยะลดหรืองดน้ำ}} \times 100$$

วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมีวิธีการให้น้ำเป็นปัจจัยหลัก และพันธุ์อ้อยเป็นปัจจัยรอง แต่ละสิ่งทดลองมี 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 1 กระถางที่มีอ้อย 1 ต้น ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ผลและวิจารณ์

ปริมาณโพรลีนหลังการลดหรืองดน้ำ

การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณโพรลีนเมื่อไม่มีการงดน้ำ (Table 1) ซึ่งมีค่าความต่างศักย์เท่ากับ -8 kPa มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.202 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณโพรลีนเมื่อลดน้ำ 9 วัน งดน้ำ 9 วัน และงดน้ำ 12 วัน ที่มีค่าความต่างศักย์เท่ากับ -25, -78 และ -94 kPa (Figure 1) และมีความชื้นในดินเท่ากับ 17.56, 11.31 และ 8.43 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ตามลำดับ มีค่าเพิ่มเป็น 0.321, 0.455 และ 0.589 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ตามลำดับ ทั้งนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกวิธีการให้น้ำ โดยที่วิธีการลดหรืองดน้ำ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในพันธุ์อ้อยใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.341, 0.296 และ 0.330 ตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีการลดหรืองดน้ำ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณโพรลีนในพันธุ์อ้อยที่ต่ำเท่ากับ 0.090 สอดคล้องกับ Suriyan and Chalermpol (2009) และ พัฒนศักดิ์ (2550) ที่รายงานว่ามีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสภาพการขาดน้ำ ลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อยมีการลดลง สามารถใช้เป็นดัชนีความทนแล้งในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยได้ โดยที่เมื่อพิจารณาพันธุ์อ้อยในแต่ละวิธีการให้น้ำ พบว่าระดับปริมาณโพรลีนในอ้อยที่ไม่ทำการงดน้ำ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.363 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุดเท่ากับ 0.071 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ส่วนในอ้อยที่ได้รับการลดปริมาณน้ำครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 9 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.758 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุดเท่ากับ 0.038 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight โดยมีกลุ่มพันธุ์ของระดับนัยสำคัญทางสถิติเป็น 2 กลุ่ม ส่วนอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 9 วันมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.187 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุดเท่ากับ 0.066 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight โดยมีกลุ่มพันธุ์ของระดับนัยสำคัญทางสถิติเป็น 3 กลุ่ม และอ้อยที่ได้รับการงดน้ำเป็นเวลา 12 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.255 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุด

เท่ากับ 0.035 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight โดยมีกลุ่มพันธุ์ของระดับนัยสำคัญทางสถิติเป็น 3 กลุ่ม

การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในพันธุ์อ้อยหลังจากได้รับวิธีการให้น้ำต่างกัน ที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินแตกต่างกันมาก (Table 2) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา แต่ทั้งนี้พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละวิธีการให้น้ำต่างกัน โดยพันธุ์อ้อยจำนวน 8 พันธุ์ จากที่ทดสอบ 17 พันธุ์ พันธุ์ที่ได้รับน้ำปกติ มีระดับโพรลีนที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำ พบว่า มีพันธุ์อ้อยที่มีระดับโพรลีนที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 6, 3 และ 1 พันธุ์ เมื่อได้รับสภาพลดน้ำ 9 วัน สภาพขาดน้ำ 9 วัน และสภาพขาดน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณานัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำ พบว่ามีพันธุ์จำนวน 7 พันธุ์ ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ K 95-84 กำแพงแสน 00-58 กำแพงแสน 00-148 กำแพงแสน 01-1-25 กำแพงแสน 01-3-5 และ กำแพงแสน 01-41-5 เช่นเดียวกับ ธวัช (2535) ที่ได้รายงานว่า การสะสมปริมาณโพรลีนจะแตกต่างกันในข้าวโพดที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน และจะเริ่มสะสมเมื่ออยู่ในสภาพการขาดน้ำในระดับปานกลางถึงระดับที่รุนแรง

Figure 1 Water potential in soil after water stress periods and after recovery periods of different watering patterns

