

การคัดเลือกแฟกทนเค็ม 4 แหล่งพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ

In Vitro Selection of Salt Tolerant in 4 Vetiver Ecotypes

มัทนภรณ์ ไหมคามิ* และ พิมพนารา นิลฤทธิ

Mattanaporn Maikami* and Phimnara Nilrit

Received: 16 December 2022, Revised: 4 September 2023, Accepted: 25 September 2023

บทคัดย่อ

การลดความเค็มที่ผิวดินด้วยวิธีทางชีวภาพสามารถทำได้โดยการปลูกพืชที่มีระบบรากลึกเพื่อรักษาระดับน้ำใต้ดินที่มีเกลือละลายอยู่ไม่ให้เคลื่อนที่ขึ้นมายังผิวดิน โดยแฟก (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) เป็นหญ้าที่มีรากลึกและมีประสิทธิภาพดีเพื่อการเก็บความชื้นในดิน จึงได้ทำการศึกษาความสามารถในการทนเค็มของแฟก เพื่อให้ได้แหล่งพันธุ์ที่สามารถนำไปปลูกได้ในพื้นที่ดินเค็ม โดยนำต้น (ยอดที่มีราก) แฟก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี (SU) ราชบุรี (RB) ใหม่ห้วยหวาย (MHW) และสงขลา 3 (SK) เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่มีความเข้มข้น 0 (5.4 dS/m) 1 (13.2 dS/m) 2 (35.7 dS/m) และ 3 (53.5 dS/m) เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบสดและใบตายของแฟกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม ต้น SU ที่ได้รับ NaCl มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ไม่ได้รับ NaCl ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่แหล่งพันธุ์อื่นมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับ NaCl นอกจากนี้ ต้น SU ที่ได้รับ NaCl มีน้ำหนักสดของใบสดและใบตายมากกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนการแตกกอของ SU RB และ MHW เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า SU เป็นแหล่งพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการทนเค็มมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่นเมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

คำสำคัญ: แฟก, เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, ความสามารถในการทนเค็ม, การคัดเลือก

ABSTRACT

Reducing salinity of soil surface with a bio-technical method can be conducted by planting plants with deep root systems to protect salt-containing underground water from moving up to the soil surface. Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) is the grass that has deep root systems and has ability to maintain soil moisture. Therefore, this study aimed to investigate the salt tolerance ability of the vetiver ecotype in order to identify ecotypes that can be grown in saline land. The four ecotypes of vetiver, namely Surat Thani (SU): Ratchaburi (RB), Mai-Huaiwai (MHW), and Songkhla 3 (SK), were used in this experiment. The *in vitro* plantlets (shoot and root) were cultured on semi-solid Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 0 (5.4 dS/m), 1 (13.2 dS/m), 2 (35.7 dS/m), and 3 (53.5 dS/m) NaCl for 8 weeks. The results showed that increasing NaCl concentrations resulted in lower survival percentage, shoot length, root length, fresh and dry weight of the root, fresh and dry weight of fresh leaves, and fresh and dry weight of the dead leaves for all four vetiver ecotypes. However, survival percentages of SU under NaCl conditions were not significantly different from that of the control, while other vetiver ecotypes showed a significant decrease in survival rate under NaCl condition. In addition, fresh weight of fresh leaves and dead leaves of SU under NaCl conditions was higher than that of control. Tiller number of SU, RB and MHW were increased after cultured on 1% NaCl treatment. From the results, therefore, SU showed better salt tolerance performance than other vetiver ecotypes under *in vitro* conditions.

