การประเมินศักยภาพในการทนเค็มของมะเขือการค้า 11 พันธุ์ในสภาพโรงเรือน

Evaluation of Salt Tolerance Potential of 11 Commercial Eggplant Cultivars in Greenhouse Condition

อัญมณี อาวุชานนท์ * ปัญจรัตน์ แซ่ตัน[1] ปิยะณัฐฏ์ ผกามาศ[1] และธรธ อำพล[1]

Anyamanee Auvuchanon[1]* Panjarat Saetan[1] Piyanath Pagamas[1] and Darod Umpon[1]

Abstract: Fresh water for agricultural irrigation is contaminated by high salinity level of sea water intrusion into the underground water. To solve this problem, salt tolerant plant should be used for this area and eggplant is a choice of economic vegetable will be suggested to farmers. This experiment is to study of ability to salt tolerant on 11 eggplants in 4 salinity level including 2 dS/m (Control), 6 dS/m, 9 dS/m and 12 dS/m. Eleven eggplant cultivars were grown in pots with sand and watering with nutrient solution containing by $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, Fe-EDTA, KNO_3, $NH_4H_2PO_4$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ and micronutrients H_3BO_3, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $ZnSo_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$ with additional NaCl every day. Eggplants were scored and SPAD measurement for 7 weeks. There was not significant between cultivars and the levels of salinity of salt for SPAD data. In the 7th week, eggplant cultivars were scored the ability for salinity tolerant selection. All eggplant cultivars can be grown well at salinity level of 6 dS/m. For salinity of 9 dS/m, there are 8 cultivars that can be tolerant (Pingpong, Casino, Yodnam-nangpraya, Krobkaw TA-089, Srisuk, Poseidon, Jawmapraw and Chan-maung). There were three cultivars that are Casino, Krobkaw TA-089 and Chan-maung can be moderately tolerant at 12 dS/m.

Keywords: salt stress, saline soil, selection

บทคัดย่อ: ปัญหาน้ำทะเลหนุนไหลเข้าสู่แม่น้ำในช่วงฤดูแล้ง ทำให้เกิดปัญหาดินเค็มสะสมและน้ำที่ใช้ทำการเกษตรมีค่าความเค็มที่สูงขึ้น การปลูกพืชทนเค็มจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรได้ มะเขือจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร ซึ่งเดิมมีรายงานว่ามะเขือไม่ทนเค็ม การทดลองในครั้งนี้จึงทดสอบมะเขือในสภาพความเค็มที่ระดับ 2 dS/m (ไม่เติมเกลือ), 6 dS/m, 9 dS/m และ 12 dS/m เพื่อประเมินและคัดเลือกพันธุ์มะเขือในระดับความเค็มต่างๆ ทำการปลูกมะเขือจำนวน 11 พันธุ์ ในกระถางที่ใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก รดสารละลายธาตุอาหาร $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, Fe-EDTA, KNO_3, $NH_4H_2PO_4$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ และกลุ่มจุลธาตุ H_3BO_3, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $ZnSo_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$ ผสมเกลือ (NaCl) ทุกวัน จากนั้นทำการวัดค่าความเขียวใบในทุกสัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระดับความเค็มของเกลือต่อค่าความเขียวใบ และจากการประเมินความสามารถในการทนเค็มของมะเขือด้วยการให้คะแนน พบว่ามะเขือทุกพันธุ์สามารถทนเค็มได้ที่ระดับความเค็ม 6 dS/m ที่ระดับความเค็ม 9 dS/m มีมะเขือ 8 พันธุ์ที่สามารถทนเค็มได้ คือ ปิงปอง, คาสิโน, หยดน้ำนางพญา, กรอบขาว ทีเอ-089, ศรีสุข, โพไซดอน, จาวมะพร้าว และจานม่วง และที่ระดับความเค็ม 12 dS/m มีมะเขือ 3 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ระดับปานกลาง คือ คาสิโน, กรอบขาว ทีเอ-089 และจานม่วง

