ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ ในกล้าพันธุ์อ้อยลูกผสมที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์

Antioxidant Contents in Seedling Sugarcane Hybrids Exposed to Hypertonic NaCl Concentration

ปฐมาภรณ์ ยอดฉิมมา,[1] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[2] และ ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล[3]*

Patamaporn Yodchimma,[1*] Rewat Lersrutaiyotin[2] and Chainarong Rattanakreetakul[3]

ABSTRACT

Salinity is one of the problems that affecting growth and yield of sugarcane. Breeding for salt tolerant sugarcane the another way to solve the problem. As screening in field may face the non uniformity of salt content to avoid such problem the screening was conducted in nursery condition as guidelines for breeding in sugarcane. Evaluated antioxidant contents in 2 months old seedlings of 18 sugarcane hybrids from 6 crosses, each having 3 hybrids, and all belonged to Cane and Sugar Research and Development Center under the treatment and treatments with 0%, 0.2% and 0.4% (w/v) NaCl solutions for 48 and 72 hrs were evaluated. Split plots in CRD with 4 replications having 5 treatments of immersing in NaCl solutions as the main plots and sugarcane hybrids as the sub plots were used. One hundred of single buded from seed cane were germinated for 2 months in trays filled with sand plant material. Then two seedlings from each of 18 hybrids were transferred into the same trays, which were immersed into NaCl solutions for 48 and 72 hrs. All leaf from each seedling were collected for the analysis of antioxidant content evaluation by ferric thiocyanate method. The results showed each varieties of sugarcane has difference of response to concentration and immersion period of salinity. It was revealed the significant decrease of antioxidant contents in 2-months old seedlings after immersing in NaCl solutions. The significantly lower antioxidant content was observed in seedling after immersing in 0.2% NaCl for 72 hrs. compared to the other methods of immersing in NaCl. In comparing among the crosses, insignificant differences of antioxidant contents were observed in 2 reciprocal crosses, but significant differences were observed in crosses having different male parents. The difference in antioxidant contents of hybrids of each cross were significant in 4 crosses and insignificant in 2 crosses and the

[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 คณะเกษตร 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, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel. 08-6932-5055, E-mail address: pyod.aui@gmail.com

responses of hybrids of each cross in antioxidant contents to NaCl of crosses were also observed to have significant difference in 4 crosses and insignificant difference in 2 crosses.

Key words: antioxidant contents, sugarcane hybrids, NaCl solutions

บทคัดย่อ

ดินเค็มเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย การใช้พันธุ์อ้อยทนเค็มเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหา แต่การทดสอบพันธุ์อ้อยทนเค็มในสภาพแปลงมีความไม่สม่ำเสมอของความเค็ม ดังนั้น จึงทำการทดสอบพันธุ์อ้อยโดยให้ได้รับสภาพเค็มในโรงเรือน โดยการตรวจสอบปริมาณแอนติออกซิแดนท์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยทนเค็มในงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป โดยศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถในการทนเค็มกับปริมาณแอนติออกซิแดนท์ ในต้นกล้าอ้อยอายุ 2 เดือน ของพันธุ์อ้อยลูกผสม จำนวน 18 พันธุ์ จาก 6 คู่ผสม คู่ผสมละ 3 พันธุ์ ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล ที่แช่ในสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้น 0%, 0.2% และ 0.4% (w/v) เป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชม. วางแผนการทดลองแบบ split plot design in CRD ทำ 4 ซ้ำ โดยปัจจัยหลักเป็นความเข้มข้น 5 ระดับของ NaCl และปัจจัยรองเป็นพันธุ์อ้อยลูกผสม ทำการเพาะท่อนพันธุ์อ้อยที่มี 1 ตา พันธุ์ละ 100 ท่อนพันธุ์ ในดินทรายที่บรรจุในกระบะเพาะ เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นเลือกต้นอ้อยที่มีลักษณะพันธุ์ดีพันธุ์ละ 2 ต้นของทั้ง 18 พันธุ์ ย้ายลงในกระบะเดียวกัน แล้วนำไปแช่ในสารละลาย NaCl เก็บตัวอย่างใบอ้อยและวิเคราะห์ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ด้วยวิธี Ferric Thiocyanate Method จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อความเค็มที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน โดยพบว่าต้นกล้าอ้อยอายุ 2 เดือน เมื่อแช่ในสารละลาย NaCl มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่ใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ต้นกล้าอ้อยที่แช่ในสารละลาย NaCl 0.2% เป็นระยะเวลา 72 ชม. มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ต่ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณแอนติออกซิแดนท์ ระหว่างคู่ผสมสลับพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ ทั้ง 2 คู่ แต่ในคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของแต่ละคู่ผสม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 4 คู่ผสม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 คู่ผสม และเมื่อพิจารณาการปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ จำนวน 4 คู่ผสม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 คู่ผสม เช่นกัน