Key words: vetiver, plant tissue culture, salt tolerance, selection

บทนำ

ทรัพยากรดินเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตพืช เนื่องจากเป็นแหล่งธาตุอาหาร น้ำ และเป็นที่ยึดเหนี่ยวของรากพืช ดินแต่ละชนิดจะส่งผลต่อพืชแตกต่างกัน แต่ดินเค็มเป็นปัญหาที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (Office of the Royal Development Projects Board, 2012) เนื่องจากดินเค็มเป็นดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช โดยพื้นที่ที่สามารถทำการเกษตรประมาณร้อยละ 30 ทั่วโลกได้ประสบกับปัญหาดินเค็ม (Silva *et al.*, 2010) ในประเทศไทยพบพื้นที่ดินเค็มได้ทั้งบริเวณชายฝั่งทะเล และบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร โดยความ

เค็มของดินบริเวณนี้มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำและความชื้นใต้ดิน ทำให้ความเค็มของดินไม่เท่ากันในแต่ละฤดูกาล ในฤดูฝนเกลือจะเคลื่อนที่ลงไปสะสมที่ดินชั้นล่าง ส่วนฤดูแล้งน้ำเมื่อระเหยขึ้นมาบนผิวดินจะนำพาเกลือขึ้นมาสะสมบนผิวดินด้วย (Office of the Royal Development Projects Board, 2012) ซึ่งการปลูกพืชทนระดับความเค็มในดินเป็นวิธีการปรับปรุงดินด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยอาจจะอาศัยพืชที่มีระบบรากยาว เพื่อรักษาระดับน้ำใต้ดินไม่ให้เคลื่อนที่ขึ้นมายังผิวดิน (Maikami *et al.*, 2017)

แฝก (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) เป็นพืชวงศ์หญ้าที่มีระบบรากลึก และมีรากเป็นจำนวนมาก แข็งแรงสานกันหนาแน่น ทำหน้าที่ยึดดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเก็บความชื้น

ของดินได้เป็นอย่างดี (Edelstein *et al.*, 2009) นอกจากนี้ การใช้แฟกเพื่อการอนุรักษ์และปรับปรุงบำรุงดิน เป็นวิธีการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 พระราชทานแนวคิดและทฤษฎีการใช้หญ้าแฝกให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามลักษณะและสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน (Taejajai and Thampanyo, 2014) ซึ่งแฟกพบได้ทั่วไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย และสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด เจริญเติบโตในแนวตั้งมากกว่าออกทางด้านข้าง จึงไม่เป็นอุปสรรคต่อพืชที่ปลูกข้างเคียงและทนต่อสภาพความแห้งแล้ง (Chaisena, 2014) อย่างไรก็ตาม แฟกไม่สามารถทนเค็มที่มีความเข้มข้นเกลือสูงได้ โดยเมื่อทดลองปลูกแฟกในดินเค็มที่มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; ECs) ประมาณ 7.5 dS/m พบว่าน้ำหนักแห้งของยอด และรากแฟกลดลง 44.2 และ 38.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Prathomjinda *et al.*, 1995) แม้ว่าจะมีรายงานการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แฟกทนเค็ม แต่ส่วนใหญ่แฟกทนเค็มที่ได้จะเกิดแคลลัส (Suwannachitr, 1997; Nanakorn *et al.*, 1998) ซึ่งความสามารถในการทนเค็มอาจจะไม่สามารถแสดงออกได้เมื่อชักนำให้เป็นต้นกล้า ดังนั้น จึงควรศึกษาแหล่งพันธุ์แฟกที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีและสามารถทนเค็มได้สูงที่สุด เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกแฟกเพื่อส่งเสริมการปลูกแฟกในพื้นที่ดินเค็มต่อไป ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทนเค็มของแฟก 4 แหล่งพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยแบ่งเป็นแฟกลุ่ม 2 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี (SU) และสงขลา 3 (SK) และแฟกดอน 2 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ ราชบุรี (RB) และ ไหม่ห้วยห้วย (MHW) เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์แฟกในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