คำสำคัญ: ความเครียดจากความเค็ม ดินเค็ม การคัดเลือก

---

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

*Corresponding author: agrana@ku.ac.th

คำนำ

มะเขือ (Solanum melongena L.; 2n=2X=24) เป็นพืชผักที่อยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชผักที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ซึ่งมีมะเขือหลากหลายชนิดที่สามารถนำมารับประทานได้ เช่น มะเขือเปาะ มะเขือยาว มะเขือม่วง มะเขือจาน มะเขือไข่ มะเขือขื่น (Solanum xanthocarpum) มะเขือพวง (Solanum torvum) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554) มะเขือเป็นที่นิยมบริโภคอย่างกว้างขวางทั่วโลกทั้งในเอเชียกลาง เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และ แอฟริกา (Kalloo, 1988) ความนิยมบริโภคมะเขือเป็นอันดับสามของพืชในวงศ์ Solanaceae รองมาจาก มันฝรั่งและมะเขือเทศ มะเขือมีการปลูกทั่วโลกประมาณ 12.23 ล้านไร่ ผลิตผลผลิตประมาณ 32,699,078 ตัน ผลิตมากในจีน อินเดีย อียิปต์ และตุรกี (FAO, 2008) และมีสมญานามว่า 'the king of vegetables' เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเนื่องจากมี ascorbic acid และ phenolics ซึ่งเป็นสารแอนตี้ออกซิแด้นท์ (Vinson et al., 1998). มะเขือเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย โดยพบว่ามีปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2557 มีมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ของมะเขือยาวประมาณ 41.18 ล้านบาท มะเขือม่วงประมาณ 5.62 ล้านบาท และมะเขือเปราะประมาณ 1.53 ล้านบาท โดยประเทศที่นำเข้าได้แก่ กัมพูชา, กัวเตมาลา, กานา, จีน, ญี่ปุ่น, บรูไน, ปากีสถาน, พม่า, และฟิลิปปินส์ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2558) ความต้องการของตลาดมีผลต่อพันธุ์มะเขือเป็นอย่างมาก การพัฒนาพันธุ์ใหม่จึงมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือที่หลากหลาย อาทิ ผลผลิตและคุณภาพผลผลิต การเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เช่น สารแอนโทรไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิค อายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง สีสวย อายุการเก็บรักษายาว ต้านทานโรค แมลง และ nematodes ต้านทาน/ทนทาน abiotic stress คือ ทนแล้ง ทนต่ออุณหภูมิต่ำ/สูง และทนเค็ม (Sekara et al., 2007)

พื้นที่ปลูกมะเขือที่สำคัญอยู่เขตภาคกลางแถบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี และปทุมธานี จากช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ปี 2558 พื้นที่ดังกล่าวได้รับปัญหาน้ำทะเลหนุนสูง ทำให้น้ำที่ใช้ในการเกษตรกลายเป็นน้ำเค็ม และเกิดปัญหาดินเค็มสะสม มีระดับความเค็มสูงถึง 3.47 g/L (0.347% หรือ 6 dS/m) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การแก้ไขปัญหาดินเค็มนั้นทำได้ยาก และมีค่าใช้จ่ายที่สูง การปลูกพืชจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหา และสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็มได้

มะเขือถูกจัดอยู่ในกลุ่มพืชไม่ทนเค็ม เนื่องจากไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพพื้นที่ที่มีความเค็มมากกว่า 1.2 g/L หรือ 2 dS/m (สมศรี, 2540) อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์มะเขือในประเทศไทยมีความก้าวหน้าอย่างมาก อีกทั้งมีสายพันธุ์มะเขือที่ถูกพัฒนามาอย่างหลากหลาย ซึ่งได้มีการศึกษาและประเมินมะเขือพันธุ์การค้ากว่า 50 สายพันธุ์พบว่ามีมะเขือ 24 สายพันธุ์ที่สามารถทนเค็มได้ที่ระดับ 5 g/L หรือ 4 dS/m และ 1 สายพันธุ์ที่ทนได้ระดับ 11 g/L หรือ 16 dS/m (Dumrongkittikul and Auvuchanon, 2016) โดยการศึกษาความสามารถทนเค็มของมะเขือพันธุ์ต่าง ๆ ในระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 2 dS/m (ไม่ใส่เกลือ), 4 dS/m, 8 dS/m และ 16 dS/m พบว่าระดับความเค็มที่ 4 dS/m มะเขือทุกพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ระดับความเค็ม 8 dS/m มะเขือบางพันธุ์เท่านั้นที่สามารถทนเค็มได้ เช่น ปิงปอง, คาสิโน, หยดน้ำนางพญา (อาริยา, 2557), กรอบขาว ทีเอ-089, ไข่นุ้ย, ศรีสุข, คางกบ เคอร์มิต , จาวมะพร้าว (นวฤทธิ์, 2558), โพไซดอน (เฉลิมชัย, 2558), มะเขือกินใบ และจานม่วง (วิภาพร, 2559) ที่ระดับความเค็มที่ 16 dS/m พบว่ามะเขือกินใบสามารถทนต่อความเค็มได้ที่ระดับนี้ (วิภาพร, 2559) จากข้อมูลเบื้องต้นของ สมศรี (2540) ที่กล่าว

ว่ามะเขือไม่ทนเค็ม แต่รายงานในปี 2557-2559 กล่าวว่ามะเขือทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบทนเค็มได้ที่ระดับ 4 dS/m จึงเป็นที่มาของการทดลองในครั้งนี้ โดยมีช่วงระดับความเค็มที่แคบลง คือ 2 dS/m (ไม่ใส่เกลือ), 6 dS/m, 9 dS/m และ 12 dS/m เพื่อศึกษาศักยภาพของพันธุ์มะเขือที่มีความสามารถในการทนเค็มในระดับต่างๆ และประเมินความเสียหายในระดับความเค็มที่แตกต่างกันได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

