

**การตรวจสอบลักษณะโพรลีนภายใต้สภาพแล้งในโรงเรือนของพันธุ์อ้อยจากต่างคู่ผสม  
และการศึกษาความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยในสภาพแปลงอาศัยน้ำฝน**  
**Evaluation of Proline Characters under Drought Stress in Nursery in Sugarcane  
Varieties from Different Crosses and Study of Relationship with Cane Yield in  
Field under Rain Fed Condition**

*ณัฐพงศ์ รอดเพชร,<sup>1\*</sup> เรวัต เลิศฤทัยโยธิน,<sup>1,2</sup> ชัยณรงค์ รัตนกริฑากุล<sup>3</sup> และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์<sup>2</sup>*

*Nattapong Rodpet,<sup>1\*</sup> Rewat Lersrutaiyotin,<sup>1,2</sup> Chainarong Rattanakreetakul<sup>3</sup>*

*and Apiwich Songkrasin<sup>2</sup>*

**ABSTRACT**

Evaluation of proline contents of 3-month seedlings of sugarcane was conducted in nursery by having no watering periods for 3 days (control), 8 days and 12 days in 18 sugarcane varieties from 6 crosses. Split plot was used having periods of no watering as main plot and sugarcane varieties as sub plot, in which one plot had one pot. Proline content was measured after stress periods (no watering period) and after recovery period (one week after the end of stress periods). Comparative percentage between the stressed and control sugarcane and comparative percentage between proline content after recovery and after stress periods were calculated. Correlation coefficients between the various characters of proline in nursery and cane yield in field was also calculated. The results revealed that the proline contents of 3-month seedlings of sugarcane under water stresses in nursery significantly increased as the periods of no watering lengthened and water potential in soil decreased. After recovery period, proline contents were decreased. However, proline contents of sugarcane under 12 days of no watering still were higher than proline contents of sugarcane of 8 days and 3 days of no

---

<sup>1\*</sup>ภาควิชาพืชไร่และพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

<sup>3</sup>ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

\*Corresponding author: Tel 08-6162-3563, E-mail address: tambansa@hotmail.com

watering. In addition, the significantly different responsiveness in sugarcane with different stress periods were observed in different crosses and in different varieties of every characters of proline. The results of correlation coefficient between proline characters under drought condition in nursery and average cane yield revealed the significant positive correlation coefficient among every characters of proline of sugarcane having no watering periods for 8 days, having -52 kPa of water potential in soil, and plant cane yield in field under rain fed condition.

**Keywords:** proline content, sugarcane varietie, drought condition, correlation coefficient

### บทคัดย่อ

ได้ตรวจสอบปริมาณโพรลีนในต้นอ้อยอายุ 3 เดือนที่ได้รับสภาพขาดน้ำในโรงเรือน โดยทำการรดน้ำเป็นเวลา 3 วัน (ได้รับน้ำปกติ) 8 วัน และ 12 วัน ในอ้อย 18 พันธุ์จาก 6 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมีวิธีการรดน้ำเป็น main plot และพันธุ์อ้อยเป็น sub plot เพาะท่อนพันธุ์ที่มี 1 ตาในกระถางขนาด 8 นิ้ว แต่ละแปลงย่อยมี 1 กระถาง ตรวจสอบปริมาณโพรลีนหลังการรดน้ำและหลังการฟื้นตัวเมื่อสิ้นสุดระยะเวลางดน้ำ 7 วัน แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนในอ้อยที่งดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ และเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ จากนั้นคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของโพรลีนในโรงเรือน กับผลผลิตอ้อยปลูกของอ้อยที่ปลูกในสภาพแปลง จากผลการทดลองพบว่า อ้อยอายุ 3 เดือนเมื่อได้รับสภาพขาดน้ำในโรงเรือน มีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามระยะเวลาของการรดน้ำที่มีการลดลงของค่าความต่างศักย์ของน้ำในดิน และเมื่ออ้อยในสภาพฟื้นตัวหลังได้รับน้ำ พบว่ามีปริมาณโพรลีนลดลง อย่างไรก็ตามอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำเป็นเวลานาน (12 วัน) ยังคงมีปริมาณโพรลีนที่สูงกว่าอ้อยที่ขาดน้ำ 8 วันและปกติ (3วัน) นอกจากนี้พบลักษณะที่ต่างกันของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในคู่ผสมและพันธุ์อ้อย ที่ได้รับสภาพขาดน้ำเป็นเวลาต่างกันในทุกลักษณะของโพรลีน เมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของลักษณะโพรลีนภายใต้สภาพขาดน้ำในโรงเรือนกับผลผลิตอ้อยปลูกในแปลง พบว่าลักษณะของโพรลีนทุกรูปแบบในสภาพขาดน้ำเป็นเวลา 8 วันในโรงเรือนซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -52 kPa มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตอ้อยในสภาพแปลงอาศัยน้ำฝน

**คำสำคัญ:** ปริมาณโพรลีน พันธุ์อ้อย สภาพแล้ง สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

### คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่พื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 70% เป็นเขตอาศัยน้ำฝนธรรมชาติ (รณยุทธ, 2538) ดังนั้นผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้า Ciais *et al.* (2005) รายงานว่า ปัญหาความแห้งแล้งและการขาดน้ำเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ผลผลิตของพืช

ลดลง Kozlowski (1968) รายงานว่า water stress เป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะสภาวะขาดน้ำ (water deficit) Boyer and McPherson (1976) และ Kramer and Boyer (1995) รายงานว่า การขาดน้ำเป็นสภาวะที่พืชมีอัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เป็นผลให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผล