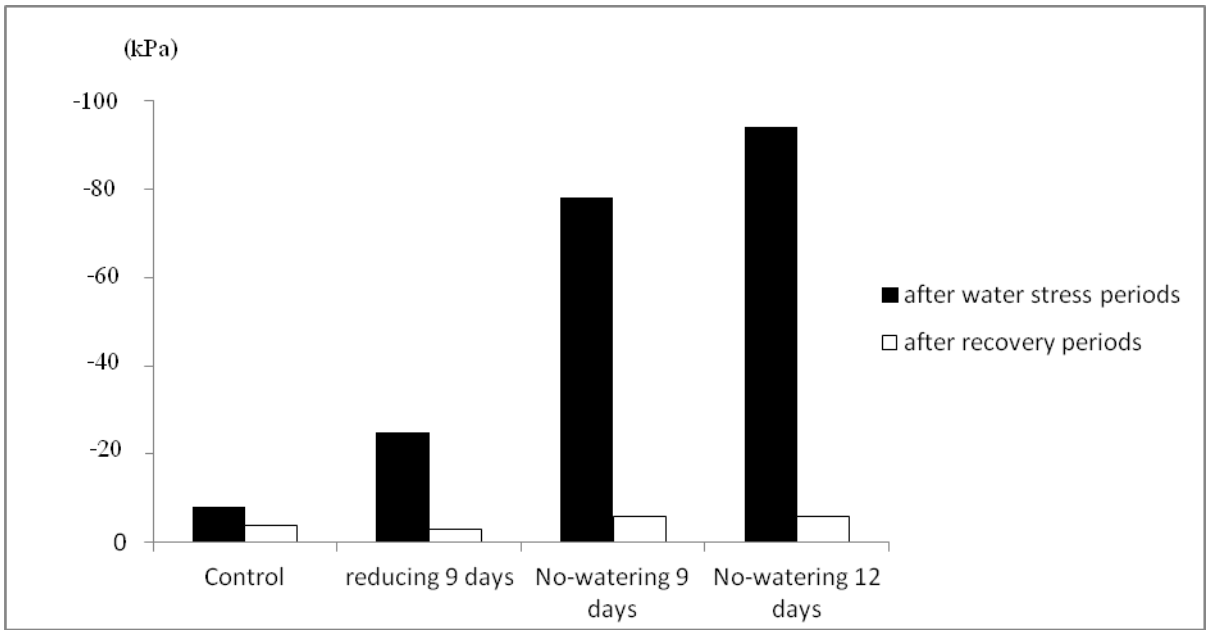

Figure 2 Soil moisture percentage after water stress periods and after recovery periods of different watering patterns