นำต้นแฟก (*C. zizanioides*) ในสภาพปลอดเชื้อที่มีทั้งยอดและราก 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี (SU) ราชบุรี (RB) ไหม่ห้วยห้วย (MHW) และสงขลา 3 (SK) จากศูนย์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกรมวิทยาศาสตร์ทหารบก มาเพิ่มปริมาณยอด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อใช้ในการทดสอบความทนเค็มบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมน้ำตาลซูโคส 30 กรัมต่อลิตร ผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร และปรับ pH ของอาหารเป็น 5.8 ร่วมกับการเติม 6-benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 5 ไมโครโมลาร์ ในเพาะเลี้ยงในขวดขนาด 4 ออนซ์ ในที่มืดแสง 16 ชม./วัน อุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความเข้มแสง $25 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นนำแฟกมาแยกเป็นยอดเดี่ยวและชักนำให้เกิดรากโดยเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (Maikami *et al.*, 2017)

1. การทดสอบความทนเค็มของแฟก

นำต้นแฟกปลอดเชื้อทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ที่ผ่านการชักนำให้เกิดรากมาเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม NaCl ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละความเข้มข้นมีค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) เป็น 5.4 13.2 35.7 และ 53.5 dS/m ตามลำดับ ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ขวด ขวดละ 4 ต้น โดยเพาะเลี้ยงในขวดขนาด 5.0 x 8.6 ซม. ในที่มืดแสง 16 ชม./วัน อุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความเข้มแสง $25 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งตรวจสอบความสามารถในการทนเค็มของแฟกแต่ละแหล่งพันธุ์จากเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ((จำนวนต้นแฟกที่รอดชีวิต x 100)/จำนวนแฟกทั้งหมด) โดยการรอดชีวิตจะพิจารณาจากการนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม NaCl เป็น

ระยะเวลา 2 สัปดาห์ และบันทึกการแตกกอ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของราก ใบสด และใบตาย ในการบันทึกน้ำหนักแห้งนั้น ได้นำตัวอย่างแห้งเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นอกจากนั้น ยังบันทึกความยาวลำต้น ความยาวราก โดยการบันทึกความยาวจะสุ่มเลือก 1 ต้นต่อขุดจากทั้ง 10 ขุด แล้วนำมาวัดความยาวลำต้นและรากจากโคนต้นถึงปลายใบและปลายราก ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) เพื่อทดสอบความแปรปรวนและแสดงผลการทดลองด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

เมื่อเพาะเลี้ยงต้นแฝก 4 แหล่งพันธุ์ในอาหารสูตร MS ที่เติม NaCl ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (Figure 1) ซึ่ง Maikami *et al.* (2017) รายงานว่าแฝกที่ชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ (Tetraploid) สามารถทนเค็มในสภาพปลอดเชื้อที่เติม NaCl ได้สูงถึง 2.50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การทดลองนี้จึงเลือกใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นเพื่อหาแหล่งพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการทนเค็ม โดยในการทดลองนี้พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของ SU มีแนวโน้มลดลงเมื่อ NaCl มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกับทริตเมนต์ที่ไม่ได้เติม NaCl (Table 1) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของ RB MHW และ SK ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้นเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า SU มีความสามารถในการ

