

# ความเป็นไปได้ในการใช้ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) บำบัดดินเค็ม The Possibility of Using *Sesuvium portulacastrum* in Saline Soils Treatment

วรรณิสา พิงแสง<sup>1</sup> ธวัชชัย ศุภดิษฐ์<sup>2</sup> วิสาखा ภู่จินดา<sup>3</sup> และ ศราวุธ อินทรเทศ<sup>4</sup>

Wannisa pingsang, Tawadchai Suppadit, Wisakha Phoochinda,  
and Sarawut Intrarathed

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเค็มสูงสุดที่ผักเบี้ยทะเลสามารถบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลกับความสามารถในการบำบัดความเค็ม และความเป็นไปได้ของการนำผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินเค็มไปเป็นอาหารของมนุษย์ ในการศึกษาได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยผักเบี้ยทะเลนำมาจากโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี นำมาปลูก ณ โรงเรือนทดลองที่สร้างขึ้นภายในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เตรียมดินที่ระดับความเค็ม 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร รวม 6 หน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 28 กระถางและเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ 6 ระยะ คือ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ผลการศึกษา พบว่าผักเบี้ยทะเลสามารถนำมาบำบัดดินเค็มได้ โดยส่งผลให้ปริมาณโซเดียมในดินลดลงภายหลังการทดลอง และเพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ในการปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เดียวกันปริมาณโซเดียมที่สะสมในผักเบี้ยทะเลก็มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเล พบว่าผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีความเค็ม 4.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าในหน่วยการทดลองอื่น ขณะที่มีความโน้มเอียงการเจริญเติบโตลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของสารอาหาร พบว่าปริมาณของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตขึ้นอยู่กับระดับความเค็มของดิน

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Graduate Student, School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Associate Professor, School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Assistant Professor, School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration

<sup>4</sup> อาจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Instructor, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ที่ใช้ในการปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า การใช้ผักเบี้ยทะเลในการบำบัดดินเค็มนั้น ผักเบี้ยทะเลสามารถทำให้ปริมาณโซเดียมในดินลดลงได้โดยการสะสมโซเดียมไว้ที่เนื้อเยื่อ และอัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลขึ้นอยู่กับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก ซึ่งต้องใช้ในปริมาณหรืออัตราส่วนที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ปริมาณของโปรตีนไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อยซึ่งไม่ส่งผลเมื่อนำไปบริโภค

**คำสำคัญ:** ผักเบี้ยทะเล บำบัดดินเค็ม โซเดียม

## Abstract

The main objective of this research was to find out the highest level in soil salinity treatment using *Sesuvium portulacastrum*. Correlation of growth rate of *S. portulacastrum* and soil salinity treatment, and possibility of using *S. portulacastrum* as a dietary after soil salinity treatment were also studied. *S. portulacastrum* were taken from the Laemphakbia Projects initiated by His Majesty King Bhumibol Adulyadej, Tambon Laemphakbia, Amphoe Ban Laem, Phetchaburi Province and planted in an experimental house at Bangkhla district, Chachoengsao Province. The experimental plan was a completely randomized design, divided into 6 treatments (soil salinity levels at 0, 4, 8, 12, 16 and 20 dS/m), with 28 replications for each treatment. Samples were taken for analysis at 0, 15, 30, 45, 60, 75, and 90 days.

The results showed that the salinity soils could be treated by *S. portulacastrum*. NaCl in soil were decreased after experiment and tended to increase with increasing the soil salinity levels. In the same way, NaCl accumulation in plants was increased with increasing the soil salinity levels. For growth rate, the salinity of 4 dS/m in soil was the optimum level when compared with other treatments, and tended to decrease with increasing soil salinity levels. Plant nutrients in terms of protein, fat and carbohydrate were affected by soil salinity levels.

In conclusion, the soil salinity level was decreased as sodium was accumulated in *S. portulacastrum* tissue. Plant growth rate were varied depending upon the soil salinity levels. Moreover, protein, fat and carbohydrate were slightly changed with varying salinity levels which had no effect for consumption.