## ปริมาณโพรลินหลังการรดน้ำของแต่ละวิธีการรดน้ำ

## 4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโพรลินกับผลผลิตอ้อย

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของโพรลินที่ได้รับการรดน้ำแต่ละวิธีกับผลผลิตอ้อยเฉลี่ยที่ไม่ได้รับปุ๋ยและได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในแปลงทดลอง (ธนวิวัฒน์ และคณะ, 2557)

## ผลและวิจารณ์

## ลักษณะการสะสมโพรลินเมื่อได้รับการรดน้ำในโรงเรือน

## ปริมาณโพรลิน : หลักการรดน้ำ

จาก Table 1 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของวิธีการรดน้ำ พบว่าเมื่ออ้อยได้รับการรดน้ำ มีปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้น โดยอ้อยที่ได้น้ำปกติ (ทุก 3 วัน) มีค่าเฉลี่ยปริมาณโพรลินต่ำสุดเท่ากับ  $0.194 \times 10^{-5}$  M/g fresh weight เมื่ออ้อยได้รับการรดน้ำที่ 8 วัน มีค่าเฉลี่ยปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้นเป็น  $0.249 \times 10^{-5}$  M/g fresh weight และเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน มีค่าเฉลี่ยปริมาณโพรลินสูงสุดเท่ากับ  $0.357 \times 10^{-5}$  M/g fresh weight โดยที่ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ค่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.025, 0.084 และ 0.054 ตามลำดับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนศักดิ์ (2550) และเกศรินทร์ (2555) ที่พบว่า เมื่ออ้อยขาดน้ำจะมีการสะสมปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสมในแต่ละวิธีการรดน้ำ พบว่าเมื่อได้น้ำปกติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มสม แต่เมื่อได้รับการขาดน้ำ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการรดน้ำ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มสมระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-8-8 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มสมระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 และกลุ่มสมระหว่างกำแพงแสน

01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 และการรดน้ำ 12 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มสมระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มสมสลับ ซึ่งได้แก่ กลุ่มสมระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสมที่ได้รับวิธีการรดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มสม ระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำต่างกัน โดยอ้อยที่ได้รับการรดน้ำมาก 12 วัน มีค่าสูงสุดรองลงมาเป็นอ้อยที่ได้รับการรดน้ำ 8 วัน และอ้อยที่ได้น้ำปกติมีปริมาณโพรลินต่ำสุด ทั้งนี้พบปริมาณโพรลินที่ได้รับการรดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณโพรลินที่ได้รับการรดน้ำ 8 วันและที่ได้น้ำปกติ จำนวน 3 กลุ่มสม และพบปริมาณโพรลินที่ได้รับการรดน้ำ 12 วันและ 8 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณโพรลินที่ได้น้ำปกติ จำนวน 2 กลุ่มสม และพบปริมาณโพรลินที่ได้รับการรดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณโพรลินที่ได้น้ำปกติ จำนวน 1 กลุ่มสม

เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ที่รดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณโพรลินหลังรดน้ำที่รดน้ำต่างกันในพื้นที่อ้อยทุกพันธุ์ ทั้งนี้พบจำนวนพันธุ์อ้อยมากที่สุดจำนวน 8 พันธุ์ ที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ได้น้ำปกติและที่รดน้ำ 8 วัน รองลงมามีจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อ้อยที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ได้รับน้ำปกติ แต่ที่งดน้ำ 8 วันไม่มีความแตกต่างกับที่งดน้ำ 12 วันและที่ได้รับน้ำปกติ ส่วนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณ โพรลีนในอ้อยที่งดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ได้รับน้ำปกติ แต่ที่งดน้ำ 8 วันไม่มีความแตกต่างกับที่งดน้ำ 12 วันและที่ได้รับน้ำปกติ มีจำนวน 3 พันธุ์ และมีพันธุ์อ้อยเพียง 1 พันธุ์ ที่มีปริมาณ โพรลีนสูงสุดในอ้อยที่งดน้ำ 8 วัน รองลงมาได้แก่ที่งด

น้ำ 12 วัน และที่ได้รับน้ำปกติ โดยทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาวิธีการรดน้ำที่มีปริมาณโพรลีนสูงตามค่านัยสำคัญทางสถิติหลังการรดน้ำ พบในอ้อยที่งดน้ำ 12 วันมากที่สุดจำนวน 17 พันธุ์ ในอ้อยที่งดน้ำ 8 วันจำนวน 10 พันธุ์ โดยไม่มีพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณ โพรลีนสูงในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ ส่วนวิธีการรดน้ำที่มีปริมาณโพรลีนต่ำหลังการรดน้ำ พบในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติทั้งหมด 18 พันธุ์

**Table 1** Proline contents ( $10^{-5}$  M/g fresh weight) after water stress periods of 18 varieties from 6 crosses of different water stress treatments

