

การตรวจสอบศักยภาพการใช้ลักษณะไกลซีนบีเทนภายใต้สภาวะขาดน้ำในโรงเรือน  
ในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีผลผลิตสูงในสภาพแปลง

**Evaluation of Potential in Using Glycine Betaine Characters under Water Deficit in  
Nursery for Selection High Cane Yield Sugarcane Varieties in Field Condition**

ทิพย์สุดา อุยพานิช,<sup>1\*</sup> เรวัต เลิศฤทัยโยธิน,<sup>1,2</sup> ชัยณรงค์ รัตนกริธากุล<sup>3</sup> และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์<sup>2</sup>  
*Thipsuda Uypanich,<sup>1\*</sup> Rewat Lersrutaiyotin,<sup>1,2</sup> Chainarong Rattanakreetakul<sup>3</sup>  
and Apiwich Songkrasin<sup>2</sup>*

**ABSTRACTS**

Study on glycine betaine in sugarcane under water deficit in nursery was conducted to evaluate the potential of being the screening characters for selection suitable sugarcane varieties for planting in the field. Glycine betaine content was evaluated in 3 month seedling of 8 Kamphaeng Saen sugarcane varieties without watering for 3, 6, 9 and 12 days. The glycine betaine was calculated in various characters. Then, correlation coefficient between various characters of glycine betaine and cane yield of plant cane and ratoon cane of 19 varietal trials were calculated. The results revealed that different periods of no watering affected the variation of glycine betaine contents of sugarcane seedling. The glycine betaine contents after the stress period tended to increase according to the increase of the periods of no watering, in which the highest content was gotten from 9 days of no watering. However, glycine betaine contents decreased in sugarcane seedling of 12 days of no watering, which were lower than those of control (3 days of no watering). Moreover, no significant difference of glycine betaine among sugarcane varieties receiving the same no watering periods were observed in both after stress periods and after recovery periods in every no watering periods of the study. In evaluation the potential in using glycine betaine for selection sugarcane varieties having high cane yield, comparative percentage of glycine betaine after stress between no watering for 6 days and control (no watering for 3 days) showed the highest potential, especially in ratoon cane.

**Keywords:** glycine betaine, water deficit, sugarcane, varietal screening

<sup>1</sup>ภาควิชาพืชไร่ฯ 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 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. 092-274-4040, E-mail address: t.uypanich@gmail.com

## บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณไกลซีนบีเทนในอ้อยที่ขาดน้ำในโรงเรือน เพื่อตรวจสอบศักยภาพในการใช้เป็นลักษณะสำหรับการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับการปลูกในแปลง โดยตรวจสอบปริมาณไกลซีนบีเทนของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 8 พันธุ์ อายุ 3 เดือนที่ปลูกในกระถาง ที่งดน้ำเป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 วัน ทำการวิเคราะห์ไกลซีนบีเทนในลักษณะต่างๆ จากนั้นคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะไกลซีนบีเทนกับผลผลิตอ้อยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยต่อจากแปลงทดสอบพันธุ์ 19 แปลง พบว่า อ้อยที่งดน้ำเป็นระยะเวลาต่างกันโรงเรือน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไกลซีนบีเทน โดยหลังการงดน้ำมีปริมาณไกลซีนบีเทนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการงดน้ำ โดยมีค่าสูงสุดเมื่องดน้ำเป็นเวลา 9 วัน แต่ปริมาณไกลซีนบีเทนลดลงเมื่องดน้ำเป็นเวลา 12 วัน โดยมีค่าต่ำกว่าที่ได้รับน้ำปกติ (ได้รับน้ำทุก 3 วัน) นอกจากนี้ในสภาพขาดน้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ ในโรงเรือน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างพันธุ์อ้อย ทั้งหลังงดน้ำและหลังการฟื้นตัว ที่งดน้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ ในส่วนของการตรวจสอบศักยภาพในการใช้ไกลซีนบีเทนในการคัดเลือกพันธุ์อ้อย พบว่าลักษณะของไกลซีนบีเทนที่มีศักยภาพสูงสุดในการใช้ประเมินศักยภาพของพันธุ์อ้อยในการให้ผลผลิตคือ เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการงดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติโดยเฉพาะในอ้อยต่อ

**คำสำคัญ:** ไกลซีนบีเทน สภาวะขาดน้ำ อ้อย การคัดเลือกพันธุ์

## คำนำ

อ้อยเป็นพืชอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญมากในประเทศไทย ทั้งในอุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล อุตสาหกรรมเยื่อ และอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น แม้จะมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งประเทศเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ผลผลิตอ้อยของประเทศไทยยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงต้องมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ตั้งแต่การเพาะปลูกในแปลงจนถึงเข้าอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ แต่เนื่องด้วยสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น การเกิดสภาวะแล้ง ซึ่งหากเกิดขณะที่อ้อยอยู่ในระยะการเจริญเติบโต จะส่งผลให้ผลผลิตอ้อยต่ำ (Smith and Bhavel, 2007) เนื่องจากในระยะการเจริญเติบโต อ้อยจะมีการแตกกอ การยืดยาวของข้อปล้อง และเริ่มมีการสะสมน้ำตาลก่อนเข้าระยะสุกแก่ ซึ่งล้วนแต่เป็นองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย (ประเสริฐ, 2542) ปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย รวมถึงการใช้พันธุ์อ้อยที่ไม่มีความสามารถในการทนทานต่อสภาวะแล้ง จะส่งผลต่อผลผลิตเป็นอย่างมาก โดยธรรมชาติของพืชจะตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำในหลายรูปแบบเช่น