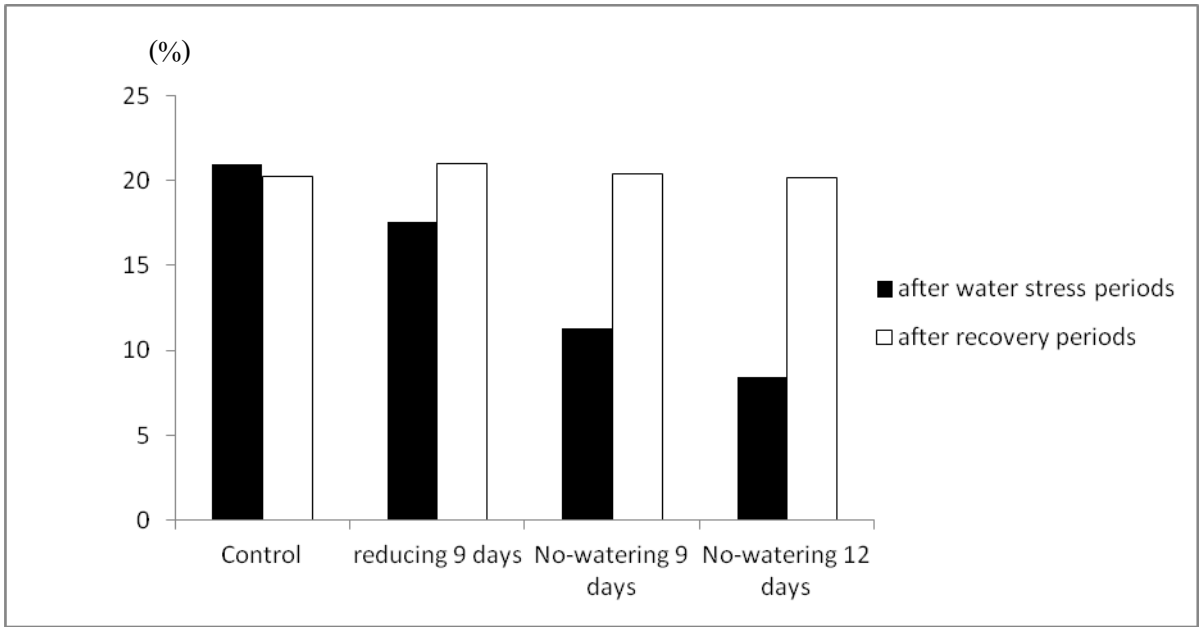

Table 1 Average proline contents after water stress periods of 17 sugarcane varieties receiving different watering pattern in nursery

Varieties	Proline content (10^{-5} M/g fresh weight)				
	Control	Reducing 9 days [1/]	No-watering 9 days	No-watering 12 days	**Average**
K88-92	0.073 B	0.295 b [2/] / B [3/]	0.343 ab / AB	0.600 ab / A	**0.328 b**
K95-84	0.221 B	0.566 b / AB	0.463 b / AB	1.038 a / A	**0.572 ab**
LK92-11	0.089 B	0.174 b / AB	0.096 b / B	0.393 ab / A	**0.188 b**
Kamphaeng Saeng 94-13	0.186 B	0.123 b / B	0.612 ab / A	0.513 ab / AB	**0.358 ab**
Kamphaeng Saeng 00-58	0.363 A	0.068 b / B	0.090 b / B	0.285 b / AB	**0.201 b**
Kamphaeng Saeng 00-92	0.242 B	0.192 b / B	0.760 a / A	0.348 b / AB	**0.386 ab**
Kamphaeng Saeng 00-105	0.071 B	0.038 b / C	0.146 b / BC	1.255 a / A	**0.377 ab**
Kamphaeng Saeng 00-148	0.289 B	1.129 a / A	0.510 ab / AB	0.545 ab / AB	**0.618 a**
Kamphaeng Saeng 00-176	0.190 AB	0.101 b / B	0.709 a / A	0.239 b / AB	**0.310 b**
Kamphaeng Saeng 01-1-12	0.312 AB	0.154 b / B	0.318 b / AB	0.857 a / A	**0.410 ab**
Kamphaeng Saeng 01-1-25	0.177 B	0.758 a / A	1.187 a / A	0.203 b / AB	**0.581 ab**
Kamphaeng Saeng 01-3-5	0.133 B	1.035 a / A	0.235 b / AB	0.956 a / A	**0.590 a**
Kamphaeng Saeng 01-3-15	0.175 AB	0.079 b / B	0.440 b / AB	0.905 a / A	**0.400 ab**
Kamphaeng Saeng 01-4-29	0.278 B	0.243 b / B	0.461 b / AB	0.508 ab / A	**0.373 ab**
Kamphaeng Saeng 01-10-2	0.341 AB	0.187 b / AB	0.066 b / B	0.674 ab / A	**0.317 b**
Kamphaeng Saeng 01-11-6	0.162 B	0.095 b / BC	0.747 a / A	0.035 b / C	**0.259 b**
Kamphaeng Saeng 01-41-5	0.142 B	0.214 b / AB	0.546 ab / A	0.655 ab / A	**0.389 ab**
Average	**0.202 d**	**0.321 c**	**0.455 b**	**0.589 a**	
S.D.	**0.090**	**0.341**	**0.296**	**0.330**	

[1/] Reducing half amount of water to 0.5 liter/ time

[2/] Different small letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[3/] Different capital letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

ปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัว

การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำ

หลังการสิ้นสุดระยะเวลาของการลดหรืองดน้ำมีระยะฟื้นตัวเป็นเวลา 7 วัน ได้ทำการตรวจสอบปริมาณโพรลีน (Table 2) เป็นปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัว พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโพรลีนเมื่อไม่มีการงดน้ำ ซึ่งมีค่าความต่างศักย์หลังการฟื้นตัวเท่ากับ -4 kPa มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.089 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณโพรลีนของอ้อยที่ได้รับการลดหรืองดน้ำ ไม่