Crosses/hybrids	Drought stress treatments		
	Control <sup>1</sup>	8 days <sup>2</sup>	12 days <sup>3</sup>
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-1-1	0.203 b	0.148 b	0.332 a
Kamphaeng Saen 07-1-2	0.203 b	0.337 a	0.394 a
Kamphaeng Saen 07-1-3	0.210 b	0.296 a	0.247 ab
<b>average</b>	<b>0.205 b<sup>4</sup>/A<sup>5</sup></b>	<b>0.260 ab/AB</b>	<b>0.324 a/B</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024			
Kamphaeng Saen 07-6-2	0.150 b	0.179 b	0.458 a
Kamphaeng Saen 07-6-3	0.226 b	0.267 b	0.390 a
Kamphaeng Saen 07-6-5	0.212 b	0.151 b	0.374 a
<b>average</b>	<b>0.196 b/A</b>	<b>0.199 b/B</b>	<b>0.407 a/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8			
Kamphaeng Saen 07-10-3	0.193 b	0.249 ab	0.333 a
Kamphaeng Saen 07-10-5	0.205 c	0.462 a	0.364 b
Kamphaeng Saen 07-10-6	0.223 b	0.271 ab	0.389 a
<b>average</b>	<b>0.207 b/A</b>	<b>0.327 a/A</b>	<b>0.362 a/AB</b>
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-14-1	0.214 b	0.106 b	0.394 a
Kamphaeng Saen 07-14-2	0.168 b	0.209 b	0.361 a
Kamphaeng Saen 07-14-3	0.181 b	0.290 a	0.271 ab
<b>average</b>	<b>0.188 b/A</b>	<b>0.202 b/B</b>	<b>0.342 a/AB</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200			
Kamphaeng Saen 07-17-3	0.178 b	0.321 a	0.282 ab
Kamphaeng Saen 07-17-8	0.189 b	0.239 ab	0.402 a
Kamphaeng Saen 07-17-9	0.221 b	0.278 ab	0.366 a
<b>average</b>	<b>0.196 b/A</b>	<b>0.279 a/AB</b>	<b>0.350 a/AB</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92			
Kamphaeng Saen 07-21-2	0.210 b	0.292 ab	0.409 a
Kamphaeng Saen 07-21-4	0.155 b	0.157 b	0.342 a
Kamphaeng Saen 07-21-5	0.146 b	0.229 ab	0.306 a
<b>average</b>	<b>0.170 b/A</b>	<b>0.226 b/B</b>	<b>0.352 a/AB</b>
<b>average</b>	<b>0.194 c</b>	<b>0.249 b</b>	<b>0.357 a</b>
<b>S.D.</b>	<b>0.025</b>	<b>0.084</b>	<b>0.054</b>

<sup>1</sup> no watering for 3 days      <sup>2</sup> no watering for 8 days      <sup>3</sup> no watering for 12 days

<sup>4</sup> Different small letters in the same rows showed the differences between drought stress treatment of each sugarcane variety at 0.05 significant level by LSD

<sup>5</sup> Different capital letters in the same column showed the differences between sugarcane crosses of each drought stress treatment at 0.05 significant level by LSD

### ปริมาณโพรลิน: หลังการฟื้นตัว

จาก Table 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของวิธีการรดน้ำ พบว่าเมื่ออ้อยฟื้นตัวหลังจากที่ได้รับการรดน้ำ มีปริมาณโพรลินที่ลดลง ทั้งนี้อ้อยที่ฟื้นตัวหลังจากที่ได้รับการรดน้ำปกติและที่ได้รับการรดน้ำ 8 วัน มีค่าเฉลี่ยของปริมาณโพรลินที่ต่ำใกล้เคียงกันเท่ากับ  $0.135 \times 10^{-5}$  และ  $0.129 \times 10^{-5}$  M/g fresh weight ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวจากที่ได้รับการรดน้ำ 12 วัน ซึ่งมีค่าสูงเท่ากับ  $0.168 \times 10^{-5}$  M/g fresh weight สอดคล้องกับศรีธัญญา (2550) ที่รายงานว่า เมื่ออยู่ในสภาวะเครียดพืชมีการสะสมปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้นและปริมาณโพรลินจะลดลงเมื่อฟื้นตัวจากความเครียด

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสมในแต่วิธีการรดน้ำ พบว่าเมื่อได้รับน้ำปกติ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่ม โดยค่าเฉลี่ยของกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มสลับ คือกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13 และแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92 เมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13 กลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-8-8 และกำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มระหว่าง

กำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 ทั้งนี้เป็นที่สังเกตว่า กลุ่มสลับมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติทั้ง 2 กลุ่ม และเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-8-8 และกลุ่มระหว่าง 94-13 กับ K 84-200

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ได้รับความรดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำต่างกันของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัว ใน 4 กลุ่ม ทั้งนี้กลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 มีปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวสูงสุดเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วันและต่ำสุดเมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วัน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างวิธีการรดน้ำทั้ง 3 วิธี ส่วนกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92 มีปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวสูงสุดเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน และต่ำสุดเมื่อได้รับน้ำปกติ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างวิธีการรดน้ำทั้ง 3 วิธี และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13 มีปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวสูงสุดเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อได้รับน้ำปกติ ส่วนกลุ่ม

ระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-8-8 และคุณสมบัติระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวเมื่อได้รับการรดน้ำที่ต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ที่รดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณโพรลินหลังฟื้นตัวที่รดน้ำต่างกันในพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ ทั้งนี้พบจำนวนพันธุ์อ้อยมากที่สุด 5 พันธุ์ ที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่รดน้ำ 8 วัน โดยที่ที่ได้รับน้ำปกติไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่รดน้ำ 8 และ 12 วัน รองลงมาได้แก่ พันธุ์อ้อยที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 8 และ 12 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ที่ได้รับน้ำปกติ และพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ที่ได้รับน้ำปกติ และที่รดน้ำ 8 วัน โดยมีอย่างละ 3 พันธุ์ นอกจากนี้มีพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน และที่ที่ได้รับน้ำปกติ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่รดน้ำ 8 วัน โดยมีจำนวน 2 พันธุ์ ทั้งนี้มีลักษณะความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีก 5 แบบที่มีพันธุ์อ้อยเพียง 1 พันธุ์