มะเขือพันธุ์การค้าทั้งหมด 11 พันธุ์ ประกอบมะเขือเปราะลูกผสม คือ ปิงปอง คางกบเคอร์มิค มะเขือพันธุ์ผสมเปิด ประกอบด้วยมะเขือเปราะคือ หยดน้ำนางพญา ไข่นุ้ย จาวมะพร้าว มะเขือขาวกรอบคือ ขาวกรอบ-TA-089 มะเขือกรอบม่วงศรีสุข มะเขือยาวลูกผสมคือ คาสิโน โพไซดอน มะเขือจานคือ จานม่วง มะเขือพันธุ์พื้นเมืองคือ มะเขือกินใบ

ปลูกต้นกล้ามะเขืออายุ 3 สัปดาห์ในกระถางพลาสติกขนาด 8 นิ้ว โดยใช้ทรายร่อนเป็นวัสดุปลูก รดด้วยสารละลายธาตุอาหารประกอบด้วยสารละลาย A และ B โดยสารละลายธาตุอาหาร A ประกอบด้วย $Ca(NO_2)_3 \cdot 4H_2O$ และ Fe-EDTA และสารละลายธาตุอาหาร B ประกอบด้วย KNO_3, $NH_4H_2PO_4$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ และกลุ่มจุลธาตุ (H_3BO_3, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $ZnSo_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$) สารละลายธาตุอาหาร A และ B ความเข้มข้น 100 เท่า นำสารละลายธาตุอาหาร A และ B อย่างละ 400 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 80 ลิตร ได้สารละลายธาตุอาหารเจือจางความเข้มข้น 0.5 เท่า ทำการรดสารละลายธาตุอาหารเจือจางปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นลดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเจือจางเหลือ 0.25 เท่า อัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และผสมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับวามเข้มข้น 4 ระดับ คือ 2 dS/m, 6 dS/m, 9 dS/m และ12 dS/m ซึ่ง 2 dS/m ไม่ใส่เกลือ ส่วนระดับความเค็มที่ 6 dS/m, 9 dS/m และ12 dS/m นำสารละลายธาตุอาหารที่ผสมไปรดต้นมะเขือแต่ละพันธุ์ โดยรดสารละลายในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น วันละ 3 ครั้ง คือ เช้า กลางวัน และเย็น เป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 สัปดาห์ ทำการบันทึกผลทุกสัปดาห์ เพื่อประเมินความทนทานต่อความเค็มของมะเขือแต่ละพันธุ์ ดังนี้

ทำการประเมินความสามารถในการทนเค็มของมะเขือแต่ละพันธุ์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (Figure 1) ซึ่งมะเขือที่สามารถทนเค็มได้จะมีคะแนนตั้งแต่ 3 คะแนน เป็นต้นไป ส่วนการให้คะแนน 1 คะแนน พบอาการความเสียหายโดยรวมมากกว่า 80% 2 คะแนน พบอาการความเสียหายโดยรวม 50-80% 3 คะแนน พบอาการความเสียหายโดยรวม 30-50% 4 คะแนน พบอาการความเสียหายโดยรวม 10-30% และ 5 คะแนน ไม่พบอาการความเสียหาย

Figure 1 Damage score of eggplant.

ทำการวัดค่าความเขียวของใบในทุกสัปดาห์ ด้วยเครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502 โดยวัดจากใบที่ 4 นับจากส่วนยอดลงมา จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยของมะเขือแต่ละพันธุ์ ซึ่งมีหน่วยเป็น SPAD unit และในสัปดาห์ที่ 7 ทำการเก็บตัวอย่างใบมะเขือทุกพันธุ์ นำมาสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากตัวอย่างใบ ด้วยสารละลาย N,N-dimethylformamide (DMF) ความเข้มข้น 99.8% ปริมาตร 4 ml เมื่อคลอโรฟิลล์ออกจากใบหมดแล้ว จึงนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 644 nm และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ดังสมการ Total chlorophyll (mg/L) = ((20.27 A647 + 7.04 A664) x Vol DMF (ml))/1000 ซึ่งมีหน่วยเป็น mg/L และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบ (x) กับค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (y) และจะได้ค่า R2 หรือ Coefficient of Determination