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ ศริญญา (2550) ที่รายงานว่า เมื่ออยู่ในสภาวะเครียดพืชมีการสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น และปริมาณโพรลีนจะลดลงเมื่อฟื้นจากสภาวะเครียด โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณโพรลีนเมื่อลดน้ำ 9 วัน งดน้ำ 9 วัน และงดน้ำ 12 วัน ที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -3, -6 และ -6 kPa (Figure 1) และมีความชื้นในดินเท่ากับ 21.01, 20.38 และ 20.19 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight (Figure 2) ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0.160, 0.155 และ 0.165 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ตามลำดับ โดยที่อ้อยที่ได้รับสภาพการขาดน้ำ มีการแปรปรวนของปริมาณโพรลีนที่ต่ำใกล้เคียงกัน (0.073-0.096) และใกล้เคียงกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ (0.067) การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยเมื่อพิจารณาพันธุ์อ้อยในแต่ละวิธีการให้น้ำพบว่าระดับปริมาณโพรลีนในอ้อยที่ไม่ทำการงดน้ำ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.205 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.000 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ส่วนที่ได้รับการลดน้ำเป็นเวลา 9 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.328 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 0.065 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight ในขณะที่อ้อยที่ได้รับการงดน้ำเป็นเวลา 9 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.335 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุดเท่ากับ 0.032 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และอ้อยที่ได้รับน้ำเป็นเวลา 12 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.317 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight และต่ำสุดเท่ากับ 0.012 $\times 10^{-5}$ M/g fresh weight

การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในพันธุ์อ้อยในระยะฟื้นตัว หลังจากที่ได้รับวิธีการให้น้ำต่างกัน ที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินใกล้เคียงกัน (Table 2) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา แต่ทั้งนี้พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละวิธีการให้น้ำต่างกัน โดยพันธุ์อ้อยจำนวน 11 พันธุ์ จากที่ทดสอบ 17 พันธุ์ ที่ได้รับน้ำปกติ มีระดับโพรลีนที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำ พบว่า มีพันธุ์อ้อยที่มีระดับโพรลีนที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 4, 5 และ 3 พันธุ์ เมื่อได้รับสภาพลดน้ำ 9 วัน สภาพขาดน้ำ 9 วัน และสภาพขาดน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณานัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำ พบว่ามีพันธุ์จำนวน 6 พันธุ์ ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ K 95-84 กำแพงแสน 00-58กำแพงแสน 00-105 กำแพงแสน 01-3-5 กำแพงแสน 01-3-15 และกำแพงแสน 01-4-29

Table 2 Average proline contents after recovery periods of 17 sugarcane varieties receiving different watering pattern in nursery

Varieties	Proline content (10^{-5} M/g fresh weight)				
	Control	Reducing 9 days [1/]	No-watering 9 days	No-watering 12 days	**Average**
K88-92	0.087 AB	0.065 b[2/] / B[3/]	0.107 b / A	0.100 b / AB	**0.089 b**
K95-84	0.049 B	0.196 ab / A	0.257 a / A	0.167 ab / AB	**0.167 a**
LK92-11	0.129 AB	0.131 ab / AB	0.158 ab / A	0.079 b / B	**0.124 ab**
Kamphaeng Saeng 94-13	0.189 AB	0.247 a / A	0.083 b / B	0.297 a / A	**0.204 a**
Kamphaeng Saeng 00-58	0.043 B	0.272 a / A	0.237 a / A	0.102 b / AB	**0.163 a**
Kamphaeng Saeng 00-92	0.045 B	0.236 a / A	0.032 b / B	0.155 b / AB	**0.154 ab**
Kamphaeng Saeng 00-105	0.046 B	0.190 ab / A	0.206 a / A	0.107 b / AB	**0.137 ab**
Kamphaeng Saeng 00-148	0.076 AB	0.127 ab / A	0.082 b / AB	0.056 b / B	**0.085 b**
Kamphaeng Saeng 00-176	0.162 AB	0.118 b / AB	0.071 b / B	0.237 a / A	**0.147 ab**
Kamphaeng Saeng 01-1-12	0.205 B	0.328 a / A	0.124 b / B	0.209 a / AB	**0.216 a**
Kamphaeng Saeng 01-1-25	0.000 B	0.141 b / AB	0.185 ab / A	0.012 b / B	**0.084 b**
Kamphaeng Saeng 01-3-5	0.034 B	0.066 b / AB	0.153 ab / A	0.110 b / AB	**0.091 b**
Kamphaeng Saeng 01-3-15	0.064 B	0.158 ab / AB	0.168 ab / AB	0.195 ab / A	**0.146 ab**
Kamphaeng Saeng 01-4-29	0.014 B	0.074 b / B	0.124 b / AB	0.179 ab / A	**0.098 b**
Kamphaeng Saeng 01-10-2	0.132 B	0.205 ab / A	0.171 ab / AB	0.198 ab / A	**0.177 a**
Kamphaeng Saeng 01-11-6	0.127 AB	0.095 b / B	0.335 a / A	0.317 a / A	**0.219 a**
Kamphaeng Saeng 01-41-5	0.118 B	0.066 b / B	0.145 ab / B	0.285 a / A	**0.154 a**
Average	**0.089 b**	**0.160 a**	**0.155 a**	**0.165 a**	
S.D.	**0.067**	**0.080**	**0.073**	**0.096**	