เมื่อพิจารณาวิธีการรดน้ำที่มีปริมาณโพรลินสูงตามค่านัยสำคัญทางสถิติหลังการฟื้นตัว พบในอ้อยที่รดน้ำ 12 วันมากที่สุดจำนวน 17 พันธุ์ ในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติจำนวน 11 พันธุ์ และในอ้อยที่รดน้ำ 8 วันจำนวน 5 พันธุ์ ส่วนวิธีการรดน้ำที่มีปริมาณโพรลินต่ำหลังการฟื้นตัว พบในอ้อยที่รดน้ำ 8 วันมากที่สุดจำนวน 12 พันธุ์ ในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติจำนวน 9 พันธุ์ และในอ้อยที่รดน้ำ 12 วันจำนวน 3 พันธุ์

**Table 2** Proline contents ( $10^{-5}$  M/g fresh weight) after recovery period of 18 varieties from 6 crosses of different water stress treatments

Crosses/hybrids	Drought stress treatments		
	Control <sup>1</sup>	8 days <sup>2</sup>	12 days <sup>3</sup>
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-1-1	0.142 b	0.173 ab	0.206 a
Kamphaeng Saen 07-1-2	0.114 b	0.257 a	0.213 a
Kamphaeng Saen 07-1-3	0.117 a	0.088 b	0.129 a
<b>average</b>	<b>0.124 b<sup>4</sup>/BC<sup>5</sup></b>	<b>0.172 ab/A</b>	<b>0.183 a/AB</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024			
Kamphaeng Saen 07-6-2	0.149 b	0.131 b	0.247 a
Kamphaeng Saen 07-6-3	0.150 ab	0.040 b	0.235 a
Kamphaeng Saen 07-6-5	0.150 a	0.070 b	0.152 a
<b>average</b>	<b>0.150 b/A</b>	<b>0.080 c/BC</b>	<b>0.211 a/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8			
Kamphaeng Saen 07-10-3	0.156 a	0.166 a	0.051 b
Kamphaeng Saen 07-10-5	0.137 b	0.118 b	0.200 a
Kamphaeng Saen 07-10-6	0.123 b	0.226 a	0.128 b
<b>average</b>	<b>0.139 a/AB</b>	<b>0.170 a/A</b>	<b>0.127 a/B</b>
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-14-1	0.150 ab	0.076 b	0.196 a
Kamphaeng Saen 07-14-2	0.138 ab	0.076 b	0.166 a
Kamphaeng Saen 07-14-3	0.134 b	0.050 b	0.229 a
<b>average</b>	<b>0.141 b/AB</b>	<b>0.067 c/C</b>	<b>0.197 a/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200			
Kamphaeng Saen 07-17-3	0.133 a	0.138 a	0.051 b
Kamphaeng Saen 07-17-8	0.133 ab	0.082 b	0.139 a
Kamphaeng Saen 07-17-9	0.168 b	0.237 a	0.206 ab
<b>average</b>	<b>0.145 a/AB</b>	<b>0.152 a/A</b>	<b>0.132 a/B</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92			
Kamphaeng Saen 07-21-2	0.124 ab	0.108 b	0.138 a
Kamphaeng Saen 07-21-4	0.117 b	0.155 a	0.168 a
Kamphaeng Saen 07-21-5	0.093 b	0.137 a	0.163 a
<b>average</b>	<b>0.111 c/C</b>	<b>0.133 b/AB</b>	<b>0.156 a/AB</b>
<b>average</b>	<b>0.135 b</b>	<b>0.129 b</b>	<b>0.168 a</b>
<b>S.D.</b>	<b>0.018</b>	<b>0.064</b>	<b>0.056</b>

<sup>1</sup> no watering for 3 days      <sup>2</sup> no watering for 8 days      <sup>3</sup> no watering for 12 days<sup>4</sup> Different small letters in the same rows showed the differences between drought stress treatment of each sugarcane variety at 0.05 significant level by LSD<sup>5</sup> Different capital letters in the same column showed the differences between sugarcane crosses of each drought stress treatment at 0.05 significant level by LSD

### ปริมาณโพรลิน : เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่าง อ้อยที่ได้รับการรดน้ำกับอ้อยที่ได้น้ำปกติ

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินระหว่างที่ได้รับการรดน้ำ (8 และ 12 วัน) เทียบกับที่ได้น้ำปกติ (Table 3) พบว่าอ้อยที่ได้รับการรดน้ำที่ 12 วัน มีปริมาณโพรลินสูงกว่าอ้อยที่ได้น้ำปกติ เท่ากับ 92.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อ้อยที่ได้รับการรดน้ำที่ 8 วัน มีปริมาณโพรลินสูงกว่าอ้อยที่ได้น้ำปกติ เท่ากับ 33.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับเกศรินทร์ (2555) ที่รายงานว่ เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินของอ้อยที่ได้รับการรดน้ำเทียบกับอ้อยที่ได้น้ำปกติมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการรดน้ำที่เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินที่เพิ่มขึ้นหลังการรดน้ำ ระหว่างที่ได้รับการรดน้ำกับที่ได้น้ำปกติ ในแต่ละวิธีการรดน้ำ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มเฉพาะเมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วัน โดยไม่พบความแตกต่างที่การรดน้ำ 12 วัน