การผลิตสาร osmoprotectant (Choluj *et al.*, 2008) เพื่อรักษาสภาพเซลล์ภายในต้นพืช หนึ่งในสาร osmoprotectant คือ ไกลซีนบีเทน (glycinebetaine) ซึ่งเป็นสารประกอบแอมโมเนียมที่มีบทบาทในการปกป้องเซลล์ ไม่ให้ถูกทำลายเมื่อพืชได้รับความเครียด (Liu *et al.*, 2010) โดยจะมีระดับเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาวะแล้ง ซึ่งพืชแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์จะมีปริมาณการผลิตและสะสมไกลซีนบีเทนแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังช่วยรักษาแรงดันออสโมติกระหว่างภายในกับภายนอกต้นพืชให้อยู่ในภาวะสมดุล (Ashraf and Foolad, 2007) ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ทนต่อสภาวะแล้ง จะต้องใช้ระยะเวลายาวนาน

ดังนั้นการตรวจสอบประสิทธิภาพของการสะสมไกลซีนบีเทนในสภาพขาดน้ำของอ้อย จึงมีความจำเป็นในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยทนแล้งซึ่งมีผลต่อศักยภาพในการให้ผลผลิตในสภาพแปลงโดยเอา มาเทียบกับน้ำฝน โดยศึกษาการสะสมปริมาณไกลซีนบีเทนในสภาพขาดน้ำ โดยการจำลองการขาดน้ำในสภาพโรงเรือน และการเปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนในพันธุ์อ้อยหลังการขาดน้ำและหลังการฟื้นตัว รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่าง

ปริมาณไกลซีนบีเทนกับผลผลิตในแปลงทดสอบใน  
อ้อยปลูกและอ้อยต่อ

### อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกอ้อยในโรงเรือนของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split plot) ทำ 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลักคือ พันธุ์อ้อยจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-1-12 กำแพงแสน 01-4-29 กำแพงแสน 01-1-46 กำแพงแสน 01-11-6 กำแพงแสน 01-3-15 กำแพงแสน 00-129 กำแพงแสน 00-148 และ กำแพงแสน 01-3-5 และปัจจัยรองคือการจำลองรูปแบบการขาดน้ำ 4 รูปแบบได้แก่ การงดน้ำปกติ (3 วัน) งดน้ำ 6 วัน 9 วัน และ 12 วัน ปลูกโดยใช้ ท่อนพันธุ์กระถางละ 1 ท่อน ท่อนละ 1 ตา แต่ละซ้ำ มี 1 กระถาง รดน้ำทุก 3 วัน เมื่ออ้อยอายุครบ 3 เดือน จึงทำการจำลองการงดน้ำ และการฟื้นตัว (งดน้ำปกติเป็นเวลา 21 วัน)

### การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลในช่วงเช้าของวัน โดย บันทึกข้อมูลทั้งหมด 3 ช่วงคือ ก่อนการรดน้ำ อ่านค่าความต่างศักย์ของน้ำในดิน ความเขียวของใบ และเปอร์เซ็นต์ใบเขียวหลังจากให้น้ำ 15 นาที รวมทั้งเก็บตัวอย่างใบอ้อยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ไกลซีนบีเทน ส่วนช่วงหลังงดน้ำ บันทึกข้อมูลทั้งหมดหลังจากครบกำหนดงดน้ำแต่ละระยะเวลา คือ 3, 6, 9, 12 วัน หลังบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว รดน้ำกระถางละ 1 ลิตร ทุก 3 วัน เพื่อให้อ้อยมีการฟื้นตัวโดยจำลองการฟื้นตัวเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาฟื้นตัวอ่านค่าความต่างศักย์ของน้ำในดิน ความเขียวของใบ และเปอร์เซ็นต์ใบเขียวหลังจากให้น้ำ 15 นาที รวมทั้งเก็บตัวอย่างใบอ้อยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ไกลซีนบีเทน ซึ่งข้อมูลที่บันทึกมีดังนี้

**ปริมาณไกลซีนบีเทน** เก็บตัวอย่างใบอ้อย ใบที่ 2 นับจากใบที่คลี่บนสุด ตัดตัวอย่างใบให้ ได้ขนาดเล็ก ชั่งน้ำหนักประมาณ 0.5 กรัม และ

วิเคราะห์ปริมาณไกลซีนบีเทน โดยประยุกต์ใช้วิธีการของ Grieve and Grattan (1983)

**ค่าความต่างศักย์ของน้ำในดิน** ทำการอ่านค่าจากเครื่องวัดแรงดึงน้ำของดิน (tensiometer)

**ความเขียวใบ** อ่านค่าจากเครื่อง SPAD รุ่น 502 โดยวัดค่าบริเวณกลางใบ 1 จุด ที่ใบที่ 2 จากใบที่คลี่บนสุด

**เปอร์เซ็นต์ใบเขียว** ประเมินด้วยสายตา โดยการให้คะแนน 5 ระดับ ประเมินทุกใบและคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ใบเขียว