[1/] Reducing half amount of water to 0.5 liter/ time

[2/] Different small letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[3/] Different capital letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบหลังการงดน้ำ

การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำ

เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนของอ้อยที่ได้รับการลดหรืองดน้ำ กับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ (Table 3) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนในวิธีการลดหรืองดน้ำ โดยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 106.4,199.7 และ 327.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อลดน้ำ 9 วัน งดน้ำ 9 วัน และงดน้ำ 12 วัน ซึ่งมีความแตกต่างของค่าความต่างศักย์เท่ากับ -17, -70 และ -87 kPa ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบเมื่อลดน้ำ 9 วัน และงดน้ำ 9 วัน (234.0 และ 220.4 ตามลำดับ) มีค่าใกล้เคียงกัน โดยน้อยกว่าเมื่องดน้ำ 12 วัน (441.3) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพรลีนของอ้อยที่ได้รับการลดหรืองดน้ำ กับที่ไม่ได้รับการงด

น้ำ (Table 3) พบว่าการลดปริมาณน้ำครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 9 วัน มีพันธุ์ที่มีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นจำนวน 8 พันธุ์ และลดลงจำนวน 9 พันธุ์ โดยที่มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 897.60 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ลดลงมากที่สุดเท่ากับ 20.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่งดน้ำ 9 วัน พันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นยกเว้นพันธุ์กำแพงแสน 01-1-12, กำแพงแสน 01-10-2 และกำแพงแสน 00-58 มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 811.66 เปอร์เซ็นต์ และการงดน้ำเป็นเวลา 12 วัน พบว่าพันธุ์อ้อยเกือบทุกพันธุ์มีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น ยกเว้นพันธุ์กำแพงแสน 01-11-6 และกำแพงแสน 00-58 มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 1,879.71 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อย

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติในระยะหลังการลดหรืองดน้ำ (Table 3) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา โดยอ้อยที่ได้รับการลดน้ำ 9 วัน พบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่ต่ำ โดยมีพันธุ์อ้อยที่ค่าต่ำและสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 12 และ 2 พันธุ์ ตามลำดับ ส่วนอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 9 วัน พบว่ามีจำนวนพันธุ์อ้อยที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่ต่ำและสูงใกล้เคียงกัน เป็นจำนวนเท่ากับ 8 และ 6 พันธุ์ ตามลำดับ และอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 12 วัน พบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่สูง เป็นจำนวนเท่ากับ 3 และ 13 พันธุ์ ตามลำดับ

Teble 3 Comparative percentage of proline contents after water stress periods between water stress treatments and control of 17 sugarcane varieties in nursery