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสมที่ได้รับการรดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มสมของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลินระหว่างที่ได้รับการรดน้ำ (8 และ 12 วัน) เทียบกับที่ได้น้ำปกติ จำนวน 3 กลุ่มสม โดยเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลิน ระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำ 12 วันกับอ้อยที่ได้น้ำปกติ มีค่ามากกว่าระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำ 8 วันกับอ้อยที่ได้น้ำปกติ ส่วนอีก 3 กลุ่มสม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ

เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ที่รดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลินหลังการรดน้ำระหว่างอ้อยที่รดน้ำ 8 และ 12 วันกับที่ได้น้ำปกติในพันธุ์อ้อยเพียง 6 พันธุ์ ส่วนอีก 12 พันธุ์ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาวิธีการรดน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินหลังรดน้ำระหว่างอ้อยที่รดน้ำกับอ้อยที่ได้น้ำปกติที่สูงตามค่านัยสำคัญทางสถิติพบว่าอ้อยทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่สูงในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน ส่วนอ้อยที่รดน้ำ 8 วันมีจำนวน 12 พันธุ์

**Table 3** Comparative percentage of proline contents after water stress periods between water stresses and control of 18 varieties from 6 crosses of different water stress treatments

Crosses/hybrids	Drought stress treatments	
	8 days <sup>1</sup>	12 days <sup>2</sup>
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13		
Kamphaeng Saen 07-1-1	72.2 b <sup>3</sup>	164.8 a
Kamphaeng Saen 07-1-2	173.9 a	199.7 a
Kamphaeng Saen 07-1-3	143.9 a	121.1 a
<b>average</b>	<b>130 A<sup>4</sup></b>	<b>161.9 A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024		
Kamphaeng Saen 07-6-2	125.1 b	303.5 a
Kamphaeng Saen 07-6-3	118.1 b	172.7 a
Kamphaeng Saen 07-6-5	70.8 b	184.9 a
<b>average</b>	<b>104.7 B</b>	<b>220.4 A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8		
Kamphaeng Saen 07-10-3	129.3 a	179.5 a
Kamphaeng Saen 07-10-5	237.8 a	189.2 a
Kamphaeng Saen 07-10-6	126.1 a	177.5 a
<b>average</b>	<b>164.4 A</b>	<b>182.1 A</b>
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13		
Kamphaeng Saen 07-14-1	52.8 b	191.8 a
Kamphaeng Saen 07-14-2	125.7 b	215.7 a
Kamphaeng Saen 07-14-3	168.7 a	158.9 a
<b>average</b>	<b>115.7 B</b>	<b>188.8 A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200		
Kamphaeng Saen 07-17-3	189.0 a	170.0 a
Kamphaeng Saen 07-17-8	138.7 a	223.5 a
Kamphaeng Saen 07-17-9	126.1 a	174.8 a
<b>average</b>	<b>151.3 A</b>	<b>189.4 A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92		
Kamphaeng Saen 07-21-2	142.0 a	195.7 a
Kamphaeng Saen 07-21-4	104.0 a	229.8 a
Kamphaeng Saen 07-21-5	156.3 a	210.9 a
<b>average</b>	<b>134.1 B</b>	<b>212.1 A</b>
<b>average</b>	<b>133.4 b</b>	<b>192.4 a</b>
<b>S.D.</b>	<b>44.1</b>	<b>37.8</b>

<sup>1</sup> no watering for 8 days      <sup>2</sup> no watering for 12 days

<sup>3</sup> Different small letters in the same rows showed the differences between drought stress treatment of each sugarcane variety at 0.05 significant level by LSD

<sup>4</sup> Different capital letters in the same column showed the differences between sugarcane crosses of each drought stress treatment at 0.05 significant level by LSD

## ปริมาณโพรลิน : เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินระหว่างหลังการฟื้นตัวและหลังการรดน้ำที่ได้รับการรดน้ำต่างกัน (Table 4) พบว่า อ้อยหลังการฟื้นตัวมีปริมาณโพรลินที่ต่ำกว่าหลังการรดน้ำ โดยเมื่อได้รับน้ำปกติ อ้อยมีปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวเมื่อเทียบกับหลังการรดน้ำ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 73.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่อ้อยที่ได้รับการรดน้ำที่ 8 วัน เท่ากับ 61.6 เปอร์เซ็นต์ และอ้อยที่ได้รับการรดน้ำที่ 12 วัน มีเปอร์เซ็นต์ลดลงมากที่สุด โดยมีปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวต่ำกว่าหลังการรดน้ำถึง 48.3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของวิธีการให้น้ำทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินที่ลดลง ระหว่างหลังการฟื้นตัวและหลังการรดน้ำ ระหว่างกลุ่มสมในแต่ละวิธีการรดน้ำ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับน้ำปกติและเมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วัน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่การรดน้ำ 12 วัน

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของกลุ่มสมที่ได้รับวิธีการรดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มสม จำนวน 5 กลุ่มสม แต่ทั้งนี้มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของวิธีการรดน้ำที่ต่างกัน โดยพบว่ามี 2 กลุ่มสม ที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวและหลังการรดน้ำ เมื่อได้รับน้ำปกติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วัน นอกจากนี้มี 2 กลุ่มสมที่มีเปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวและหลังการรดน้ำ เมื่อได้รับน้ำปกติและเมื่อได้รับการรดน้ำ 8 วันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

เมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน มี 1 กลุ่มสมที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวและหลังการรดน้ำ เมื่อได้รับน้ำปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อได้รับการรดน้ำ 12 วัน และ 1 กลุ่มสมที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ที่รดน้ำต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินหลังฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำที่รดน้ำต่างกันในกลุ่มอ้อย 10 พันธุ์ โดยจำนวนพันธุ์อ้อยที่มากที่สุด 8 พันธุ์ เป็นพันธุ์อ้อยที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างวิธีการรดน้ำต่างๆ ส่วนพันธุ์อ้อยที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบในอ้อยที่รับน้ำปกติและที่รดน้ำ 12 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับที่รดน้ำ 8 วัน และพันธุ์อ้อยที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบในอ้อยที่รับน้ำปกติ สูงกว่าที่รดน้ำ 12 วันอย่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่รดน้ำ 8 วัน มีจำนวนอย่างละ 3 พันธุ์ มีพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ที่มีปริมาณโพรลินในอ้อยที่รดน้ำ 8 วัน สูงกว่าที่รดน้ำ 12 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่มีความแตกต่างกับอ้อยที่รับน้ำปกติ นอกจากนี้มีพันธุ์อ้อย 1 พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบในอ้อยที่รดน้ำ 8 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่รับน้ำปกติ

และทิ้งน้ำ 12 วัน และมีอีก 1 พันธุ์ ที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลีนในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทิ้งน้ำ 8 วัน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยทิ้งน้ำ 12 วัน

เมื่อพิจารณาวิธีการรดน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลีนหลังการฟื้นตัวกับหลังรดน้ำที่

สูง พบในอ้อยที่ได้รับน้ำปกติและทิ้งน้ำ 8 วัน มากที่สุดอย่างละ 16 พันธุ์ ส่วนอ้อยทิ้งน้ำ 12 วันมีจำนวน 12 พันธุ์ ส่วนวิธีการรดน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณโพรลีนหลังการฟื้นตัวกับหลังรดน้ำที่ต่ำ พบในอ้อยทิ้งน้ำ 12 วันมากที่สุดจำนวน 9 พันธุ์ ส่วนอ้อยที่ได้รับน้ำปกติทิ้งน้ำ 12 วัน มีจำนวน 5 และ 4 พันธุ์ตามลำดับ

**Table 4** Comparative percentage of proline contents between after water stress periods and after recovery period of each water stress treatments of 18 varieties from 6 crosses of different water stress treatments

Crosses/hybrids	Drought stress treatments		
	Control <sup>1</sup>	8 days <sup>2</sup>	12 days <sup>3</sup>
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-1-1	69.0 b	127.1 a	64.6 b
Kamphaeng Saen 07-1-2	55.6 a	78.7 a	54.1 a
Kamphaeng Saen 07-1-3	56.9 a	30.0 b	52.2 a
<b>average</b>	<b>60.5 a<sup>4</sup>/A<sup>5</sup></b>	<b>78.6 a/A</b>	<b>57.0 a/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024			
Kamphaeng Saen 07-6-2	104.5 a	79.5 a	57.7 a
Kamphaeng Saen 07-6-3	66.1 a	15.0 b	62.1 a
Kamphaeng Saen 07-6-5	72.9 a	47.5 ab	41.5 b
<b>average</b>	<b>81.2 a/A</b>	<b>47.3 b/A</b>	<b>53.8 ab/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8			
Kamphaeng Saen 07-10-3	86.8 a	72.4 ab	15.9 b
Kamphaeng Saen 07-10-5	74.2 a	25.5 b	55.0 ab
Kamphaeng Saen 07-10-6	55.5 a	104.4 a	34.2 a
<b>average</b>	<b>72.2 a/A</b>	<b>67.5 ab/A</b>	<b>35.1 b/B</b>
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13			
Kamphaeng Saen 07-14-1	71.4 a	83.4 a	49.1 a
Kamphaeng Saen 07-14-2	88.3 a	39.9 a	46.8 a
Kamphaeng Saen 07-14-3	79.4 a	15.1 b	84.6 a
<b>average</b>	<b>79.7 a/A</b>	<b>46.1 b/A</b>	<b>60.2 ab/A</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200			
Kamphaeng Saen 07-17-3	82.7 a	46.3 ab	18.2 b
Kamphaeng Saen 07-17-8	72.1 a	49.1 a	35.2 a
Kamphaeng Saen 07-17-9	77.9 ab	87.3 a	56.1 b
<b>average</b>	<b>77.5 a/A</b>	<b>60.9 a/A</b>	<b>36.5 b/B</b>
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92			
Kamphaeng Saen 07-21-2	59.3 a	44.0 a	34.3 a
Kamphaeng Saen 07-21-4	76.7 ab	99.3 a	51.7 b
Kamphaeng Saen 07-21-5	64.1 a	63.5 a	55.4 a
<b>average</b>	<b>66.7 a/A</b>	<b>68.9 a/A</b>	<b>47.1 b/AB</b>
<b>average</b>	<b>73.0 a</b>	<b>61.6 b</b>	<b>48.3 c</b>
<b>S.D.</b>	<b>12.8</b>	<b>32</b>	<b>16.5</b>

<sup>1</sup> no watering for 3 days      <sup>2</sup> no watering for 8 days      <sup>3</sup> no watering for 12 days<sup>4</sup> Different small letters in the same rows showed the differences between drought stress treatment of each sugarcane variety at 0.05 significant level by LSD<sup>5</sup> Different capital letters in the same column showed the differences between sugarcane crosses of each drought stress treatment at 0.05 significant level by LSD

## ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการสะสมโพรลิน

### เมื่อได้รับการรดน้ำในโรงเรือน

#### กับผลผลิตอ้อยในแปลงทดลอง

#### ความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยผลผลิตอ้อย

#### ของพันธุ์อ้อยจำนวน 18 พันธุ์

จาก Table 5 and 6 พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติของอ้อยที่รดน้ำ 8 วัน ระหว่างผลผลิตอ้อยกับลักษณะของการสะสมโพรลินทุกลักษณะ ได้แก่ ปริมาณโพรลินหลังการรดน้ำ ปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัว เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ และเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของอ้อยที่ได้รับน้ำปกติและที่รดน้ำ 12 วัน พบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบ ระหว่างเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน เพียงค่าเดียวเท่านั้น

#### ความสัมพันธ์กับผลผลิตของแต่ละ

#### กลุ่มจำนวน 3 พันธุ์

จาก Table 7 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโพรลินหลังการรดน้ำ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกเพียงค่าเดียว ระหว่างปริมาณโพรลินของอ้อยที่ได้รับน้ำปกติกับผลผลิตอ้อยของพันธุ์อ้อยของกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13 แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัว พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติถึง 6 ค่า โดยพบค่าที่มีนัยสำคัญระหว่างปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวในอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน กับผลผลิตอ้อยของพันธุ์อ้อยถึง 4 กลุ่ม โดยเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบใน 2 กลุ่ม ได้แก่

กำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 และเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกใน 2 กลุ่ม ได้แก่ กำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92 นอกจากนี้พบค่าที่มีนัยสำคัญระหว่างปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวในอ้อยที่รดน้ำ 8 วันกับผลผลิตอ้อยของพันธุ์อ้อย 2 กลุ่ม โดยเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวก ได้แก่ กำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 และกลุ่มระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลิน (Table 8) พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินระหว่างอ้อยที่ได้รับการรดน้ำกับอ้อยที่ได้รับน้ำปกติ จำนวน 3 ค่า โดยเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบ 2 ค่า ของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินของอ้อยที่รดน้ำ 8 วัน ในกลุ่มกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024 และกำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 และเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวก 1 ค่า ของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินของอ้อยที่รดน้ำ 12 วัน ในกลุ่มกำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13 ส่วนเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติเพียง 2 ค่า โดยเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบทั้ง 2 ค่า ระหว่างเปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบในอ้อยที่งัดน้ำ 12 วันกับพันธุ์อ้อยของ 98-024 และคู่ผสมระหว่างกำแพงแสน 01-8-8  
คู่ผสมระหว่างกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน กับกำแพงแสน 94-13

**Table 5** Correlation coefficient between proline contents after drought stresses and recovery phase in nursery and cane yields from experimental field of 18 varieties from 6 crosses

Drought stress	Proline contents	
	After drought periods	After recovery periods
Control (3 days)	0.353	-0.408
8 days	0.827*	0.860*
12 days	-0.737	-0.716

\* Significant at level 0.05

**Table 6** Correlation coefficient between cane yield from experimental field of 18 varieties from 6 crosses and proline contents as comparative percentages of drought stresses and control and of drought stress and recovery period in nursery

Drought stress	Comparative percentage of proline contents	
	drought periods/control	recovery periods/drought periods
Control (3 days)	-	-0.666
8 days	0.823*	0.799*
12 days	-0.801*	-0.448

\* Significant at level 0.05

**Table 7** Correlation coefficient between proline contents after drought stresses and recovery phase in nursery and cane yield from experimental field of 6 crosses

Drought stress/Crosses	Proline contents	
	After drought periods	After recovery periods
Control (3 days)		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	0.955*	-0.664
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	0.394	0.547
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	0.808	-0.674
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	-0.065	0.439
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	0.807	0.637
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	-0.934	-0.485
8 days		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	0.578	-0.681
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	-0.646	-0.247
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	-0.606	0.972
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	-0.619	0.952*
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	-0.788	0.320
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	-0.947	0.988*

12 days		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	-0.742	-0.930
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	-0.688	-0.998**
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	0.692	-0.200
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	0.84	-0.983*
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	0.894	0.961*
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	-0.834	0.997**

\*, \*\* Significant at level 0.05 and 0.01 respectively

**Table 8** Correlation coefficient between cane yield from experimental field of 6 crosses and comparative percentages of proline contents between drought stresses and control and comparative percentages of proline contents between after recovery and after stress period in nursery

Drought stress/Crosses	Comparative percentage of proline contents	
	Drought/control	After recovery periods
Control (3 days)		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	-	-0.672
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	-	-0.400
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	-	-0.807
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	-	0.335
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	-	-0.735
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	-	0.856
8 days		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	0.508	-0.976
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	-0.998**	-0.051
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	-0.696	0.917
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	-0.555	0.547
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	-1.000**	0.683
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	-0.470	0.897
12 days		
Kamphaeng Saen 98-024 x Kamphaeng Saen 94-13	-0.725	-0.823
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 98-024	-0.474	-0.967*
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 01-8-8	-0.786	-0.255
Kamphaeng Saen 01-8-8 x Kamphaeng Saen 94-13	0.993**	-0.967*
Kamphaeng Saen 94-13 x K 84-200	0.424	0.915
Kamphaeng Saen 94-13 x Kamphaeng Saen 00-92	0.939	0.922