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely Randomized Design, CRD) จัดสิ่งทดลองแบบแฟลคทอเรียล 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 พันธุ์มะเขือ 11 พันธุ์ และปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของเกลือ 4 ระดับ การทดลองมีทั้งหมด 4 ซ้ำ นำข้อมูลค่าความเขียวใบมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least-Significant Different (LSD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการประเมินความทนเค็มของมะเขือ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนจากอาการความเสียหายของต้นมะเขือที่ได้รับความเค็มจากเกลือ ดังนี้ 1 คะแนน หมายถึงมีอาการความเสียหายโดยรวมมากกว่า 80% 2 คะแนน แสดงอาการความเสียหายโดยรวม 50-80% 3 คะแนน มีอาการความเสียหายโดยรวม 30-50% 4 คะแนน อาการความเสียหายโดยรวม 10-30% และ 5 คะแนน หมายถึงไม่พบอาการความเสียหาย ที่ระดับความเค็ม 6 dS/m มะเขือทุกพันธุ์สามารถทนเค็มได้ มีคะแนนอาการความเสียหายที่ 4-5 คะแนน ที่ระดับความเค็ม 9

dS/m มีมะเขือ 8 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ มีระดับการให้คะแนนความเสียหาย 3 คะแนน คือ ปิงปอง, หยดน้ำนางพญา, กรอบขาว ทีเอ-089, ศรีสุข, โพไซดอน, จาวมะพร้าว และจานม่วง และที่คะแนนอาการความเสียหาย 4 คะแนน คือ คาสิโน และที่ระดับความเค็ม 12 dS/m มีมะเขือ 3 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ มีระดับการให้คะแนนความเสียหาย 3 คะแนน คือ คาสิโน, กรอบขาว ทีเอ-089 และจานม่วง

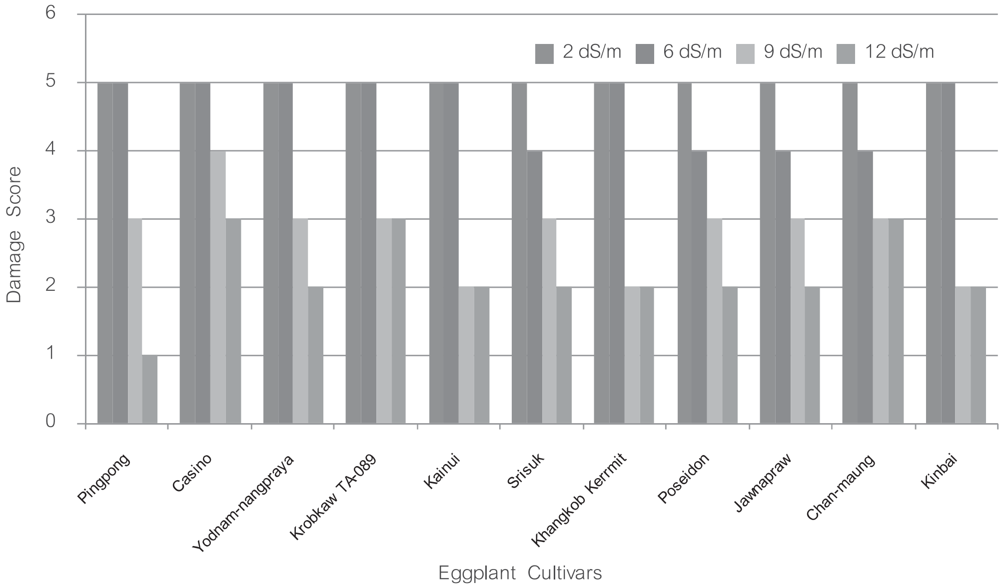

Figure 2 Damage score of 11 eggplant cultivars after salt treatment for 7 weeks

หลังจากให้สารละลายเกลือไปแล้ว 7 สัปดาห์ มะเขือพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูงที่สุด คือ มะเขือกินใบ และมะเขือพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบต่ำที่สุด คือ พันธุ์กรอบขาว ทีเอ-089 โดยมีค่าความเขียวใบ 52.7 และ 41.0 SPAD unit ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมะเขือ โดยมะเขือที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด คือ มะเขือกินใบ และมะเขือที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด คือ พันธุ์กรอบขาว ทีเอ-089 โดยมีค่าความเขียวใบ 0.028 และ 0.021 mg/L ตามลำดับ

จากการนำค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ของแต่ละพันธุ์มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระดับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 2-7 ส่วนการประเมินค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมะเขือ พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และค่าความเขียวใบ ได้สมการ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/L) = 0.0006 (ค่าความเขียวใบ (SPAD unit)) – 0.0039 และมีค่า R^2 = 0.7107 แสดงว่า สมการในการคาดคะเนปริมาณคลอโรฟิลล์ในอนาคต จะมีความแม่นยำเท่ากับ 71% (Figure 2)