Varieties	Comparative percentage (%) [4/]			
	Reducing 9 days [1/]	No-watering 9 days	No-watering 12 days	**Average**
K88-92	368.6 ab [2/] / B [3/]	449.8 ab / B	866.9 b /A	**561.8 a**
K95-84	292.2 ab / B	205.2 b / B	561.9 bc / A	**353.1 b**
LK92-11	250.3 ab / AB	133.8 b / B	437.9 bc / A	**274.0 bc**
Kamphaeng Saeng 94-13	72.4 b / B	412.8 ab / A	326.2 c / A	**270.5 bc**
Kamphaeng Saeng 00-58	20.2 b / B	27.1 b / B	85.4 c / A	**44.2 c**
Kamphaeng Saeng 00-92	110.9 b / B	811.7 a / A	279.3 c / AB	**400.6 b**
Kamphaeng Saeng 00-105	55.0 b / C	205.2 b / B	1879.7 a / A	**713.3 a**
Kamphaeng Saeng 00-148	501.7 ab / A	182.9 b / B	208.6 c / B	**297.7 bc**
Kamphaeng Saeng 00-176	53.3 b / B	387.1 ab / B	123.0 c / A	**187.8 c**
Kamphaeng Saeng 01-1-12	46.4 b / B	97.8 b / B	311.2 bc / A	**151.8 c**
Kamphaeng Saeng 01-1-25	441.1 ab / AB	665.6 a / A	117.4 c / B	**408.0 b**
Kamphaeng Saeng 01-3-5	897.6 a / A	172.0 b / B	740.0 b / A	**603.9 a**
Kamphaeng Saeng 01-3-15	45.3 b / C	246.8 b / B	530.9 bc / A	**274.3 bc**
Kamphaeng Saeng 01-4-29	91.7 b / B	171.4 b / A	169.8 c / A	**144.3 c**
Kamphaeng Saeng 01-10-2	57.7 b / B	17.9 b / AB	187.3 c / A	**87.6 c**
Kamphaeng Saeng 01-11-6	57.1 b / AB	478.7 ab / A	22.5 c / B	**186.1 c**
Kamphaeng Saeng 01-41-5	147.9 b / B	429.3 ab / A	426.8 bc / A	**334.7 bc**
Average	**206.4 b**	**299.7 ab**	**427.9 a**	
S.D.	**234.0**	**220.4**	**441.3**	

[1/] Reducing half amount of water to 0.5 liter/ time

[2/] Different small letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[3/] Different capital letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[4/] $\frac{\text{Proline content after water stress periods of water stress treatments}}{\text{Proline content after water stress periods of control}} \times 100$

เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบหลังการฟื้นตัว

การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำ

เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนของอ้อยหลังการฟื้นตัว กับหลังได้รับการลดหรืองดน้ำ (Table 4) พบว่าในสภาพที่ได้รับน้ำปกติ มีการลดลงของปริมาณโพรลีนลงประมาณครึ่งหนึ่ง (54.6%) และเมื่อพิจารณาอ้อยที่ได้รับการลดหรืองดน้ำ พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของอ้อยที่ลดน้ำลงครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 9 วัน มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนโดยมีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบเท่ากับ 129.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ พบว่ามีปริมาณโพรลีนลดลง โดยอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 9 และ 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบเท่ากับ 71.5 และ 80.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าความต่างศักย์หลังการลดหรืองดน้ำกับหลังการฟื้นตัว พบว่าในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ อ้อยที่ได้รับการลดน้ำ 9 วัน อ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 9 วัน และอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 12 วัน มีความต่างศักย์เพิ่มขึ้นเท่ากับ -4, -22, -72 และ -88 kPa คิดเป็น 50.00, 88.00, 92.31 และ 93.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ เมื่อมีความต่างศักย์ของดินเพิ่มขึ้น (จาก -8 เป็น -4) มีผลให้มีปริมาณโพรลีนลดลงในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (54.6%) ในขณะที่อ้อยที่ได้รับการลดน้ำ พบว่าในระยะหลังฟื้นตัวมีปริมาณโพรลีนสูงกว่าหลังการลดน้ำ ทั้งที่มีการเพิ่มขึ้นของค่าความต่างศักย์ในดิน ส่วนอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ พบว่าในระยะหลังการฟื้นตัวมีปริมาณโพรลีนต่ำกว่าหลังระยะงดน้ำ แต่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงที่น้อยกว่าอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ โดยอ้อยที่งดน้ำ 9 และ 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์โพรลีนลดลงเท่ากับ 28.5 และ 19.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากัน

การเปรียบเทียบพันธุ์อ้อย

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติในระยะหลังการลดหรืองดน้ำ (Table 4) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา โดยอ้อยที่ได้รับการลดน้ำ 9 วัน พบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่ต่ำ โดยมีพันธุ์อ้อยที่มีค่าต่ำและสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 12 และ 2 พันธุ์ ตามลำดับ ส่วนอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 9 วัน พบว่ามีจำนวนพันธุ์อ้อยที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่ต่ำและสูงใกล้เคียงกัน เป็นจำนวนเท่ากับ 8 และ 6 พันธุ์ ตามลำดับ และอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 12 วัน พบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่สูงเป็นจำนวนเท่ากับ 3 และ 13 พันธุ์ ตามลำดับ

Teble 4 Comparative percentage of proline contents between after recovery periods and after water stress periods of 17 sugarcane varieties in nursery

	Comparative percentage (%) [4/]				
Varieties	Control	Reducing 9 days [1/]	No-watering 9 days	No-watering 12 days	**Average**
K88-92	115.1 a.[2/] / A[3/]	42.1 c / AB	42.2 c / AB	18.7 c / B	**54.5 c**
K95-84	30.4 b / B	35.0 c / B	66.5 b / B	16.2 c / AB	**37.0 c**
LK92-11	158.7 a / AB	89.8 b / AB	172.8 b / AB	19.8 c / B	**110.2 b**
Kamphaeng Saeng 94-13	120.4 a / A	201.9 b / A	14.1 c / B	57.5 bc / AB	**98.5 b**
Kamphaeng Saeng 00-58	9.6 b / B	409.1 a / A	264.3 b / A	36.3 c / B	**179.8 a**
Kamphaeng Saeng 00-92	46.8 b / B	177.4 b / A	5.4 c / C	44.3 bc / B	**68.5 c**
Kamphaeng Saeng 00-105	67.2 a / B	523.5 a / A	160.2 b / B	8.9 c / C	**189.9 a**
Kamphaeng Saeng 00-148	23.4 b / A	17.0 c / A	15.9 c / A	10.4 c / A	**16.7 c**
Kamphaeng Saeng 00-176	89.0 a / A	113.7 b / A	9.4 c / B	106.9 b / A	**79.7 b**
Kamphaeng Saeng 01-1-12	62.3 a / B	244.6 ab / A	35.4 c / C	26.4 c / C	**92.2 b**
Kamphaeng Saeng 01-1-25	0.0 b / B	65.8 b / A	16.3 c / B	8.8 c / B	**22.7 c**
Kamphaeng Saeng 01-3-5	29.4 b / B	12.2 c / B	74.7 b / A	11.5 c / B	**31.9 c**
Kamphaeng Saeng 01-3-15	37.3 b / B	199.4 b / A	31.4 c / B	41.6 bc /AB	**77.4 c**
Kamphaeng Saeng 01-4-29	4.8 b / A	30.6 c / A	27.1 c / A	34.1 c / A	**24.1 c**
Kamphaeng Saeng 01-10-2	38.9 b / C	113.7 b / B	699.4 a / A	39.2 c / C	**223.8 a**
Kamphaeng Saeng 01-11-6	80.2 a / B	107.0 b/ B	44.9 c / C	905.5 a / A	**284.4 a**
Kamphaeng Saeng 01-41-5	90.1 a / A	32.1 c / B	26.6 c / B	55.5 bc / AB	**51.1 c**
Average	**59.0 b**	**142.3 a**	**100.4 ab**	**84.8 b**	
S.D.	**44.8**	**142.6**	**169.8**	**212.9**	

[1/] Reducing half amount of water to 0.5 liter/ time

[2/] Different small letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[3/] Different capital letters showed the differences between sugarcane varieties under each watering pattern at 0.05 significant level by LSD

[4/] $\frac{\text{Proline content after recovery periods}}{\text{Proline content after water stress periods}} \times 100$

สรุปผลการทดลอง

พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของพันธุ์อ้อยในลักษณะปริมาณโพรลีนในอ้อยอายุ 3 เดือน เมื่อได้รับสภาพขาดน้ำ ทั้งหลังช่วงการงดน้ำและฟื้นตัว โดยไม่พบความแตกต่างของพันธุ์อ้อยในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ พบระดับนัยสำคัญของวิธีการให้น้ำในสภาพขาดน้ำ เฉพาะช่วงหลังการงดน้ำที่มีระดับของความต่างศักย์ของน้ำในดินต่างกัน โดยพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณโพรลีนตามระดับการขาดน้ำ เท่ากับ 106.4,199.7 และ 327.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีความแตกต่างของความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -25, -78 และ -94 kPa