\*, \*\* Significant at level 0.05 and 0.01 respectively

### สรุปผลการทดลอง

- เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนได้รับสภาพขาดน้ำในโรงเรือน มีการสะสมปริมาณโพรลีนสูงขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ตามระยะเวลาของการงดน้ำที่มีการลดลงของค่าความต่างศักย์ของน้ำในดิน และเมื่ออ้อยในสภาพฟื้นตัวหลังได้รับน้ำปกติ

- พบว่าปริมาณโพรลินลดลง อย่างไรก็ตามอ้อยที่ได้รับสภาพขาดน้ำเป็นเวลานาน (12 วัน) ยังคงมีปริมาณโพรลินที่สูงกว่าอ้อยที่ขาดน้ำ 8 วันและปกติ (3 วัน) โดยเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างที่งดน้ำกับที่ได้รับน้ำปกติ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างที่งดน้ำ 12 วันและ 8 วัน และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบโพรลินหลังการฟื้นตัวกับหลังการงดน้ำ พบว่าระยะเวลาการขาดน้ำที่สั้นมีเปอร์เซ็นต์ที่สูง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะเวลาขาดน้ำที่ต่างกัน
2. พบลักษณะที่ต่างกันของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มผสมและพันธุ์อ้อย ที่ได้รับสภาพการขาดน้ำเป็นเวลาต่างกัน ในทุกลักษณะของโพรลิน แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่สูง การขาดน้ำที่นาน (12 วัน) มีปริมาณโพรลินหลังการงดน้ำ ปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัว และเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบระหว่างที่งดน้ำกับที่ได้รับน้ำปกติที่สูง ในอ้อยทุกกลุ่มผสมและในพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ (17 พันธุ์จาก 18 พันธุ์)
  3. ลักษณะของโพรลินทุกรูปแบบในสภาพขาดน้ำเป็นเวลา 8 วันในโรงเรือนซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -52 kPa มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตอ้อยในสภาพแปลงอาศัยน้ำฝน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยที่มีความแตกต่างของพันธุกรรมที่มาก พันธุ์ที่มีการสะสมโพรลินสูงภายใต้สภาพขาดน้ำในโรงเรือน มีแนวโน้มเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงในสภาพแปลงอาศัยน้ำฝน แต่เมื่อพิจารณาพันธุ์อ้อย 3 พันธุ์ของแต่ละกลุ่มผสม ซึ่งมีความแตกต่างของพันธุกรรมที่น้อยกว่า พบ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวกับผลผลิตในสภาพแปลงมากที่สุด แต่เป็นทั้งความสัมพันธ์ทางบวกและทางลบ โดยปริมาณโพรลินหลังการฟื้นตัวที่งดน้ำ 12 วันพบความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและทางลบกับผลผลิตส่วนที่งดน้ำ 8 วันพบเฉพาะความสัมพันธ์ทางบวก

### เอกสารอ้างอิง

- เกศรินทร์ แฉงวงศ์. 2555. การสะสมปริมาณโพรลินของพันธุ์อ้อยในสภาวะการขาดน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณิพัฒน์ เหลืองวิไล,เรวัต เลิศฤทัยโยธิน และ อภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์. 2557. การเปรียบเทียบอ้อยพันธุ์กำแพงแสนจากต่างกลุ่มผสม ต่อปุ๋ยไนโตรเจน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 3 3: 32-42.
- พัฒนศักดิ์ รุจิหาญ. 2550. กิจกรรมแอนติออกซิแดนซ์และการสะสมโพรลินต่ออาการแล้งในอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รณยุทธ์ สัตยานิคม. 2538. การประเมินผลผลิตอ้อย. วารสารอ้อยและน้ำตาล 31(5): 20-27.
- ศรีัญญา กุลทรงคุณากร. 2550. เมแทบอลิซึมของโพรลินภายใต้สภาวะเค็มและการฟื้นตัวจากความเครียดในยูคาลิปตัส.

- วิทยานิพนธ์ปริญญาโท .  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973.  
Rapid determination of free proline for  
water-stress studies. *Plant Soil* 39: 205-  
207.
- Boyer, J. and H.G. McPherson. 1976.  
Physiology of water deficits in cereal  
grains, IRRI, Philippines. 350 p.
- Chen, C.T. and C.H. Kao. 1993. Osmotic stress  
and water stress have opposite effects  
on putrescine and proline production in  
excised rice leaves, *Plant Growth  
Regulation* 13: 197-202.
- Ciais, P., M. Reichstein, N. Viovy, A. Granier, J.  
Ogée, V. Allard, M. Aubinet, N.  
Buchmann, C. Bernhofer, F. Chevallier,  
N. de Noblet, A.D. Friend, P.  
Friedlingstein, T. Grünwald, B. Heinesch,  
P. Keronen, A. Knohl, G. Krinner, D.  
Loustau, G. Manca, G. Matteucci, F.  
Miglietta, J.M. Ourcival, D. Papale, K.
- Pilegaard, S. Rambal, G. Seufert, J.F.  
Soussana, M.J. Sanz, E.D. Schulze, T.  
Vesala and R. Valentini. 2005. Europe-  
wide reduction in primary productivity  
caused by the heat and drought in 2003.  
*Nature* 472: 529-533.
- 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.
- Kozlowski, T.T. 1968. Water deficits and plant  
growth volume 2: Plant water  
consumption and response. Academic  
Press, New York, 333 p.
- Kramer, P.J. and J.S. Boyer. 1995. Water  
relation of plants and soils. Academic  
Press, USA, 495 p.

**Received 17 June 2015**

**Accepted 30 August 2015**