**ผลผลิตอ้อย** ข้อมูลผลผลิตอ้อย (ต้นต่อไร่) ของการทดสอบพันธุ์อ้อยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาลจำนวน 19 แปลง ได้แก่ 1) อ.เมือง จ.มุกดาหาร 2) อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด 3) อ.บ้านเหลื่อม จ.นครราชสีมา 4) อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี 5) อ.หนองแสง จ.อุดรธานี 6) อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร 7) อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 8) อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์ 9) อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ 10) อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 11) อ.ด่านมะขามเตี้ย จ.กาญจนบุรี 12) ต.แก้มอัน อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 13) ต.เป็กไพโร อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 14) อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี 15) อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี 16) อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 17) อ.อุททอง จ.สุพรรณบุรี 18) อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี 19) อ.พานทอง จ.ชลบุรี (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551; 2552)

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ ANOVA, เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้โปรแกรม R (ชูศักดิ์, 2552)

### ผลการทดลอง

#### ปริมาณไกลซีนบีเทน

จากผลการทดลอง (Table 1) พบว่ามีปริมาณไกลซีนบีเทนเฉลี่ยหลังงดน้ำสูงสุดเท่ากับ 19.69 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อต้นกล้าอ้อยที่ขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -88.0 กิโลปาสกาล โดยแตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่สั้นกว่า 9 วัน โดยอ้อยที่ขาดน้ำเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -58.8 กิโลปาสกาล มีปริมาณไกลซีนบีเทนเท่ากับ 13.88 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และอ้อยที่ขาดน้ำเป็นเวลา 6 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ดินเท่ากับ -86.5 กิโลปาสกาล มีปริมาณไกลซีนบีเทนเท่ากับ 15.58 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยอ้อยที่ขาดน้ำ 3 วัน และ 6 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ปริมาณไกลซีนบีเทนในอ้อยที่ขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน ยังมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่นานกว่า คือเป็นระยะเวลา 12 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินเท่ากับ -90.0 กิโลปาสกาล มีปริมาณไกลซีนบีเทนเท่ากับ 10.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทั้งนี้ปริมาณไกลซีนบีเทนของอ้อยที่ขาดน้ำเป็นเวลา 12 วัน เป็นค่าที่ต่ำสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลาที่สั้นกว่าทุกระยะเวลาการรดน้ำ

#### การเปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างช่วงการทดลอง

เมื่อพิจารณาปริมาณไกลซีนบีเทน ก่อนการรดการให้น้ำ หลังการรดการให้น้ำ และหลังการฟื้นตัวที่ได้รับการรดน้ำระยะเวลาต่างๆ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างหลังการรดน้ำกับก่อนการรดน้ำ พบว่าการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันขึ้นกับระยะเวลาในการรดการให้น้ำ โดยระยะการรดน้ำที่สั้น จะมีการเพิ่มปริมาณไกลซีนบีเทนที่ต่ำ โดยระยะเวลารดน้ำ 3 วัน มีปริมาณไกลซีนบีเทนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.2% และระยะเวลารดน้ำ 6 วัน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.3% ในขณะที่ระยะเวลารดน้ำ 9 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ดินเท่ากับ -88.0 กิโลปาสกาล (Figure 1) มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไกลซีนบีเทนสูงเท่ากับ 56.6 % แต่ทว่าระยะเวลารดน้ำที่นานกว่าที่ 12 วัน กลับมีการลดลงของปริมาณไกลซีนบีเทนเท่ากับ 27.2% เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ พบว่าระยะเวลาการรดน้ำที่

ต่างกันมากคือ 3 วันและ 12 วัน มีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำที่ใกล้เคียงกัน โดยเพิ่มขึ้น 2.5 และ 2.7% ตามลำดับ แต่การรดน้ำเป็นระยะเวลา 6 วัน มีปริมาณไกลซีนบีเทนลดลง โดยอ้อยที่รดน้ำ 6 วัน มีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวต่ำกว่าหลังการรดน้ำ 16.1% แต่สูงกว่าอ้อยที่รดน้ำ 9 วัน ที่มีปริมาณไกลซีนบีเทน ลดลงถึง 56.5% และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างหลังการฟื้นตัวกับก่อนการรดน้ำ พบว่าการรดน้ำเป็นระยะเวลาที่สั้น คือการรดน้ำเป็นระยะเวลา 3 มีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวสูงกว่าก่อนการรดน้ำเท่ากับ 9.9% ในขณะที่การรดน้ำเป็นระยะเวลา 6 วันมีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวต่ำกว่าก่อนการรดน้ำเท่ากับ 4.1% ในขณะที่การรดน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาว มีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวต่ำกว่าก่อนการรดน้ำค่อนข้างมาก โดยการรดน้ำเป็นระยะเวลา 12 และ 9 วัน มีปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวต่ำกว่าก่อนการรดน้ำเท่ากับ 25.3 และ 31.8% ตามลำดับ