คำสำคัญ: ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ พันธุ์อ้อยลูกผสม สารละลาย NaCl

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาดินเค็มแพร่กระจายในทุกทวีปของโลก ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่แห้งแล้งหรือพื้นที่ชุ่มชื้น ทั้งในเขตชลประทาน และเขตอาศัยน้ำฝน ดินเค็มเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืช ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลง อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากพื้นที่ดินเค็ม เนื่องจากพื้นที่ ปลูกอ้อยอยู่ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแพร่กระจายของดินเค็ม โดยแต่ละพื้นที่มีระดับความเค็มแตกต่างกันและมีแนวโน้มว่าพื้นที่ดินเค็มจะขยายเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลผลิตของอ้อยในพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณต่ำเมื่อเทียบต่อพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร

และยังมีผลกระทบโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการผลิตอ้อยและน้ำตาลของประเทศด้วย การคัดเลือกพันธุ์อ้อยทนเค็มให้เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินเค็มนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการปลูกทดสอบในแปลงหรือโรงเรือน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การตวจสอบดีเอ็นเอ ตลอดจนการตรวจวัดปริมาณสารชีวเคมีที่เปลี่ยนแปลง เช่น สารแอนติออกซิแดนท์ โพรลีน และ ไกลซีน เป็นต้น

วิธีการคัดเลือกพันธุ์พืชเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพราะหากเลือกใช้วิธีการที่มีความเหมาะสม แม่นยำ รวดเร็ว และประหยัดแล้ว การคัดเลือกพันธุ์จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้พันธุ์ที่ตรงตามความต้องการ Sminoff (1993), Zhang and Kirkham (1994) และ Reddy *et al.* (2004) พบว่าพืชในสภาพแวดล้อมทั่วไปมีปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ระดับปกติ แต่เมื่อพืชได้รับสภาวะแล้งจะมีการสะสมสารแอนติออกซิแดนท์เพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์จะแตกต่างออกไปตามชนิดและพันธุ์พืช Munir and Aftab (2013) พบว่ากิจกรรมของ antioxidant enzyme เป็นไปในทิศทางที่ตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ NaCl และต้นอ้อยที่เจริญมาจาก salt-stress callus มักจะมีระดับของ antioxidant enzyme ที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับต้นควบคุม Gomathi and Rakkiyapan (2011) ศึกษาการต้านทาน salt stress ในอ้อยที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน 4 พันธุ์ ในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของพืช พบว่าพันธุ์ C 92038 และ Co 85004 มี lipid peroxidation เพิ่มสูงขึ้น membrane stability ลดลง, chlorophyll fluorescence ratio (fv/fm), chlorophyll และ carotenoid contents เพิ่มสูงขึ้น กิจกรรมของ antioxidant enzyme เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยยะภายใต้สภาวะ salt stress

การใช้พันธุ์อ้อยทนเค็มเป็นแนวทางหนึ่งในปัญหาสภาพดินเค็ม แต่การทดสอบพันธุ์อ้อยทนเค็มในสภาพแปลงมีความไม่สม่ำเสมอของความเค็ม ดังนั้น จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ในอ้อยลูกผสมที่ได้รับสภาพเค็มที่ความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยทนเค็มต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์อ้อยกำแพงแสนลูกผสม จำนวน 18 พันธุ์ จาก 6 คู่ผสม ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่

1. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 98-024

1. กำแพงแสน 07-6-1
2. กำแพงแสน 07-6-3
3. กำแพงแสน 07-6-5

2. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 98-024 กับกำแพงแสน 94-13

1. กำแพงแสน 07-1-1
2. กำแพงแสน 07-1-2
3. กำแพงแสน 07-1-3

3. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-8-8

1. กำแพงแสน 07-10-1
2. กำแพงแสน 07-10-2
3. กำแพงแสน 07-10-9

4. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 01-8-8 กับกำแพงแสน 94-13

1. กำแพงแสน 07-14-1
2. กำแพงแสน 07-14-2
3. กำแพงแสน 07-14-3

5. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200

1. กำแพงแสน 07-17-1
2. กำแพงแสน 07-17-2
3. กำแพงแสน 07-17-3

6. คู่ผสมระหว่างพันธุ์กำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92

1. กำแพงแสน 07-21-1

2. กำแพงแสน 07-21-2

3. กำแพงแสน 07-21-6

2. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์แอนติออกซิแดนท์ ดัดแปลงตามวิธี ferric thiocyanate method ของ Kikuzaki and Nakatani (1993)

3. อุปกรณ์สำหรับการปลูกพันธุ์อ้อย

วางแผนการทดลองแบบ split plot in CRD ทำ 4 ซ้ำ โดยปัจจัยหลักเป็นความเข้มข้น 5 ระดับของ NaCl และปัจจัยรองเป็นพันธุ์อ้อยลูกผสม 18 พันธุ์ จาก 6 คู่ผสม ปลูกท่อนพันธุ์อ้อยที่มีตา 1 ตา พันธุ์ละ 100 ท่อน เป็นเวลา 2 เดือน ในดินทรายที่บรรจุในกระบะเพาะ ขนาดกว้าง 35 ซม. ยาว 50 ซม. และสูง 9 ซม. จากนั้นเลือกต้นอ้อยที่มีขนาดใกล้เคียงกันย้ายลงแช่ในกระบะ แต่ละกระบะมี 18 พันธุ์ๆละ 2 ต้น ที่เติมสารละลาย NaCl แบ่งเป็น 5 ความเข้มข้น คือ 1. สารละลาย NaCl 0% (control) 2. สารละลาย NaCl 0.2% w/v ระยะเวลาแช่ 48 ชม. 3. สารละลาย NaCl 0.2% w/v ระยะเวลาแช่ 72 ชม. 4. สารละลาย NaCl 0.4% w/v ระยะเวลาแช่ 48 ชม. และ 5. สารละลาย NaCl 0.4% w/v ระยะเวลาแช่ 72 ชม. ทำ 4 ซ้ำ จากนั้นเก็บใบอ้อยทั้งหมดของแต่ละพันธุ์ มาวิเคราะห์ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาวิเคราะห์ผลโดยโปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 2.13.0 (Venables *et al.*, 2012)

ผลและวิจารณ์การทดลอง

ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของพันธุ์อ้อยลูกผสม

จากการเปรียบเทียบปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของพันธุ์อ้อยลูกผสม 18 พันธุ์จาก 6 คู่ผสม (Table 1) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในพันธุ์อ้อยลูกผสม ทั้ง 3 พันธุ์ของ คู่ผสม กำแพงแสน 94-13 × K 84-200 และพบในพันธุ์อ้อยลูกผสม 2 พันธุ์ของ 3 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม กำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 01-8-8 คู่ผสม กำแพงแสน 01-8-8 × กำแพงแสน 94-13 และคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 00-92 และพบในพันธุ์อ้อยลูกผสมเพียง 1 พันธุ์ของ 2 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 98-024 และคู่ผสมกำแพงแสน 98-024 × กำแพงแสน 94-13

Table 1 Antioxidant contents (%) in response of the exposed to 0%, 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours of hybrids from different crosses