ตามลำดับ เทียบกับที่ได้รับน้ำปกติที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -8 kPa แต่ในช่วงหลังการฟื้นตัวอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำโดยวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน มีความต่างศักย์ของน้ำในดินเพิ่มขึ้นและมีค่าใกล้เคียงกัน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงหลังการฟื้นตัวในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ แต่เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัวกับหลังการขาดน้ำ พบว่าอ้อยที่ได้รับสภาพการขาดน้ำที่สูง (-94 kPa) มีปริมาณโพรลีนต่ำลง นอกจากนี้ยังพบว่าในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติที่มีความต่างศักย์ของน้ำในดินที่สูง มีปริมาณโพรลีนที่ต่ำลงโดยมีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบใกล้เคียงกับที่ได้รับสภาพขาดน้ำที่สูง

พบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณโพรลีนในพันธุ์อ้อย 17 พันธุ์ ที่ศึกษา เมื่อได้รับสภาพการขาดน้ำมากกว่าในสภาพที่ได้รับน้ำปกติ โดยเฉพาะในช่วงหลังการงดน้ำ โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันในอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำที่ได้รับวิธีการให้น้ำต่างๆ ถึงแม้ว่ามีระดับความต่างศักย์ของน้ำในดินแตกต่างกันตามวิธีการให้น้ำในสภาพขาดน้ำ แต่เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีน พบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในอ้อยที่ได้รับการงดน้ำ 12 วัน สูงกว่าอ้อยที่ได้รับการลดหรืองดน้ำ 9 วัน ดังนั้นการใช้เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีน ที่ได้รับการงดน้ำเป็นเวลา 12 วัน โดยมีความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -94 kPa มีความเหมาะสมในการใช้คัดแยกพันธุ์อ้อยโดยการตรวจสอบปริมาณโพรลีน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาพันธุ์อ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำ พบว่ามีแนวโน้มที่มีระดับโพรลีนที่สูงเมื่อได้รับสภาพขาดน้ำที่สูง แต่ทว่าพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีระดับโพรลีนที่สูงหรือต่ำแตกต่างกัน หลังช่วงการขาดน้ำเมื่อได้รับสภาพขาดน้ำตามแต่ละวิธีการให้น้ำ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัวกับหลังการขาดน้ำ ก็พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ ดังนั้นการคัดแยกพันธุ์อ้อยโดยใช้ปริมาณโพรลีนเพื่อการทนแล้ง อาจต้องทำการทดสอบในสภาพการขาดน้ำในระดับต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

ธวัช เรืองโสภณ. 2535. การประเมินระดับความทนแล้งของข้าวโพดต่างพันธุกรรมโดยใช้การสะสมปริมาณโพรลีนเป็นดัชนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัฒนศักดิ์ รุจิหาญ. 2550. กิจกรรมแอนติออกซิแดนซ์และการสะสมโพรลีนต่อการทนแล้งในอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศริญญา กุลทรงคุณากร. 2550. เมแทบอลิซึมของโพรลีนภายใต้สภาวะเค็มและการฟื้นจากความเครียดในยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายันห์ สดุดี. 2537. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Bate, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39 : 205-207.

Cha-um, S. and C. Kirdmanee. 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. Agricultural Sciences in China, 8(1): 51-58.

Hore, P.D., W.A. Cress and J.V. Staden. 1998. Dissecting the role of osmolyte

accumulation during stress. Plant Cell Environ. 21 : 535-553.

Molinari, H. B. C., C. J. Marur, J. C. B. Filho, A. K. Kobayashi, M. Pileggi, R. P. L. Júnior, L. F. P. Pereira and L. G. E. Vieira. 2004. Osmotic adjustment in transgenic citrus rootstock *Carrizo citrange* (*Citrus sinensis* Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.)

Received 10 July 2012

Accepted 28 October 2012

overproducing proline. Plant Science, 167:1375-1381.

Mahajan, S. and N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives in Biochemistry and Biophysics, 444, 139-135.

Newton, R. J., S. Sen and J. D. Puryear. 1986. Free proline changes in *Pinus taeda* L. callus in response to drought stress. Tree Physiology, 1:325-332.