#### ความแตกต่างของปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างพันธุ์อ้อย

ความแตกต่างของปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างพันธุ์อ้อยเป็นค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย (S.D.) ของพันธุ์อ้อยเมื่อไม่ได้รับการรดน้ำ เมื่อรดน้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ และเมื่อฟื้นตัวหลังจากการรดน้ำ จากผลการทดลอง (Table 1) พบว่าค่าเบี่ยงเบนของปริมาณไกลซีนระหว่างพันธุ์อ้อยก่อนการรดน้ำมีค่าที่ค่อนข้างสูงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 4.14, 3.48, 4.17 และ 4.32 สำหรับอ้อยที่จะทำการรดน้ำเป็นระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 วัน ตามลำดับ แต่เมื่อทำการรดน้ำ พบว่าอ้อยที่มีการรดน้ำเป็นระยะเวลาที่สั้น (3 วัน) มีค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเท่ากับ 5.17 ส่วนอ้อยที่มีการรดน้ำเป็นระยะเวลาที่ยาว (12 วัน) มีค่าเบี่ยงเบนต่ำสุดเท่ากับ 1.69 ส่วนอ้อยที่มีการรดน้ำเป็นระยะเวลาปานกลางคือ 6 และ 9 วัน มีค่าเบี่ยงเบนปานกลางที่ใกล้เคียงกันเท่ากับ 3.46 และ 3.44 ตามลำดับ และเมื่อฟื้นตัวหลังการรดน้ำ พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนค่อนข้างต่ำในทุกๆระยะการรดน้ำ

โดยมีค่าเบี่ยงเบนสูงในอ้อยที่มีการรดน้ำ 3 วัน และ 6 วัน เท่ากับ 2.41 และ 1.47 ตามลำดับ และต่ำสุดในอ้อยที่มีการรดน้ำ 9 วัน และ 12 วัน เท่ากับ 1.04 และ 1.28 ตามลำดับ

### ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไกลซีนบีเทนที่ขาดน้ำในโรงเรือนกับผลผลิตอ้อยในแปลง

#### ลักษณะไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำ

Table 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของปริมาณไกลซีนบีเทนหลังรดน้ำเป็นระยะเวลาต่างกันโรงเรือน กับผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยต่อจากแปลงทดสอบพันธุ์เฉลี่ยจาก 19 แปลง และที่เฉลี่ยตามแปลงของภูมิภาคต่างๆ และจำนวนแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผลผลิตจาก 19 แปลง ไม่พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในแต่ละภูมิภาค พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยปลูก 1 ค่า ระหว่างเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำของอ้อยที่รดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติในภาคตะวันตกตอนล่าง และเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยต่อ 4 ค่า โดยเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำของอ้อยที่รดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติเช่นกัน ใน 3 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันตกตอนล่าง ภาคตะวันตกตอนบน และภาคตะวันออก และเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำของอ้อยที่รดน้ำ 9 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ ในภาคเหนือตอนล่าง

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละแปลง พบจำนวนแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุดถึง 8 แปลงจาก 19 แปลงในอ้อยต่อของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังรดน้ำของอ้อยที่รดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ รองลงมา มีจำนวน 5 แปลงในอ้อยต่อเช่นกัน ของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีน บีเทนหลังรดน้ำของอ้อยที่รดน้ำ 9 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังรดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ ก็มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยปลูก เป็นจำนวน 4 แปลง

เมื่อพิจารณาลักษณะต่างๆ ของไกลซีนบีเทน พบว่าเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำระหว่างอ้อยที่รดน้ำกับที่ได้รับน้ำปกติ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากที่สุด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในภูมิภาคและแต่ละแปลงทดสอบ พบความสัมพันธ์ในอ้อยต่อมากกว่าในอ้อยปลูก รองลงมาเป็นปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำ ส่วนเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำกับก่อนการรดน้ำ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ โดยเฉพาะในอ้อยปลูก และเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้สำหรับการรดน้ำต้นกล้าอ้อยในโรงเรือน พบว่าการรดน้ำเป็นระยะเวลาโดยเฉพาะ 6 วัน รองลงมาเป็นการรดน้ำ 9 วัน มีความเหมาะสมสำหรับการคัดแยกพันธุ์อ้อยที่มีแนวโน้มที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิต โดยเฉพาะในอ้อยต่อมากกว่าการรดน้ำเป็นระยะเวลา 12 วัน ถึงแม้ว่าการรดน้ำทั้ง 3 ระยะเวลา มีความต่างศักยภาพของน้ำในดินที่ใกล้เคียงกัน

#### ลักษณะไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัว

Table 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวกับผลผลิต เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผลผลิตจาก 19 แปลง ไม่พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญเช่นเดียวกับลักษณะไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในแต่ละภูมิภาค ไม่พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญในอ้อยปลูก แต่ในอ้อยต่อ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางลบ ระหว่างเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนระหว่างหลังการฟื้นตัวกับหลังการรดน้ำ ที่รดน้ำ 3 วัน จำนวน 2 ค่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคตะวันตกตอนล่าง และพบค่าที่มีนัยสำคัญทางบวก ระหว่างปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัว และระหว่างเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวของอ้อยที่รดน้ำ 12 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ กับผลผลิตอ้อยต่อในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละแปลง พบจำนวนแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุดเพียง 4 แปลงจาก 19 แปลงในอ้อยต่อของเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวของอ้อยที่งดน้ำ 12 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ รองลงมา มีจำนวน 3 แปลงในอ้อยต่อเช่นกัน ของปริมาณไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวของอ้อยที่งดน้ำ 3 วัน ทั้งนี้ไม่พบแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวกับผลผลิตอ้อยปลูก

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของไกลซีนบีเทนในแต่ละแปลงทดสอบ พบว่าเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวกับหลังการงดน้ำ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากที่สุด ส่วนปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการฟื้นตัวและเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนหลังฟื้นตัวของอ้อยที่งดน้ำกับที่ได้รับน้ำปกติ มีจำนวนแปลงที่ค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้สำหรับการงดน้ำต้นกล้าอ้อยในโรงเรือน พบว่าการงดน้ำเป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งเป็นสภาพที่อ้อยยังไม่ขาดน้ำ มีจำนวนแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากกว่าที่ได้รับการงดน้ำ 6, 9 และ 12 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอ้อยปลูกและอ้อยต่อ พบว่าอ้อยต่อมีแนวโน้มที่ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับลักษณะไกลซีนบีเทนในสภาพขาดน้ำในโรงเรือน มากกว่าอ้อยปลูก โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบไกลซีนบีเทนระหว่างหลังการฟื้นตัวและหลังการงดน้ำ ที่งดน้ำ 3 วัน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณไกลซีนบีเทนในสภาพขาดน้ำในโรงเรือน เมื่ออ้อยมีอายุครบ 3 เดือน หลังจากการงดน้ำ พบว่าความต่างศักย์ของน้ำในดินมีค่าลดลงตามระยะเวลาที่ขาดน้ำ โดยลดลงต่ำสุดที่วิธีการงดน้ำ 12 วัน แต่กลับพบว่าปริมาณไกลซีนบีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่วิธีงดน้ำ 9 วัน และลดลงต่ำสุดที่วิธีงดน้ำ 12 วัน และยังพบว่า

ความชื้นในดินมีค่าลดลงสอดคล้องกับความต่างศักย์ของน้ำในดิน ส่งผลให้ดินแห้ง และเมื่อดินแห้งจะส่งผลให้สารละลายเกลือในดินเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพผลผลิต เนื่องจากไม่สามารถดูดน้ำในดินไปใช้ได้ หรือหากดึงมาใช้ได้ก็จะเกิดการสะสมไอออนที่เป็นพิษมากเกินไป (วันชัย, ม.ป.ป) ซึ่งปริมาณไกลซีนที่เพิ่มขึ้นมีความสอดคล้องกับการทดสอบการสะสมไกลซีนบีเทนที่ได้รับความเครียดจากสภาวะเค็มในยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (Sayamol, 2009) หญ้าปากควาย (ปิยนันท์, 2547) และ Indica rice (Suriyan *et al*, 2006)

เนื่องจากสภาพขาดน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงพบว่าปริมาณไกลซีนบีเทนความเค็มของใบ และเปอร์เซ็นต์ใบเขียว หลังจากได้รับวิธีการรดน้ำที่แตกต่างกันมีการตอบสนองในรูปแบบโพลีโนเมียลที่มีค่า  $R^2$  ส่วนใหญ่ สูงกว่าสมการรูปแบบอื่น ซึ่งรูปแบบโพลีโนเมียลจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง สอดคล้องกับการทดลองที่มีปริมาณไกลซีนบีเทนเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังการรดน้ำและต่ำสุดหลังการฟื้นตัว ที่วิธีงดน้ำ 9 วัน ซึ่งอาจส่งผลทำให้หลังการฟื้นตัว อ้อยมีค่าความเค็มของใบและเปอร์เซ็นต์ใบเขียวเพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการรดน้ำอื่นๆ เนื่องจากไกลซีนบีเทนมีคุณสมบัติช่วยรักษาสมดุลแรงดันออสโมติกระหว่างภายในและภายนอกของเซลล์ เพื่อจัดการกับสภาวะเครียดที่เกิดจากความไม่สมดุลของแรงดันออสโมติก และรักษาความเต่งของเซลล์ (Ashraf and Foolad, 2007) และเนื่องจากไกลซีนบีเทนช่วยเพิ่มศักยภาพในการเจริญเติบโตของอ้อย (ชนพงษ์, 2554) จึงอาจส่งผลให้ปริมาณไกลซีนที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยในทางบวก เพราะในระยะเวลาการเจริญเติบโตอ้อยจะมีการแตกกอ การยืดยาวของข้อปล้อง และเริ่มมีการสะสมน้ำตาลก่อนเข้าระยะสุกแก่ ซึ่งล้วนแต่เป็นองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย (ประเสริฐ, 2542)