Crosses/Hybrids	NaCl 0% (control)	NaCl 0.2% 48 hrs.	NaCl 0.2% 72 hrs.	NaCl 0.4% 48 hrs.	NaCl 0.4% 72 hrs.
Kps 94-13 × Kps 98-024					
Kamphaeng Sane 07-6-1	72.92	68.26	71.93	67.41	70.46
Kamphaeng Sane 07-6-3	68.29	72.96	77.77	75.70	68.98
Kamphaeng Sane 07-6-5	75.98a[1/]	67.39b	71.58ab	66.44b	67.16b
Kps 98-024 × Kps 94-13					
Kamphaeng Sane 07-1-1	69.15	72.26	73.06	70.40	74.02
Kamphaeng Sane 07-1-2	73.16	67.22	70.97	71.84	72.28
Kamphaeng Sane 07-1-3	74.02b	79.74a	75.94ab	65.28c	66.29c
Kps 94-13 × Kps 01-8-8					
Kamphaeng Sane 07-10-1	70.80a	71.74a	65.13b	63.07b	67.25ab
Kamphaeng Sane 07-10-2	72.29	66.70	72.54	69.33	72.98
Kamphaeng Sane 07-10-9	74.96a	65.22b	66.70b	63.84b	67.68b
Kps 01-8-8 × Kps 94-13					
Kamphaeng Sane 07-14-1	72.21	70.78	68.53	62.49	69.42
Kamphaeng Sane 07-14-2	74.49ab	70.70bc	68.88cd	64.42d	77.32a
Kamphaeng Sane 07-14-3	72.06a	70.52a	62.34b	55.83b	70.46a
Kps 94-13 × K 84-200					
Kamphaeng Sane 07-17-1	70.72ab	70.00ab	65.04b	66.15b	73.33a
Kamphaeng Sane 07-17-2	76.61a	72.00b	71.14b	68.95b	71.50b
Kamphaeng Sane 07-17-3	73.47a	72.78a	69.57a	61.81b	71.94a
Kps 94-13 × Kps 00-92					
Kamphaeng Sane 07-21-1	76.22ab	77.48a	69.05c	65.67c	69.50bc
Kamphaeng Sane 07-21-2	73.55a	70.35ab	69.22ab	62.49c	65.42bc
Kamphaeng Sane 07-21-6	68.76	70.35	67.65	65.09	68.38
Average	**72.76a**[2/]	**70.91b**	**69.83b**	**65.90c**	**70.25b**
S.D.	**2.50**	**3.58**	**3.82**	**4.42**	**3.07**

[1/] Different letters in the same row showed the significance among salt stress treatments of each hybrids at 0.05 level by DMRT

[2/] Different letters in the same row showed the significance among salt stress treatments at 0.05 level by DMRT

ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ในใบอ้อยลูกผสมทั้งหมด

ต้นกล้าอ้อยที่แช่ในสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแช่ต่างๆ มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ในใบลดลง เมื่อเทียบกับอ้อยที่ได้รับสารละลาย NaCl 0% (control) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าที่ระยะเวลาแช่ 48 ชม. เมื่อความเข้มข้นของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้น ปริมาณแอนติออกซิแดนท์จะลดลง ในขณะที่ระยะเวลาแช่ 72 ชม. ปริมาณแอนติออกซิแดนท์จะ

เพิ่มสูงขึ้น โดยมีปริมาณแอนติออกซิแดนท์สูงสุดในสารละลาย NaCl 0.4% ส่วนที่สารละลาย NaCl 0.2% มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ลดลงต่อเนื่องและมากตามระยะเวลาแช่ที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ต่ำสุด (65.90) เมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ในขณะที่อ้อยได้รับสารละลาย NaCl 0.4% ที่ระยะเวลาแช่ 48 และ 72 ชม. มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ไม่แตกต่างกัน (Figure 1)