**Keywords:** *Sesuvium portulacastrum*, soil salinity treatment, sodium

## 1. บทนำ

ดินเค็มเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่แห้งแล้งหรือพื้นที่ชุ่มชื้น ทำให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม พื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคกลาง และพื้นที่ชายทะเล ปัญหาดินเค็ม พบว่ามีผลกระทบโดยตรงต่อการเกษตร ทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพของพืช และรายได้ของเกษตรกรลดลง พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปัญหาดินเค็มถึงหนึ่งในสามของภาค คือ 17.8 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ดินเค็มมากทำการเพาะปลูกไม่ได้ 1.50 ล้านไร่ พื้นที่ดินที่มีความเค็มปานกลาง 3.70 ล้านไร่ และพื้นที่ดินที่มีความเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ และผลผลิตต่อไร่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ เนื่องจากต้องอาศัยน้ำฝน ซึ่งปริมาณและการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527: 1)

การแก้ปัญหาดินเค็ม ควรรู้ที่ดินเค็มบริเวณนั้นเกิดจากสาเหตุใด เพราะจะทำให้แก้ปัญหาได้ตรงจุดและครบวงจร คือมีวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาต่อไป แนวทางการแก้ไขปัญหาดินเค็มควรจัดการอย่างเป็นระบบในเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย การแก้ไขปรับปรุงให้น้ำดินลดระดับความเค็มลง เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เลือกปลูกพืชที่เหมาะสม และมีระบบควบคุมการแพร่ของเกลือ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาดินเค็มได้ แต่การแก้ไขพื้นฟูดินเค็มให้กลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชได้ด้วยวิธีการแก้ไขลดระดับความเค็มของดินลงและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินด้วยวิธีการต่างๆ นั้น ต้องลงทุนสูงและใช้ระยะเวลานาน การเลือกปลูกพืชทนเค็มชนิดที่เหมาะสมกับระดับความเค็มและสภาพพื้นที่เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตและแก้ไขปรับปรุงดินเค็มได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงได้เกิดแนวคิดในการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผักเบี้ยทะเลบำบัดดินเค็ม เนื่องจากผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) เป็นไม้ล้มลุก ทนแล้งได้ดี ขึ้นทั่วไปบริเวณป่าชายเลน ชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะ น้ำท่วมไม่ถึง ลำต้นสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ได้ (วรรณิ ทัททิกิจ, 2551: 1) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย และสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์ได้ โดยคาดว่าผลการศึกษาที่ได้จะเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรจะได้ใช้เป็นแนวทางในการบำบัดดินเค็มและเพื่อช่วยฟื้นฟูสภาพดิน ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร รวมทั้งเป็นต้นแบบในการบำบัดดินเค็มในพื้นที่ต่างๆ อันเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาวต่อไป

## 2. วิธีการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยแบ่งเป็น 6 หน่วยทดลอง ในแต่ละหน่วยทดลองปรับระดับความเค็มของดินเป็น 0 ( $T_0$ ), 4.00 ( $T_1$ ), 8.00 ( $T_2$ ), 12.0 ( $T_3$ ), 16.0 ( $T_4$ ) และ 20.0 ( $T_5$ ) เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ หน่วยทดลองละ 28 กระถาง เนื่องจากทุกๆ 15 วัน จะทำการเก็บตัวอย่างผักเบี้ยทะเล หน่วยทดลองละ 4 กระถาง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต เก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง รวมเป็น 24 กระถาง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำไปวิเคราะห์ความเค็มและธาตุอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน อีกหน่วยทดลองละ 4 กระถาง

การเก็บข้อมูลผักเบี้ย เก็บตัวอย่างผักเบี้ยทะเลเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 15 วัน เป็นจำนวน 6 ครั้ง รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 90 วัน โดยทำการวัดความสูง จำนวนใบ

จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ รังสีทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบก่อนและหลังการทดลอง นำไปวิเคราะห์ความเค็มและธาตุอาหาร คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ในผักเบี้ย สำหรับในดินที่ทำการปลูกจะทำการวิเคราะห์ใน 2 ช่วง คือ ก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง และเมื่อการทดลองสิ้นสุดลง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง โดยจะทำการวิเคราะห์ความเค็มและความเป็นกรด-ด่างในดิน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance) ของดัชนีการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลที่ระดับความเค็มต่างๆ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS Institute, 1996: 10) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 3. ผลและการอภิปรายผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการใช้ผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) บำบัดดินเค็ม พบว่าผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีค่าความเค็ม 4.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูง จำนวนใบ จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ รังสีทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบมากที่สุด รองลงมา คือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีค่าความเค็ม 0, 8.00, 12.0, 16.0 และ 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1-8) จะเห็นได้ว่า มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตแปรผกผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lessani and Marschner (1978: 27-37) ที่ได้ทดลองปลูกพืชทนเค็ม พบว่าพืชทนเค็มบางชนิดมีแนวโน้มที่จะเจริญเติบโตดีขึ้นเมื่อได้รับเกลือระดับปานกลาง และ Ramani, et al. (2006: 395-408) พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) ลดลง เมื่อปลูกในระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Slama, et al. (2007: 1017) พบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) โดยใช้สารอาหารที่ประกอบด้วย 10.0 mM NaCl จะส่งผลให้ปริมาณใบและพื้นที่ผิวของใบลดลง และจากการศึกษาของ Slama, et al. (2008: 442-451) พบว่า การขาดน้ำและความเค็มมีผลต่อการจำกัดการเจริญเติบโตของพืชทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ในการปลูกผักเบี้ยทะเลก่อนการทดลอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยค่าการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่าความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ 21.1 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0, 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่าการนำไฟฟ้า 17.6, 13.0, 9.44, 5.06 และ 1.39 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยค่าการนำไฟฟ้าของดินที่มีค่าความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่ามากที่สุดคือ 17.9 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งในหน่วยทดลองนี้ ผักเบี้ยสามารถเจริญเติบโตได้ 15 วัน หลังจากนั้นได้ตายลงทั้งหมด รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0, 12.0, 8.00, 4.00 และ 0

เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่าการนำไฟฟ้า 4.62, 3.05, 2.03, 1.84 และ 0.420 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าแปรผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือ เมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น ภายหลังการทดลอง ค่าการนำไฟฟ้าลดลงในทุกหน่วยการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ravindran, et al. (2007: 2661-2664) พบว่า ในดินที่ใช้ในการปลูก ผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วจะมีค่าการนำไฟฟ้าลดลง

ค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีค่าความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ 7.22 รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0 และ 12.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่า 7.18 และ 7.09 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยทดลองนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สำหรับดินที่มีค่าความเค็ม 4.00 และ 8.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.02 และ 7.04 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับดินที่มีค่าความเค็ม 12.0, 16.0 และ 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร สำหรับดินที่มีค่าความเค็ม 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ 7.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับเกือบทุกหน่วยทดลอง ยกเว้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับดินที่มีค่าความเค็ม 4.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของทุกหน่วยทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีค่าความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุดคือ 7.85 รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0, 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.64, 7.56, 7.47, 7.28 และ 7.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มค่าความเป็นกรด-ด่าง แปรผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทดลองเกลือที่ละลายอยู่ในดินอาจจะมีการละลายไม่ดีพอ เมื่อช่วงทำการทดลองมีการรดน้ำทำให้เกลือที่อยู่ในดินเกิดการละลายได้มากขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างจะเชื่อมโยงกันกับค่าความเค็มในดินเพราะจากการศึกษาของ Matsi and Keramidas (1998: 107-112) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเค็ม ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้น และภายหลังการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มสูงขึ้น เป็นเพราะโซเดียมละลายน้ำได้มากขึ้นทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ปริมาณโซเดียมในดินก่อนการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมในดินของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยปริมาณโซเดียมในดินที่มีค่าความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีค่ามากที่สุดคือ  $18.4 \times 10^3$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0, 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณโซเดียมในดิน  $16.2 \times 10^3$ ,  $13.8 \times 10^3$ ,  $12.7 \times 10^3$ ,  $5.49 \times 10^3$  และ  $1.14 \times 10^3$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมในดินของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยปริมาณโซเดียมในดินที่มีค่าความเค็ม 20.0

เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ  $15.8 \times 10^3$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งในหน่วยทดลองนี้ ผักเบี้ยสามารถเจริญเติบโตได้ 15 วัน หลังจากนั้นได้ตายลงทั้งหมด รองลงมาคือ ดินที่มีค่าความเค็ม 16.0, 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณโซเดียมในดิน  $8.65 \times 10^3$ ,  $6.13 \times 10^3$ ,  $4.29 \times 10^3$ ,  $3.83 \times 10^3$  และ  $0.707 \times 10^3$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มปริมาณโซเดียมแปรผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณโซเดียมมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ในภายหลังการทดลองปริมาณโซเดียมในดินลดลง เนื่องจากโซเดียมจะละลายน้ำและถูกดูดซึมผ่านรากเข้าไปสะสมในต้นของผักเบี้ย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ravindran et al. (2007: 2661-2664) พบว่า ดินที่ใช้ในการปลูกผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) และชะคราม (*Suaeda maritime*) เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วจะมีปริมาณโซเดียมที่สะสมในดินลดลง

ปริมาณโซเดียมในผักเบี้ยทะเล-เมื่อทำการแยกวิเคราะห์ในส่วนใบและลำต้นก่อนและหลังจากการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมในผักเบี้ยทะเลทั้งส่วนใบและลำต้นหลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณโซเดียมในผักเบี้ยทะเลก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 71.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในทุกหน่วยการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมในใบของผักเบี้ยทะเลของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ยกเว้นในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 4.00 และ 8.00 เดซิซีเมนต์ ต่อเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยปริมาณโซเดียมในใบของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุดคือ 670 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณโซเดียมในใบของผักเบี้ยทะเล 635, 627, 627 และ 577 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ผักเบี้ยทะเลสามารถเจริญเติบโตได้เพียงแค่ 15 วัน หลังจากนั้นได้ตายลงทั้งหมด สำหรับปริมาณโซเดียมในผักเบี้ยทะเลส่วนลำต้นก่อนการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมเริ่มต้นของทุกหน่วยการทดลองมีค่าเท่ากับ 63.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณโซเดียมในลำต้นของผักเบี้ยทะเลของทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ยกเว้นในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 8.00 และ 12.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยปริมาณโซเดียมในลำต้นของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุดคือ 592 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณโซเดียมในลำต้นของผักเบี้ยทะเล 550, 549, 546 และ 526 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ผักเบี้ยทะเลสามารถเจริญเติบโตได้เพียง 15 วัน และได้ตายลงทั้งหมด (ตารางที่ 10) จะเห็นได้ว่าแนวโน้มปริมาณของโซเดียมแปรผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณโซเดียมมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการบำบัดสารมลพิษโดยใช้พืช (Phytoremediation) ในรูปแบบ Phytoextraction ซึ่งเป็นการใช้พืชเพื่อบำบัดสารมลพิษที่อยู่ใน

ดิน/ตะกอนดิน โดยใช้พืชไปดูดซึมสารมลพิษโดยผ่านรากแล้วไปเก็บสะสมในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้นและใบ ซึ่งในผักเบี้ยทะเลจะมีกลไกที่ปรับตัวเมื่ออยู่ในสภาพดินเค็ม โดยการรวบน้ำ ทำให้มีการสะสมเกลือในส่วนต่างๆ ของต้นได้มาก และเกิดการคายน้ำทำให้มีโซเดียมสะสมมากขึ้นในใบของพืชชอบเกลือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ravindran, et al. (2007: 2661-2664) พบว่า ในการปลูกผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) และชะคราม (*Suaeda maritima*) ที่ระดับความเค็มต่างๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว พืชทั้งสองชนิดนี้จะมีการสะสมเกลือไว้ในเนื้อเยื่อได้ในปริมาณมาก เช่นเดียวกับการทดลองของ Roussos, et al. (2007: 59 -66) ได้มีการนำเนื้อเยื่อของว่านหางจระเข้ (*Simmondsia chinensis*) มาเพาะเลี้ยงในสารอาหารที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ พบว่า เนื้อเยื่อนำมาเพาะเลี้ยงมีการสะสมของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเช่นกัน