การทนเค็มมากกว่าแหล่งพันธุ์อื่น ๆ โดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่ลดลงเมื่อได้รับ NaCl ที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นนั้น อาจเนื่องมาจากมิโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงในสารละลายภายนอก ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในสารละลายต่ำลงมาก ทำให้พืชดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลง (Munns, 2002) ซึ่งมีผลกระทบทั้งทำให้การเจริญเติบโตลดลง และทำให้ตายได้หากผลกระทบนั้นรุนแรง ลักษณะเช่นนี้พบโดยทั่วไปของพืชในกลุ่มพืชไม่ทนเค็ม (Glycophyte) พืชในกลุ่มนี้การเจริญเติบโตลดลงแม้ว่าจะมีเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ การเจริญเติบโตที่ลดลงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการ เช่น ความสมดุลของไอออน ระดับน้ำภายในต้น การปิดและเปิดปากใบ ตลอดจนประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Botella *et al.*, 2005) นอกจากนั้น การตอบสนองของพืชแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Athar and Ashraf (2009) ที่รายงานว่าพืชมีความแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างและภายในสายพันธุ์ที่มีผลต่อการทนเค็ม จึงส่งผลให้ความแตกต่างระหว่างแหล่งพันธุ์อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของ SU แตกต่างจากแหล่งพันธุ์อื่น รวมทั้งมีกลไกสำหรับการทนเค็มที่แตกต่างจากแหล่งพันธุ์อื่นด้วย ซึ่งอาจเกิดจากโซเดียมไอออน (Na^+) ที่มีความเข้มข้นไม่สูงมากนักสามารถทำหน้าที่แทนโพแทสเซียมไอออน (K^+) ในการรักษาแรงดันเต่งภายในเซลล์ได้ จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของแฝกได้ (Liu *et al.*, 2016) ลักษณะดังกล่าวสามารถสังเกตจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบสดของ SU (Table 2) เมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์พบว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติม NaCl เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น ความยาวราก ความยาวยอด น้ำหนักสด และแห้งราก น้ำหนักสดและแห้งใบสดของแฝกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์

(Table 2) ลดลงเมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต การแตกกอของแหล่งพันธุ์ SU RB และ MHW ที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม NaCl ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Table 1 และ 2) ซึ่งการแตกกอที่เพิ่มขึ้นเป็นกลไกการลดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช (Dilution Effect) นอกจากนั้นการที่ใบแก่ได้รับความเสียหายและตาย ก็เป็นกลไกหนึ่งที่สามารถเจอจากความเข้มข้นของเกลือภายใต้

สภาพเครียดจากเกลือ (Munns *et al.*, 2016) โดย Nakhoda *et al.* (2012) กล่าวว่าพืชจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสภาวะเครียดจากความเค็ม เพื่อรักษาความเข้มข้นของโซเดียมไอออนภายในเซลล์ให้อยู่ในระดับต่ำได้ ซึ่งส่งผลให้มีผลผลิต และน้ำหนักแห้ง (Dry Matter) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม แหล่งพันธุ์ SK พบการแตกกอที่เลี้ยงบนอาหาร NaCl ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับ NaCl