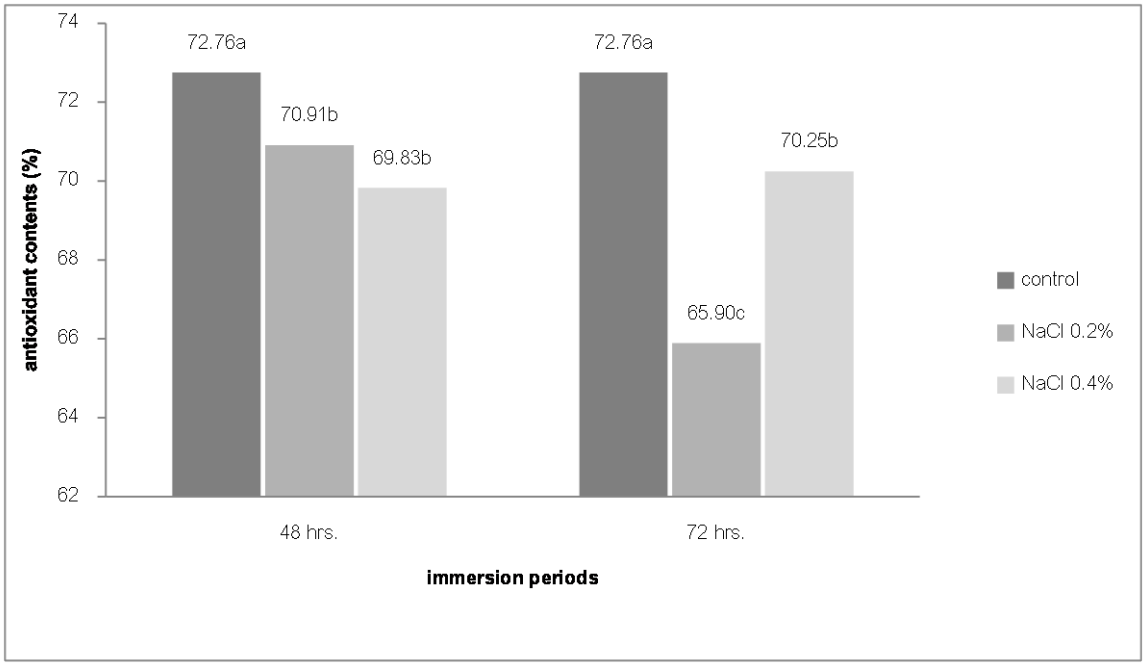

Figure 1 The influence of immersion period on the antioxidant contents (%) of 2-month old seedlings growing in nursery and exposed to 0%(control), 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours

ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของแต่ละคู่ผสม

จากการเปรียบเทียบปริมาณแอนติออกซิแดนท์แต่ละคู่ผสมที่ได้รับสารละลาย NaCl ความเข้มข้นและระยะเวลาแช่ต่างกัน (Table 2) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 4 คู่ผสม จากที่ศึกษา 6 คู่ผสม และทุกคู่ผสมที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าอ้อยที่ได้รับสารละลาย NaCl 0% (control) มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์สูงสุด โดยคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 01-8-8 ที่สารละลาย NaCl 0% (control) มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์แตกต่างทางสถิติกับที่สารละลาย NaCl ความเข้มข้นอื่นๆ ยกเว้นที่สารละลาย NaCl 0.4% ระยะเวลาแช่ 72 ชม. และคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 00-92 ที่สารละลาย NaCl 0% (control) มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์แตกต่างทางสถิติกับที่สารละลาย NaCl ความเข้มข้นอื่นๆ ยกเว้นที่สารละลาย NaCl 0.2% ระยะเวลาแช่ 48 ชม. ส่วนคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × K 84-200 และคู่ผสมกำแพงแสน 01-8-8 × กำแพงแสน 94-13 ที่สารละลาย NaCl 0% (control) มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์แตกต่างทางสถิติกับที่สารละลาย NaCl ความเข้มข้นอื่นๆ ยกเว้นที่สารละลาย NaCl 0.2% ระยะเวลาแช่ 48 ชม. กับที่สารละลาย NaCl 0.4% ระยะเวลาแช่ 72 ชม. ในส่วนของคู่ผสมที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้แก่ คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 98-024 และคู่ผสมกำแพงแสน 98-024 ×กำแพงแสน 94-13 ซึ่งเป็นคู่ผสมที่สลับพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ พบว่ามีปริมาณแอนติออกซิ

แดนท์สูงสุดเมื่อได้รับสารละลาย NaCl 0.2% ระยะเวลาแช่ 72 ชม. ในทั้ง 2 คู่ผสม

Table 2 Antioxidant contents (%) of sugarcane crosses exposted to 0%, 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours

Crosses	NaCl 0% (control)	NaCl 0.2% 48 hrs.	NaCl 0.2% 72 hrs.	NaCl 0.4% 48 hrs.	NaCl 0.4% 72 hrs.
Kps 94-13 × Kps 98-024	72.40	69.54	73.76	69.85	68.87
Kps 98-024 × Kps 94-13	72.11	73.07	73.32	69.17	70.87
Kps 94-13 × Kps 01-8-8	72.68a[1/]	67.88bc	68.12bc	65.41c	69.30ab
Kps 01-8-8 × Kps 94-13	72.92a	70.67a	66.58b	60.91c	72.40a
Kps 94-13 × K 84-200	73.60a	71.59ab	68.58bc	65.64c	72.26a
Kps 94-13 × Kps 00-92	72.84a	72.72a	68.64b	64.42c	67.77bc

[1/] Different letters in the same row showed the significance among salt stress treatments of each cross at 0.05 level by DMRT