Table 1 SPAD unit of 11 eggplant cultivars after salt treatment for 7 weeks

Cultivars	EC (dS/m)				Mean
	2	6	9	12	
Pingpong	42.0	45.5	47.1	43.0	44.4
Casino	46.0	52.0	54.4	52.2	51.2
Yodnam-nangpraya	45.0	47.3	46.9	45.1	46.1
Krobkaw TA-089	40.0	39.4	44.5	40.2	41.0
Kainui	44.6	43.7	48.6	38.3	43.8
Srisuk	41.5	48.5	50.3	43.6	46.0
Kangkob-Kerrmit	44.6	46.0	45.7	35.3	42.9
Poseidon	46.0	51.6	56.1	45.9	49.9
Jawmapraw	39.3	45.5	47.7	44.0	44.1
Chan-maung	46.4	47.9	47.2	49.2	47.7
Kinbai	50.1	59.6	48.4	52.8	52.7
Mean	44.1	47.9	48.8	44.5	46.3
Cultivar	*				
EC	*				
EC*Cultivar	ns				
CV%	13.37				
$LSD_{Cultivar}$	4.13				
LSD_{EC}	2.53				

จากการประเมินความสามารถในการทนเค็มด้วยการให้คะแนนตามความเสียหายของมะเขือ พบว่า ที่ระดับความเค็ม 12 dS/m มีมะเขือ 3 พันธุ์ที่สามารถทนเค็มได้ โดยมีคะแนนความเสียหาย 3 คะแนน คือ คาสิโน, กรอบขาว ทีเอ-089 และจานม่วง โดยมีค่าความเขียวใบ 52.2, 40.2 และ 49.2 SPAD unit ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.027, 0.020 และ 0.026 mg/L ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยพบว่า พันธุ์คาสิโนและพันธุ์กรอบขาว ทีเอ-089 มีความความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์คาสิโนและพันธุ์จานม่วงมีค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพันธุ์กรอบขาว-ทีเอ-089 และจานม่วงมีค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถจัดกลุ่มของมะเขือทั้ง 3 พันธุ์เป็นสายพันธุ์ทนเค็มที่ระดับ 12 dS/m ได้ เนื่องจากทั้ง 3 พันธุ์ยังมีอาการรอยแผลอันเกิดจากความเสียหายจากเกลืออย่างเห็นได้ชัด

Table 2 Chlorophyll content (mg/L) of 11 eggplant cultivars after salt treatment for 7 weeks.

Cultivars	EC (dS/m)				Mean
	2	6	9	12	
Pingpong	0.021	0.023	0.024	0.022	0.023
Casino	0.024	0.027	0.029	0.027	0.027
Yodnam-nangpraya	0.023	0.024	0.024	0.023	0.024
Krobkaw TA-089	0.020	0.020	0.023	0.020	0.021
Kainui	0.023	0.022	0.025	0.019	0.022
Srisuk	0.021	0.025	0.026	0.022	0.024
Kangkob-Kerrmit	0.023	0.024	0.024	0.017	0.022
Poseidon	0.024	0.027	0.030	0.024	0.026
Jawmapraw	0.020	0.023	0.025	0.023	0.023
Chan-maung	0.024	0.025	0.024	0.026	0.025
Kinbai	0.026	0.032	0.025	0.028	0.028
Mean	0.023	0.025	0.025	0.023	0.024
Cultivar	*				
EC	*				
EC*Cultivar	ns				
CV%	15.56				
$LSD_{Cultivar}$	0.003				
LSD_{EC}	0.0019				

จากการวัดค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่ามะเขือทุกพันธุ์มีค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าค่อนข้างคงที่ เมื่อสังเกตการเจริญเติบโตของมะเขือที่ปลูกในระดับความเค็ม 6 dS/m มีการเจริญเติบโตที่ดีใกล้เคียงกับมะเขือที่ปลูกในระดับความเค็ม 2 dS/m (ไม่ใส่เกลือ) ส่วนมะเขือที่ปลูกในระดับความเค็มที่ 9 dS/m และ 12 dS/m ในเกือบทุกพันธุ์มีการชะงักการเจริญเติบโตและแคระแกรน แต่ที่ระดับความเค็ม 12 dS/m แสดงอาการมากที่สุด อย่างไรก็ตาม พันธุ์คาสิโนสามารถเจริญเติบโตได้ที่ระดับความเค็ม 9 dS/m และมีคะแนนจากการประเมินเป็น 4 บางสายพันธุ์มีค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่แตกต่างกัน ฉะนั้น การประเมินค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ ยังไม่สามารถใช้ทดสอบความสามารถในการทนเค็มของมะเขือได้อย่างชัดเจน เพียงแต่บอกถึงการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์เท่านั้น จึงควรประเมินความสามารถในการทนเค็มของมะเขือด้วยการให้คะแนนตามความเสียหายของมะเขือ (Figure 2, Table 1 and 2)