### สรุปผลการทดลอง

อ้อยอายุ 3 เดือนที่งดน้ำเป็นระยะเวลาต่างกันในเรื่องนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไกลซีนบีเทน โดยหลังการงดน้ำมีปริมาณไกลซีนบีเทนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการงดน้ำ โดยมีค่าสูงสุดเมื่องดน้ำเป็นเวลา 9 วัน แต่ปริมาณไกลซีนบีเทนลดลงเมื่องดน้ำเป็นเวลา 12 วัน โดยมีค่าที่ต่ำกว่าที่ได้รับน้ำปกติ (ได้รับน้ำทุก 3 วัน) ทั้งนี้การงดน้ำเป็นระยะเวลา 6, 9 และ 12 วัน มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในดินที่ใกล้เคียงกัน (-86.5, -88.0 และ -90.0 กิโลปาสกาล) ตามลำดับ

ในสภาพขาดน้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ ในโรงเรือน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณไกลซีนบีเทนระหว่างพันธุ์อ้อย ทั้งหลังการรดน้ำและหลังการฟื้นตัว ที่งดน้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ ทั้งนี้ปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำและหลังการฟื้นตัว ที่งดน้ำ 3 วันมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูง ส่วนที่งดน้ำ 12 วัน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำ แต่ทั้งนี้ปริมาณไกลซีนบีเทนในแต่ละพันธุ์ที่ได้รับการรดน้ำเป็นระยะเวลาต่างกัน มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกัน

ลักษณะของไกลซีนบีเทนที่มีศักยภาพสูงสุดในการใช้ประเมินศักยภาพของพันธุ์อ้อยในการให้ผลผลิตคือ เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับปริมาณไกลซีนบีเทนหลังการรดน้ำที่งดน้ำ 6 วันกับที่ได้รับน้ำปกติ ทั้งนี้การประเมินศักยภาพของผลผลิตในสภาพแปลงโดยใช้ไกลซีนบีเทน ในอ้อยต่อมีแนวโน้มมากกว่าในอ้อยปลูก นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างไกลซีนบีเทนในโรงเรือนกับผลผลิตอ้อยในแปลง มีแนวโน้มที่มีความจำเพาะในแต่ละพื้นที่หรือภูมิภาค มากกว่าการบ่งบอกถึงเสถียรภาพของผลผลิตของพันธุ์อ้อย

### เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2552. สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย "R". ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จ.นครปฐม.

ธนพงษ์ ภูริพันธุ์ภิญโญ, อุษณีย์ พิษกรรม และ สุริยันต์ ฉะอุ่ม. 2554. ผลของการให้ glycine betaine ในอาหารเพาะเลี้ยงต่อสาร anthocyanin ที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะเครียดจากความเค็ม. นิตยสารโครงการงานวิทยาศาสตร์. ครั้งที่ 12.

ประเสริฐ ฉัตรวชิรวงษ์. 2542. อ้อย, หน้า 270-295. ใน นพพร สายัมผล, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษฏ์ กาวีตะ และสนธิชัย จันทรเปรม. บรรณาธิการ. พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยนันท์ ถนอมชาติ. 2547. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของหญ้าปากควายภายใต้สภาวะเครียดจากเกลือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อย ปี 2551 โครงการย่อยที่ 1.1 การปรับปรุงพันธุ์อ้อยด้วยวิธี conventional method. เสนอ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม.

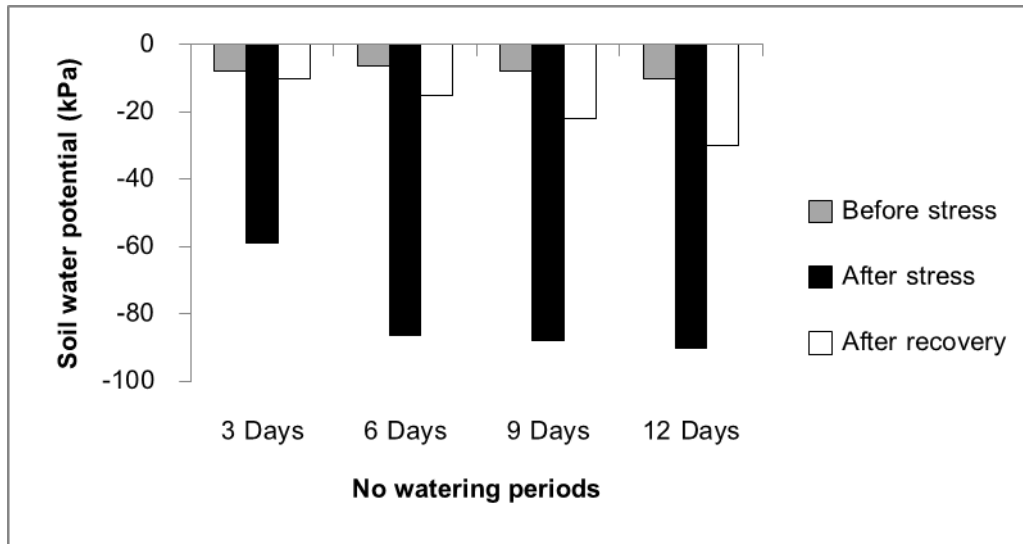
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อย ภายใต้แผนแม่บทโครงการพื้นฐานทางปัญญา โครงการระยะยาว ปี 2552 เล่มที่ 1 ด้านพันธุ์ และสารสนเทศ. เสนอ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม.

- Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2007. Improving plant abiotic stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycinebetaine and proline. *Env. Exp. Bot.* 59:206-216.
- Choluj, D., R. Karwowska, A. Ciszewska, and M. Jasinska. 2008. Influence of long-term drought stress on osmolyte accumulation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. *Acta Physiologiae Plantarum.* 30:679-687.
- Grieve, C.M. and S.R. Grattan. 1983. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant Soil.* 70: 303-307.
- Liu, J., H. Zenga, X. Li, L. Xu, Y. Wang, W. Tang and L. Han. 2010. Isolation and characterization of the betaine aldehyde dehydrogenase gene in *Ophiopogon japonicas*. *Open Biotech J.* 4:18-25.
- Sayamol, S., P. Harinasut., S. Pornbunlualap and S. Cha-um. 2009. accumulation of glycine betaine and betaine aldehyde dehydrogenase activity in *Eucalyptus camaldulensis* Clone T5 under in vitro salt stress. *Kasetsart Journal (Natural Science).* 43: 146 – 152.
- Smith, K. and M. Bhavel. 2007. Response of Plants to Salt and Water Stress and the Roles of Aquaporins. *In Plant Stress and Biotechnology,* Thangadurai, D., Tang, W. and Song Q. S. (Eds.), p. 90-104. Oxford Book Company, Jaipur, India.
- Suriyan.C.K.Supaibulwatana and C. Kirdmanee. 2006. Glycinebetaine accumulation, physiological characterizations and growth efficiency in salt-tolerant and salt-sensitive lines of indica rice (*Oryza sativa* L. ssp. indica) in response to salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 193: 157 - 166

**Received 15 June 2015**

**Accepted 31 August 2015**





**Figure1** Soil water potential (kPa) before stress, after stress and after recovering period of four no watering periods.

**Table 1** Average of glycine betaine concentration of sugarcane varieties before water deficit, after water deficit and after recovering

Varieties of sugarcane	Glycine betaine concentration ( $\mu\text{g/ml}$ fresh weight)			
	3 Days	6 Days	9 Days	12 Days
before water deficit				
Kamphaeng Saen 01-1-12	13.60	15.38	11.68	14.23
Kamphaeng Saen 01-4-29	14.70	12.83	12.15	13.03
Kamphaeng Saen 00-129	13.13	14.78	14.70	12.08
Kamphaeng Saen 00-148	13.73	12.15	12.10	14.65
Kamphaeng Saen 01-3-5	11.83	13.33	12.75	13.30
Kamphaeng Saen 01-1-46	13.38	14.33	10.70	12.20
Kamphaeng Saen 01-11-6	12.03	14.85	14.78	13.45
Kamphaeng Saen 01-3-15	11.25	11.38	11.70	17.55
Mean	12.95	13.63	12.57	13.81
S.D.	4.14	3.48	4.17	4.32
after water deficit				
Kamphaeng Saen 01-1-12	14.10 BC <sup>1/</sup>	15.73 AB	19.45 A	9.63 C
Kamphaeng Saen 01-4-29	14.60 AB	19.15 A	19.78 A	10.63 B
Kamphaeng Saen 00-129	13.675 BC	17.50 AB	20.90 A	9.825 C
Kamphaeng Saen 00-148	11.25 B	13.20 B	20.48 A	9.95 B
Kamphaeng Saen 01-3-5	13.90 B	14.80 B	21.30 A	10.93 B
Kamphaeng Saen 01-1-46	15.68	15.05	19.38	11.08
Kamphaeng Saen 01-11-6	15.28	15.93	18.70	8.95
Kamphaeng Saen 01-3-15	12.55 B	13.33 AB	17.58 A	9.45 B
Mean	13.88 B	15.58 B	19.69 A	10.05 C
S.D.	5.17	3.46	3.44	1.69
after recovering				
Kamphaeng Saen 01-1-12	14.93 A	13.65 A	8.30 C	10.80 B
Kamphaeng Saen 01-4-29	13.73 A	12.65 A	9.03 B	10.63 B
Kamphaeng Saen 00-129	14.60 A	13.53 A	8.33 C	10.63 B
Kamphaeng Saen 00-148	11.15 AB	12.63 A	8.70 C	9.53 BC
Kamphaeng Saen 01-3-5	14.28 A	11.88 B	7.85 C	10.28 B
Kamphaeng Saen 01-1-46	17.05A	12.78 B	9.13 C	10.65 BC
Kamphaeng Saen 01-11-6	13.33 A	14.23 A	8.50 B	10.40 B
Kamphaeng Saen 01-3-15	14.83 A	13.20 AB	8.75 C	9.63 BC
Mean	14.23 A	13.07 B	8.57 D	10.32 C
S.D.	2.41	1.47	1.04	1.28

<sup>1/</sup>Different capital letters in row are significant at 0.05**Table 2** Comparative percentage glycine betaine content among before water deficit, after water deficit and after recovering

Comparative percentage glycine betaine content	No watering periods			
	3 Days	6 Days	9 Days	12 Days
after water deficit and before water deficit	7.2	14.3	56.7	-27.2
after recovering and after water deficit	2.5	-16.1	-56.5	2.7
after recovering and before water deficit	9.9	-4.1	-31.8	-25.3