ค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสม

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่ได้รับสารละลาย NaCl ความเข้มข้นและระยะเวลาแช่ต่างกัน (Table 3) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 4 คู่ผสม จากที่ศึกษา 6 คู่ผสม เช่นกัน โดยทั้ง 4 คู่ผสมพบว่า ใน 3 พันธุ์อ้อยลูกผสม มีเพียง 1 พันธุ์ ที่มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์สูงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 01-8-8 (พันธุ์กำแพงแสน 07-10-2) คู่ผสมกำแพงแสน 01-8-8 × กำแพงแสน 94-13 (พันธุ์กำแพงแสน 07-14-2) คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × K 84-200 (พันธุ์กำแพงแสน 07-17-2) และคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 00-92 (พันธุ์กำแพงแสน 07-21-1) ส่วนคู่ผสมที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้แก่ คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 98-024 และคู่ผสมกำแพงแสน 98-024 ×กำแพงแสน 94-13 พบว่าพันธุ์อ้อยลูกผสมของทั้ง 2 คู่ผสม จำนวน 5 จาก 6 พันธุ์ มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่สูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

Table 3 Average antioxidant contents (%) of hybrids of 6 crosses exposted to 0%, 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours

Crosses/Hybrids	Antioxidant contents (%)	Crosses/Hybrids	Antioxidant contents (%)
Kps 94-13 × Kps 98-024		Kps 01-8-8 × Kps 94-13	
Kamphaeng Sane 07-6-1	70.19	Kamphaeng Sane 07-14-1	68.69ab[1/]
Kamphaeng Sane 07-6-3	72.74	Kamphaeng Sane 07-14-2	71.16a
Kamphaeng Sane 07-6-5	69.71	Kamphaeng Sane 07-14-3	66.24b
Kps 98-024 × Kps 94-13		Kps 94-13 × K 84-200	
Kamphaeng Sane 07-1-1	71.78	Kamphaeng Sane 07-17-1	69.05b
Kamphaeng Sane 07-1-2	71.09	Kamphaeng Sane 07-17-2	72.04a
Kamphaeng Sane 07-1-3	72.25	Kamphaeng Sane 07-17-3	69.92ab
Kps 94-13 × Kps 01-8-8		Kps 94-13 × Kps 00-92	
Kamphaeng Sane 07-10-1	67.60b	Kamphaeng Sane 07-21-1	71.58a
Kamphaeng Sane 07-10-2	70.77a	Kamphaeng Sane 07-21-2	68.21b
Kamphaeng Sane 07-10-9	67.68b	Kamphaeng Sane 07-21-6	68.05b

[1/] Different letters among hybrids of each cross showed the significance at 0.05 level by DMRT

ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของคู่ผสมสลับ

ในการศึกษามีคู่ผสมสลับพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ จำนวน 2 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสมสลับระหว่างกำแพงแสน 98-024 กับ กำแพงแสน 94-13 และคู่ผสมสลับระหว่างกำแพงแสน 01-8-8 กับ กำแพงแสน 94-13 (Figure 2) พบว่าปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของคู่ผสมสลับพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 98-024 และคู่ผสมกำแพงแสน 98-024 × กำแพงแสน 94-13 มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่สูงเท่ากับ 70.88 และ 71.71 ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 × กำแพงแสน 01-8-8 และคู่ผสมกำแพงแสน 01-8-8 × กำแพงแสน 94-13 มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่ต่ำเท่ากับ 68.68 และ 68.70 ตามลำดับ

ปริมาณแอนติออกซิแดนท์ของคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อต่างกัน

คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีพันธุ์พ่อต่างกัน 4 พันธุ์ พบว่ามีปริมาณแอนติออกซิแดนท์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อกำแพงแสน 98-024 มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์สูงสุดเท่ากับ 71.71 รองลงมาเป็นคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อ K 84-200, กำแพงแสน 00-92 และกำแพงแสน 01-8-8 เท่ากับ 70.33, 69.28 และ 68.70 ตามลำดับ (Figure 3)