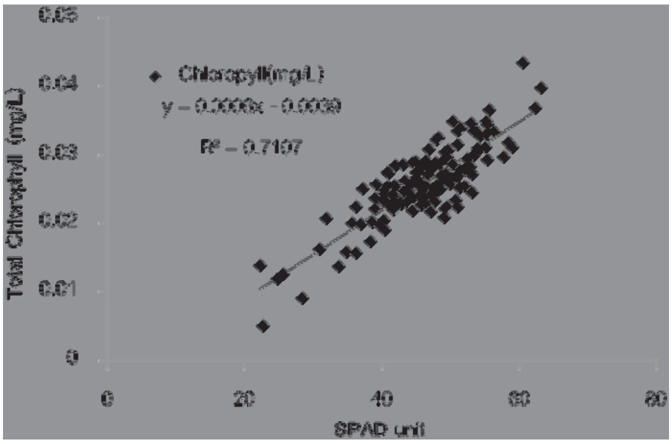

Figure 3 The relationship between the SPAD unit and the leaf chlorophyll content of eggplant.

การศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินความทนเค็มในภาพรวมของมะเขือ ด้วยการสังเกตอาการความเสียหายของมะเขือ หลังจากรดสารละลายเกลือ พบว่า สัปดาห์ที่ 1-2 ยังไม่พบอาการความเสียหาย หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 3-4 ที่ระดับความเค็ม 9 และ 12 dS/m ทุกพันธุ์มีอาการไหม้เป็นจุดประกระจายอยู่ทั่วใบ เนื่องจากในเบื้องต้น มะเขือมีการดูดสารละลายอาหารที่มีเกลือเข้าสู่ต้นและคลายเกลือออกมาที่แผ่นใบ ดังนั้น บริเวณที่มีการคลายเกลือออกมาจึงมีรอยแผลเกิดขึ้น อีกทั้ง สมศรี (2540) รายงานว่า อาจเกิดจากการสะสมไอออนของเกลือใน vacuole มากเกินไป จนเกิดความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อพืช ในสัปดาห์ที่ 5-7 ที่ระดับความเค็ม 9 และ 12 dS/m ทุกพันธุ์มีอาการความเสียหายรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความเค็ม 12 dS/m เกิดอาการขอบใบไหม้จากปลายใบลุกลามเข้ากลางใบ พบอาการนี้ที่ใบล่างก่อน มีอาการใบห่อ ใบม้วน เพื่อลดการสูญเสียน้ำของพืช อาการใบร่วง ใบเหลืองจากการสูญเสียคลอโรฟิลล์ (อุรณี, 2546) อาการใบเหี่ยว เพราะสารละลายเกลือที่รดให้แก่ต้นมะเขือ มีค่าพลังงานศักย์ของสารละลายต่ำกว่าพลังงานศักย์ภายในเซลล์พืช ทำให้รากของต้นมะเขือดูดน้ำไปใช้ได้ยากกว่าปกติ บางพันธุ์มีอาการยืนต้นตาย ได้แก่ ไข่นุ้ย และคางกบ เคอร์มิต ที่ระดับความเค็ม 6 dS/m บางพันธุ์พบขอบใบไหม้ แต่มีความเสียหายไม่มากนัก ได้แก่ ศรีสุข, โพไซดอน, จาวมะพร้าว และจานม่วง ส่วนที่ระดับความเค็ม 2 dS/m (ไม่ใส่เกลือ) ในทุกพันธุ์ไม่มีอาการความเสียหายและมีการเจริญเติบโตตามปกติ ลักษณะการเจริญเติบโตของมะเขือดัง Figure 4