**Table 3** Correlation coefficient between glycine betaine content characters after different water stress periods and cane yields from 19 varietal trials of 8 sugarcane varieties

Character of glycine betaine/ stress period	Plant cane							Ratoon cane						
	Average	regions					No. of Significant trails	Average	regions					No. of Significant trails
		North <sup>1/</sup> Eastern	Lower Northern	Lower western	Upper western	Eastern			North eastern	Lower northern	Lower western	Upper western	Eastern	
Glycine betaine content														
3 days	-0.305	-0.234	-0.161	-0.119	-0.398	-0.242	0	-0.260	-0.493	-0.085	-0.103	-0.286	-0.437	0
6 days	0.342	0.326	0.525	0.340	0.276	0.444	3	0.481	0.094	0.552	0.502	0.529	0.409	1
9 days	0.524	0.689*	0.374	0.283	0.519	0.198	2	0.645	0.640	0.529	0.715*	0.454	0.611	2
12 days	0.144	0.296	0.144	0.230	0.057	-0.267	0	0.151	0.132	0.052	0.406	0.042	0.031	1
Comparative glycine betaine content after recovery between stress treatment and on stress treatment (3 days)														
6 days	0.636	0.563	0.676*	0.430	0.659	0.686	4	0.761	0.576	0.663	0.696*	0.804**	0.933**	8
9 days	0.349	0.470	0.056	0.062	0.414	0.110	0	0.411	0.770*	0.231	0.226	0.401	0.330	5
12 days	0.112	0.222	-0.093	0.033	0.129	-0.224	0	0.090	0.488	-0.129	0.029	0.143	-0.004	0
Comparative glycine betaine content between after recovery and after stress														
3 days	-0.453	-0.455	-0.313	-0.275	-0.509	-0.430	1	-0.417	-0.532	-0.348	-0.233	-0.514	-0.298	1
6 days	0.210	0.069	0.439	0.378	0.153	0.092	0	0.198	0.024	0.053	0.332	0.267	0.402	2
9 days	0.416	0.509	0.354	0.578	0.321	-0.160	0	0.312	0.405	0.205	0.503	0.239	-0.054	2
12 days	0.019	0.241	0.017	0.042	-0.076	-0.259	0	0.130	0.058	0.102	0.331	0.047	-0.048	0

<sup>1/</sup> Number of trials: 5 trials in north eastern, 3 trials in lower part of northern, 5 trails in lower part of western, 5 trails in upper part of western and 1 trail in eastern

\* Showed the significance at 0.05 level, \*\* showed the significance at 0.01 level

**Table 4** Correlation coefficient between glycine betaine content characters after recovery of different water stress periods and cane yields from 19 varietal trials of 8 sugarcane varieties

Character of glycine betaine/ stressperiod	Plant cane							Plant cane						
	Average	regions					No. of Significant trails	Average	regions					No. of Significant trails
		North <sup>1/</sup> Eastern	Lower northern	Lower western	Upper western	Eastern			North eastern	Lower northern	Lower western	Upper western	Eastern	
Glycine betaine content														
3 days	-0.404	-0.410	-0.236	-0.267	-0.431	-0.110	0	-0.435	-0.696*	-0.246	-0.315	-0.419	-0.392	3
6 days	-0.244	-0.323	-0.203	-0.317	-0.191	0.282	0	-0.190	-0.297	0.019	-0.443	-0.041	-0.217	0
9 days	-0.251	-0.186	-0.198	-0.121	-0.310	-0.215	0	-0.214	-0.118	-0.228	-0.291	0.048	-0.444	0
12 days	0.195	0.233	0.307	0.222	0.133	0.313	0	0.260	-0.115	0.463	0.324	0.216	0.034	0
Comparative glycine betaine content after recovery between stress treatment and on stress treatment (3 days)														
6 days	0.208	0.218	0.024	0.047	0.258	0.105	0	0.251	0.549	0.131	0.025	0.318	0.172	0
9 days	0.229	0.275	0.060	0.146	0.240	-0.056	0	0.259	0.613	0.056	0.109	0.352	0.131	1
12 days	0.501	0.533	0.333	0.360	0.510	0.192	0	0.556	0.7715*	0.399	0.425	0.549	0.399	4
Comparative glycine betaine content between after recovery and after stress														
3 days	-0.602	-0.648	-0.522	-0.544	-0.556	-0.179	2	-0.661	-0.667*	-0.555	-0.717*	-0.515	-0.486	1
6 days	-0.402	-0.407	-0.575	-0.451	-0.315	-0.293	2	-0.494	-0.119	-0.513	-0.660	-0.425	-0.451	2
9 days	-0.452	-0.566	-0.335	-0.219	-0.463	-0.237	2	-0.552	-0.470	-0.500	-0.634	-0.316	-0.595	0
12 days	0.125	-0.032	0.284	0.165	0.120	0.460	0	0.154	-0.139	0.328	0.029	0.246	0.100	0

<sup>1/</sup> Number of trials: 5 trials in north eastern, 3 trials in lower part of northern, 5 trails in lower part of western, 5 trails in upper part of western and 1 trail in eastern

\* Showed the significance at 0.05 level