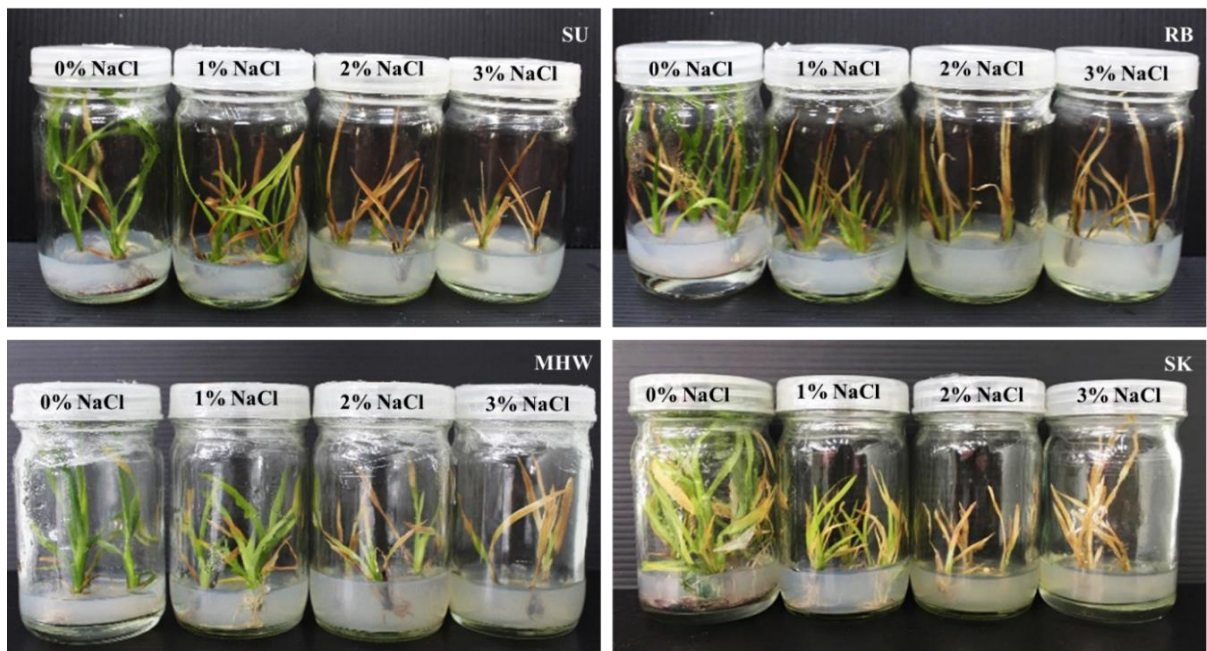


Figure 1 Salt tolerant selection of 4 vetiver ecotypes (Surat Thani, SU; Ratchaburi, RB; Mai-Huaiwai, MHW; Songkhla 3, SK) under *in vitro* condition on MS medium supplemented with 0, 1, 2 and 3% NaCl for 8 weeks

Table 1 Survival percentage, root length, shoot length and tiller number of 4 vetiver ecotypes (Surat Thani, SU; Ratchaburi, RB; Mai-Huaiwai, MHW; Songkhla 3, SK) under *in vitro* condition on MS medium supplemented with 0, 1, 2 and 3% NaCl for 8 weeks (mean±SE). Those followed by the same in each column and ecotype are not significantly different at 5% level of probability by Duncan multiple range test.

Ecotype	NaCl (%v/w)	Survival Percentage	Root Length	Shoot Length	Tiller Number
SU	0	93.33±4.45a	4.12±0.09a	19.62±0.04a	1.60±0.51b
	1	80.00±13.33a	1.62±0.05b	7.20±0.08b	9.80±1.85a
	2	80.00±7.37a	1.12±0.09c	8.16±0.72b	4.40±0.93b
	3	73.33±8.32a	1.40±0.06b	7.98±0.61b	1.20±0.85b
RB	0	83.33±10.24a	5.18±0.09a	19.16±1.59a	1.40±0.51b
	1	90.00±10.00a	2.40±0.09b	5.76±0.63bc	21.00±8.34a
	2	36.67±7.78b	1.14±0.09c	7.94±0.57b	2.20±0.37b
	3	13.33±7.37b	1.08±0.09c	4.22±0.34c	0.00±0.00b
MHW	0	100.00±0.00a	11.14±0.80a	16.58±0.79a	1.20±0.20b
	1	96.67±3.33a	4.28±0.45b	12.92±0.49b	4.40±0.93a
	2	53.33±11.33b	3.78±0.40b	6.52±0.61c	1.20±0.37b
	3	0.00±11.17b	3.58±0.50b	6.12±0.56c	0.00±0.00b
SK	0	100.00±0.00a	6.50±0.69a	25.22±2.70a	6.20±2.08a
	1	100.00±0.00a	1.98±0.26b	12.48±1.95b	8.80±1.24a
	2	0.00±0.00b	1.56±0.28b	6.28±0.63c	0.00±0.00b
	3	0.00±0.00b	1.28±0.18b	5.38±1.10c	0.00±0.00b

Table 2 Root fresh weight, root dry weight, fresh leaf fresh weight, fresh leaf dry weight, dead leaf fresh weight and dead leaf dry weight of 4 vetiver ecotypes (Surat Thani, SU; Ratchaburi, RB; Mai-Huaiwai, MHW; Songkhla 3, SK) under *in vitro* conditions on MS medium supplemented with 0, 1, 2 and 3% NaCl for 8 weeks (mean±SE). Those followed by the same in each column and ecotype are not significantly different at 5% level of probability by Duncan multiple range test.