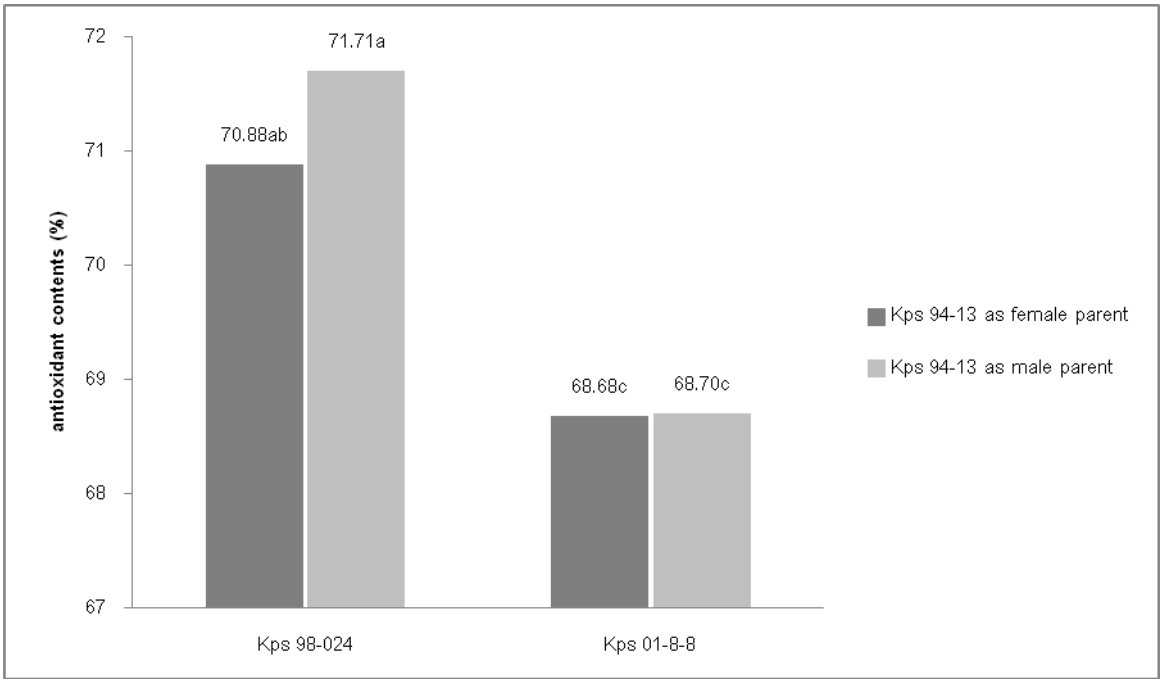

Figure 2 Antioxidant contents (%) of 2 reciprocal crosses of seedlings exposed to 0%, 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours

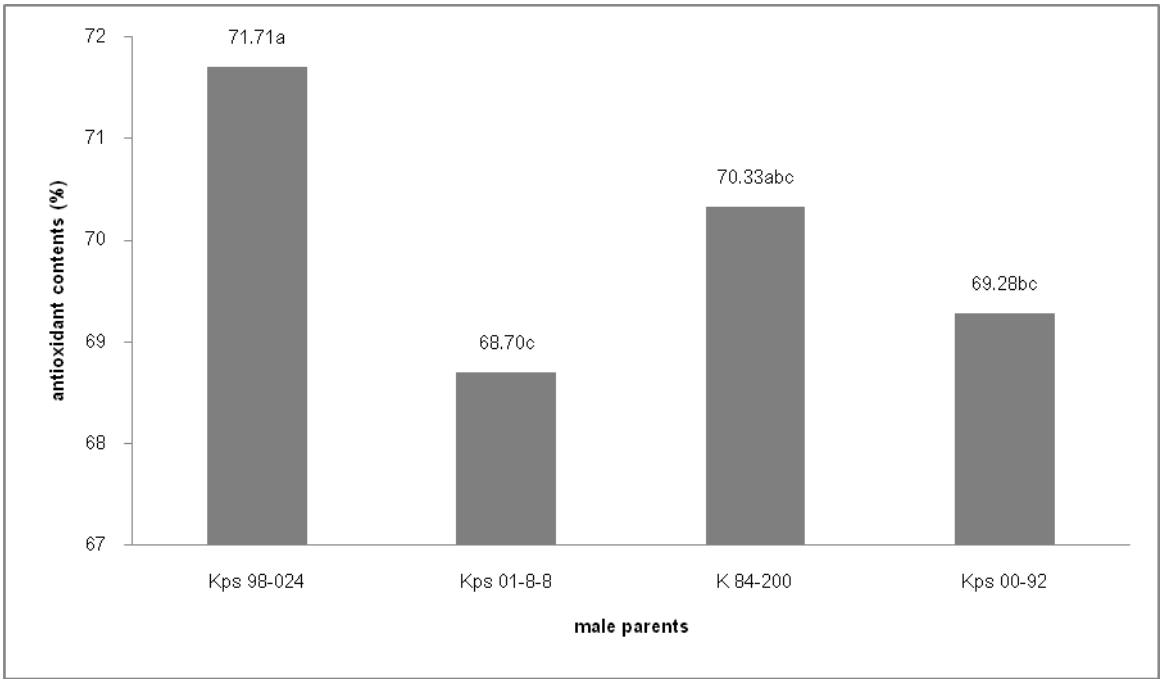

Figure 3 Influence of 4 different male parents on the antioxidant contents (%) of 4 crosses of seedlings having Kps 94-13 as the female parent exposed to 0%, 0.2% and 0.4% NaCl for 48 and 72 hours

จากผลการทดลองทำให้ทราบว่า พันธุ์อ้อยลูกผสมแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อความเค็มของสารละลาย NaCl ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแช่แตกต่างกัน ซึ่งการสร้างสารแอนติออกซิแดนท์เป็นเพียงขบวนการหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาจากความเค็ม นอกจากนั้นปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่สะสมเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงยังขึ้นอยู่กับระดับของความเค็มและระยะเวลาที่ได้รับด้วย (Munir and Aftab,

2013) งานวิจัยนี้ ทำการทดลองภายใต้สภาพโรงเรือนซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยที่ต้องการศึกษาได้ สามารถนำผลการทดลองนี้ไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตในสภาพแปลงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยทนเค็มต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าพันธุ์อ้อยลูกผสมแต่ละพันธุ์มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์แตกต่างกันไปตามระดับของความเข้มข้นของสารละลาย NaCl และระยะเวลาแช่ โดยเมื่อแช่ในสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้น 0.2% และ 0.4% (w/v) เป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชม. มีปริมาณแอนติออกซิแดนท์ที่ใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นกล้าอ้อยที่แช่ในสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้น 0.2% เป็นระยะเวลา 72 ชม. มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ต่ำสุด และไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์ ระหว่างคู่ผสมสลับพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ ทั้ง 2 คู่ ในขณะที่คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อต่างกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อกำแพงแสน 98-024 มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนท์สูงกว่าอีก 3 คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่ออื่น นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของจำนวนพันธุ์อ้อยลูกผสมในคู่ผสมที่ตอบสนองต่อ NaCl ในปริมาณแอนติออกซิแดนท์ โดยจากคู่ผสม 6 คู่ผสม แต่ละคู่ผสมมีพันธุ์อ้อยลูกผสม 3 พันธุ์ พบจำนวนพันธุ์อ้อยลูกผสมที่ตอบสนองต่อ NaCl จำนวน 3, 2 และ 1 พันธุ์ ในคู่ผสมจำนวน 1,3 และ 2 คู่ผสม ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Gomathi, R. and P. Rakkiyapan. 2011. Comparative lipid peroxidation leaf membrane thermostability and antioxidant system in four sugarcane genotypes differing in salt tolerance. Int. J. Plant Physiol. Biochem. 3(4): 67-74.

Kikuzaki, H. and N. Nakatani. 1993. Antioxidant effects of some ginger constituents. J. Food Sci. 58: 1470-1410.

Munir, N. and F. Aftab. 2013. Changes in activities of antioxidant enzymes in response to NaCl stress in callus cultures and regenerated plants of sugarcane. J. Anim. Plant Sci. 23(1): 203-209.

Reddy, A.R., K.V. Chaitanya and M. Vivekanandan. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Physiology. 161: 1189-1202.

Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the responses of plants to water deficit and desiccation. New Phytol. 125: 27-58.

Venables, W.N., D.M. Smith and the R Development Core Team. 2012. An Introduction to R. Available Source: http://www.R-project.org, June 23: 2012.

Zhang, J.X. and M.B. Kirkham. 1994. Drought-stress-induced changes in activities of superoxide dismutase, catalase, and peroxidase in wheat species. Plant Cell Physiol. 35: 785-791.

Received 25 April 2014

Accepted 22 December 2014