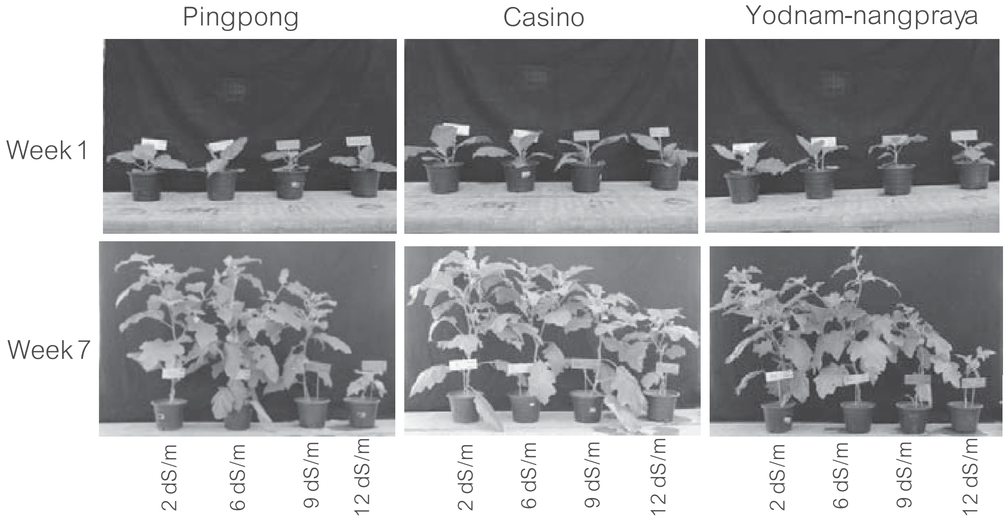

Figure 4 Eggplant growth in salt treatment for the 1st week and the 7th week

จากการประเมินความทนเค็มของมะเขือพันธุ์การค้า 11 พันธุ์ ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเค็ม 6 dS/m มะเขือทุกพันธุ์สามารถทนเค็มได้ มีคะแนนอาการความเสียหายที่ 4-5 คะแนน ไม่พบความเสียหายจนถึงพบอาการความเสียหาย 30% มีค่าเขียวใบ 39.4-59.6 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.020-0.032 mg/L ที่ระดับความเค็ม 9 dS/m มีมะเขือ 8 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ คือ ปิงปอง, คาสิโน, หยดน้ำนางพญา, กรอบขาว ทีเอ-089, ศรีสุข, โพไซดอน, จาวมะพร้าว, และจานม่วง มีระดับการให้คะแนนความเสียหาย 3-4 คะแนน อาการความเสียหาย 10-50% มีค่าความเขียวใบ 44.5-56.1 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.023-0.030 mg/L และที่ระดับความเค็ม 12 dS/m มีมะเขือ 3 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ คือ คาสิโน, กรอบขาว ทีเอ-089, และจานม่วง มีระดับการให้คะแนนความเสียหาย 3 คะแนน อาการความเสียหาย 30-50% มีค่าความเขียวใบ 40.2-52.2 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.020-0.027 mg/L

ความสามารถทนเค็มของมะเขือที่ปลูกในระดับความเค็ม 9 dS/m มีความสอดคล้องกับงานทดลองของ อาริยา (2557) กล่าวว่า ที่ระดับความเค็ม 8 dS/m มีมะเขือ 5 พันธุ์ ที่สามารถทนความเค็มได้ คือ ปิงปอง, คาสิโน, โมจิ, หยดน้ำนางพญา และคางกบ เคอร์มิต มีคะแนนความเสียหาย 2-3 คะแนน ค่าความเขียวใบ 42-66 SPAD unit ส่วน เฉลิมชัย (2558) กล่าวว่า มี 4 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ คือ พันธุ์ฟิออ, โพไซดอน, DC3 และ TC1 มีคะแนนความเสียหาย 4 คะแนน ค่าความเขียวใบ 41-58 SPAD unit งานทดลองของ นวฤทธิ์ (2558) กล่าวว่า มีมะเขือ 7 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ คือ

กรอบขาว ทีเอ-089, ไข่นุ้ย, วังเต่า, ศรีสุข, คางกบ เคอร์มิต, เคอร์ฟิว และจาวมะพร้าว มีคะแนนความเสียหาย 4 คะแนน งานทดลองของ วิภาพร (2559) กล่าวว่า มีมะเขือ 6 พันธุ์ ที่สามารถทนเค็มได้ คือ ไข่เต่า, เจ้าพระยา, มะเขือกินใบ, อุตรดิตถ์-2, จานม่วง, และไข่เต่าขาว มีคะแนนความเสียหาย 3.1-3.5 คะแนน ค่าความเขียวใบ 45-57 SPAD unit แต่การทดลองครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับรายงานของ สมศรี (2540) ที่กล่าวว่า มะเขือทุกสายพันธุ์ทนเค็มได้ที่ระดับความเค็ม 2 dS/m เท่านั้น แต่พบว่ามีมะเขือบางพันธุ์สามารถทนเค็มได้ถึงระดับ 6 dS/m, 9 dS/m และ 12 dS/m และจากงานทดลองของ วิภาพร (2559) ที่กล่าวว่ามะเขือกินใบ สามารถทนเค็มได้ที่ระดับความเค็ม 16 dS/m มีคะแนนความเสียหาย 2.5 คะแนน ค่าความเขียวใบ 57-69 SPAD unit แต่ผลการทดลองพบว่ามะเขือกินใบ สามารถทนเค็มที่ระดับความเค็ม 6 dS/m โดยมี ค่าความเขียวใบ 59.6 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.032 mg/L และมีคะแนนความเสียหายที่ 12 dS/m เป็น 2.0