Ecotype	NaCl (%v/w)	Root Fresh Weight (g)	Root Dry Weight (g)	Fresh Leaves Fresh Weight (g)	Fresh Leaves Dry Weight (g)	Dead Leaves Fresh Weight (g)	Dead Leaves Dry Weight (g)
SU	0	0.19±0.03a	0.02±0.00a	0.38±0.07ab	0.05±0.01ab	0.21±0.02ab	0.06±0.01a
	1	0.20±0.05a	0.03±0.01a	0.51±0.13a	0.08±0.02a	0.27±0.03a	0.05±0.01ab

Table 2 (Continuous)

Ecotype	NaCl (%v/w)	Root Fresh Weight (g)	Root Dry Weight (g)	Fresh Leaves Fresh Weight (g)	Fresh Leaves Dry Weight (g)	Dead Leaves Fresh Weight (g)	Dead Leaves Dry Weight (g)
	2	0.07±0.01b	0.02±0.00a	0.19±0.02bc	0.05±0.01ab	0.18±0.02bc	0.05±0.01ab
	3	0.09±0.01b	0.02±0.00a	0.12±0.01c	0.03±0.00b	0.14±0.02c	0.03±0.00b
RB	0	0.26±0.05a	0.02±0.00a	0.41±0.07a	0.07±0.01a	0.19±0.04ab	0.04±0.01a
	1	0.15±0.03b	0.02±0.00a	0.40±0.04a	0.05±0.01b	0.23±0.03a	0.04±0.01a
	2	0.02±0.00c	0.00±0.00b	0.06±0.01b	0.01±0.00c	0.13±0.02b	0.03±0.01a
	3	0.04±0.01c	0.01±0.00b	0.03±0.02b	0.01±0.00c	0.12±0.01b	0.03±0.00a
MHW	0	1.10±0.22a	0.15±0.03a	1.51±0.23a	0.23±0.04a	0.28±0.16a	0.06±0.03a
	1	0.55±0.01b	0.08±0.02b	0.93±0.13b	0.16±0.03a	0.31±0.04a	0.06±0.01a
	2	0.09±0.01c	0.02±0.00c	0.07±0.02c	0.02±0.00b	0.11±0.02a	0.03±0.00a
	3	0.10±0.01c	0.03±0.00c	0.07±0.01c	0.02±0.00b	0.12±0.01a	0.03±0.00a
SK	0	1.03±0.18a	0.15±0.03a	2.01±0.27a	0.45±0.11a	0.32±0.07a	0.07±0.01a
	1	0.22±0.05b	0.04±0.00b	0.64±0.09b	0.20±0.03b	0.22±0.02a	0.08±0.01a
	2	0.02±0.00b	0.01±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.25±0.02a	0.05±0.00a
	3	0.06±0.01b	0.02±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.25±0.02a	0.06±0.00a

แม้ว่าเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถในการคัดเลือกลายพันธุ์พืชที่ทนทาน (Tolerant Plants) หรือสายพันธุ์ที่ต้านทาน (Resistant Plants) โดยจำลองเงื่อนไขของอาหารเพาะเลี้ยงและสภาพแวดล้อมให้พืชทดลองคล้ายกับสิ่งแวดล้อมที่ต้องการศึกษา อย่างไรก็ตาม ในการทดลองต่อไปจะทำการตรวจสอบความสามารถของสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกในสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อยืนยันและศึกษาทางสรีรวิทยาของสายพันธุ์ทนเค็ม

สรุป

เมื่อเพาะเลี้ยงต้นแฟกบนอาหารที่มีความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี

(SU) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองควบคุม ส่วนแหล่งพันธุ์ราชบุรี (RB) และใหม่ห้วยหวาย (MHW) เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงเมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แหล่งพันธุ์สงขลา 3 (SK) ไม่รอดชีวิตเมื่อได้รับ NaCl ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตของต้นแฟกในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับ NaCl ได้แก่ ความยาวราก ความยาวยอด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสด และแห้งใบสดของแฟกทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ เป็นไปในทิศทางเดียวกับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการคัดเลือกแหล่งพันธุ์ที่มีความสามารถในการทนเค็ม การตรวจสอบความสามารถของสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกในสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อยืนยันความสามารถในการทนเค็มแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบกลไกต่าง ๆ เพื่ออธิบายความสามารถในการทนเค็มดังกล่าว ที่จะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจกลไกการตอบสนองของพืชเมื่อได้รับภาวะเครียด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์แหล่งพันธุ์จากศูนย์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้อาณัติและสถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Athar, H.R. and Ashraf, M. 2009. Strategies for crop improvement against salinity and drought stress: An overview, pp. 1-16. In Ashraf, M, Ozturk, M. and Athar, H.R., eds. **Salinity and Water Stress: Improving Crop Efficiency**. Springer, New York.

Botella, M.A., Rosado, A., Bressan R.A. and Hasegawa, P.M. 2005. Plant adaptive responses to salinity stress, pp. 37-70. In Jenks, M.A. and Hasegawa, P.M., eds. **Plant Abiotic Stress**. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.

Chaisena, Y. 2014. Research and Development on Vetiver Grass Utilization for Highland

Communities; A Case Study of Mae Hae Royal Project, Chiang Mai Province. Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development, Maejo University.

Edelstein, M., Plaut, Z., Dudai, N. and Ben-Hur, M. 2009. Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) responses to fertilization and salinity under irrigation conditions. **Journal of Environmental Management** 91(1): 215-221.

Liu, W.G., Liu, J.X., Yao, M.L. and Ma, Q.F. 2016. Salt tolerance of a wild ecotype of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* L.) in southern China. **Botanical Studies** 57(1): 27-34.

Maikami, M., Kaveeta, L., Peyachoknagul, S. and Nanakorn, M. 2017. *In vitro* tetraploid induction of *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty to improve salt tolerance. **Thai Agricultural Research Journal** 35(1): 31-48.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment** 25(2): 239-250.

Munns, R., James, R.A., Gilliam, M., Flowers, T.J. and Colmer, T.D. 2016. Tissue tolerance: an essential but elusive trait for salt-tolerant crops. **Functional Plant Biology** 43(12): 1103-1113.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum** 15(3): 473-497.

Nakhoda, B., Leung, H., Mendioro, M.S., Mohammadi-nejad, G. and Ismail, A.M. 2012. Isolation, characterization, and field evaluation of rice (*Oryza sativa* L., Var. IR64) mutants with

- altered responses to salt stress. **Field Crops Research** 127: 191-202.
- Nanakorn, M., Surawattananon, S., Wongwattana, C., Namwongporm, K. and Suwannachitr, S. 1998. *In vitro* induction of salt tolerance in vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* Nash). **Journal of Weed Science and Technology** 43(2): 134-137.
- Office of the Royal Development Projects Board. 2012. **Guide to Managing Saline Soil for Rice Cultivation, Phu Phan Royal Development Study Centre under the Royal Initiative.** Movement Gen 3 Co., Ltd., Bangkok.
- Prathomjinda, Y., Srinives, P. and Thiraporn, R. 1995. Effect of shading and soil salinity on growth of native vetiver grasses. **Kasetsart Journal (Natural Sciences)** 29(2): 143-149. (in Thai)
- Silva, E.D., Ribeiro, R.V., Ferreira-Silva, S.L., Viégas, R.A. and Silveira, J.A.G. 2010. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments** 74(10): 1130-1137.
- Suwannachitr, S. 1997. *In Vitro* Screening and Selection for Salt Tolerance in Vetiver Grass. Master of Science, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Taejajai, U. and Thampanyo, N. 2014. Study on the Selection of Vetiver Grass Ecotypes under Shading Environment. **Journal of Soil and Water Conservation (Thailand)** 29(2): 7-17.