นอกจากนี้ มะเขือที่ระดับความเค็ม 9 dS/m มีค่าความเขียวใบ 44.5-56.1 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.023-0.030 mg/L ซึ่งมากกว่ามะเขือที่ระดับความเค็ม 12 dS/m มีค่าความเขียวใบอยู่ที่ 40.2-52.2 SPAD unit มีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ 0.020-0.027 mg/L เนื่องจากมะเขือที่ระดับความเค็ม 12 dS/m พบอาการใบเหลือง เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ และได้รับความเป็นพิษจากเกลือมากกว่ามะเขือที่ระดับความเค็ม 9 dS/m ซึ่งความสัมพันธ์กับรายงานของ อุรณี (2546) ที่กล่าวว่าอาการของพืชที่สามารถทนเค็มได้ ใบอาจมีสีเขียวเข้มแกมน้ำเงิน (bluish green) มากกว่าพืชที่ขึ้นในดินปกติที่ปลูกในสภาพคล้ายคลึงกัน สีของใบพืชเปลี่ยนไปเข้มกว่าเนื่องจากใบมีคลอโรฟิลล์มากและมีสารเคลือบใบ (cuticle) หนาเพื่อลดการสูญเสียน้ำ พืชไม่ทนเค็มหรือทนเค็มน้อยได้รับผลกระทบจากความเค็ม จะแสดงอาการคล้ายกับการที่พืชขาดน้ำ เช่น ชะงักการเจริญเติบโต พืชมีขนาดเล็กกว่าพืชที่ปลูกในดินธรรมดาแต่จะไม่แสดงอาการผิดปกติทางใบ ใบห่อลงเพื่อลดการคายน้ำทางปากใบ

สรุปผลการทดลอง

มะเขือพันธุ์การค้าทั้ง 11 พันธุ์ สามารถทนเค็มได้ที่ระดับความเค็มของเกลือที่ 6 dS/m และมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับที่ระดับความเค็ม 2 dS/m (ไม่ใส่เกลือ) มีมะเขือ 8 พันธุ์ คือ ปิงปอง, คาสิโน, หยดน้ำนางพญา, กรอบขาว ทีเอ-089, ศรีสุข, โพไซดอน, จาวมะพร้าว และจานม่วง ทนเค็มที่ 9 dS/m และมีมะเขือ 3 พันธุ์ คือ คาสิโน, กรอบขาว ทีเอ-089, และจานม่วง ทนเค็มที่ 12 dS/m การประเมินความสามารถในการทนเค็มด้วยค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ของมะเขือพันธุ์การค้า 11 พันธุ์ ไม่สามารถบ่งบอกความสามารถในการทนเค็มของมะเขือได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การประเมินความสามารถในการทนเค็มที่ให้ผลชัดเจนที่สุด คือ การประเมินความสามารถในการทนเค็มจากการให้คะแนนตามความเสียหายของมะเขือ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ศนวท.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2558. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2557. [Online] Available: http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/ValueExportSeed47-52.html [2 ธันวาคม 2558]

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. พื้นที่ปลูกมะเขือประเทศไทย ประจำปี. 2558 [Online] http://www.agriinfo.doae.go.th/year59/plant/rortor/veget/65.pdf [15 ธันวาคม 2558]

เฉลิมชัย แตชะเพิ่มผล. 2558. การประเมินความสามารถในการทนทานต่อความเค็ม 4 ระดับ ของมะเขือ 12 พันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 27 น.

นวฤทธิ์ ตุ้มม่วง. 2558. การประเมินความสามารถการทนทานเค็มของมะเขือเปราะ 13 พันธุ์ ในสภาพโรงเรือน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 27 น.

วิภาพร แสนสี. 2559. การประเมินมะเขือ 14 พันธุ์ในสภาพความเค็มระดับต่างๆ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 26 น.

สมศรี อรุณินท์. 2540. ดินเค็มในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 251 น.

อาริยา อินทร์เอียด. 2557. การประเมินระดับความสามารถการทนทานเค็มของมะเขือ 11 พันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 23 น.

อุรณี ยูวะนิยม. 2546. การจัดการปัญหาดินเค็ม. เอกสารวิชาการ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 101 น.

FAO (2008). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT, Italy. [http://faostat.fao.org]. Accessed June 2, 2016.

Kalloo, G., 1988. Vegetable Breeding, vol. III. CRC Press, Boca Raton, FL.

Rhoades, J.S. 1982. Soluble Salts, p.167-178. In A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney, eds. Medthod of soil Analysis Part 2. American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Sekara A., Cebula S., Kunicki E., 2007. Cultivated eggplants – origin, breeding objectives and genetic resources, a review. Folia Hort. Ann. 19/1: 97–114.

Surapong Dumrongkittikul and Anyamanee Auvuchanon. 2016. Next generation of vegetable grafting utilization under biotic and abiotic stress for vegeta-

ble production in Thailand. FFTC & Tainan-DARES international workshop on grafting to improve fruit-vegetable production. 16-20 May 2016. Hsinhua, Tainan, Taiwan 53-57

U.S. Soil Salinity Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of saline and Alkaline Soils Agriculture, Washington, D.C. 160 p.

Vinson, J.A., Y. Hao, X. Su, L. Zubik. 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46 : 3630–3634.