ปริมาณโปรตีนในผักเบี้ยทะเลก่อนการทดลอง พบว่า ปริมาณโปรตีนในผักเบี้ยทะเลเริ่มต้นของทุกหน่วยการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.72 กรัม/100 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณโปรตีนในผักเบี้ยทะเลของทุกหน่วยการทดลองมีค่าลดลงและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ยกเว้นในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 4.00 และ 8.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยปริมาณโปรตีนในผักเบี้ยทะเลภายหลังการทดลองที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ 1.12 กรัม/100 กรัม รองลงมา คือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 12.0, 8.00, 4.00 และ 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณโปรตีนในผักเบี้ยทะเลเท่ากับ 1.06, 1.00, 1.00 และ 0.940 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ผักเบี้ยทะเลสามารถเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลงทั้งหมด (ตารางที่ 10) และเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slama, et al. (2008: 442-451) ที่พบว่า ปริมาณของ Proline (โปรตีนชนิดหนึ่ง) ทั้งในรากและลำต้นของผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อปลูกในสารละลายที่มีความเค็มเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อมีระดับความเค็มจนถึงจุดๆ หนึ่ง ทำให้พืชเกิดความเครียดและเปลี่ยนโครงสร้างทำให้มีการสร้างโปรตีนเพิ่มขึ้น

ปริมาณไขมันในผักเบี้ยทะเลก่อนการทดลอง พบว่า ปริมาณไขมันในผักเบี้ยทะเลเริ่มต้นของทุกหน่วยการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.200 กรัม/100 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณไขมันในผักเบี้ยทะเลทุกหน่วยทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ 0.320 กรัม/ 100 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกหน่วยการทดลอง รองลงมาคือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 4.00, 8.00 และ 12.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณไขมันในผักเบี้ยทะเล 0.300, 0.290 และ 0.280 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณไขมันในผักเบี้ยทะเล 0.250 กรัม/100 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกหน่วยการทดลอง สำหรับในผักเบี้ยทะเล

ที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ผักเบี้ยทะเลสามารถเจริญเติบโตได้เพียง 15 วัน และได้ตายลงทั้งหมด (ตารางที่ 10) โดยมีแนวโน้มปริมาณไขมันแปรผกผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือ เมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณไขมันมีค่าลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hamed, et al. (2005: 599-602) ที่ทำการปลูก *Crithmun maritimum* ภายใต้สภาวะดินเค็ม พบว่า แนวโน้มของปริมาณไขมันรวมของพืชชนิดนี้มีปริมาณลดลง เมื่อระดับความเค็มที่ใช้ในการปลูกเพิ่มขึ้น และโดยปกติแล้วปริมาณโปรตีนจะแปรผกผันกับปริมาณไขมัน กล่าวคือ เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น (ตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น) ปริมาณไขมันก็จะลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของอาทิตยา ไชโย (2548: 10) ที่พบว่า เมื่อเมล็ดถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันก็จะลดลงเช่นกัน

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเลก่อนการทดลอง พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเลเริ่มต้นของทุกหน่วยการทดลองมีค่าเท่ากับ 6.75 กรัม/100 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเลของทุกหน่วยการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 4.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ 9.70 กรัม/100 กรัม รองลงมาคือ ผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 0, 8.00, 12.0 และ 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเล 8.78, 8.15, 8.11 และ 7.51 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนในผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ผักเบี้ยทะเลสามารถเจริญเติบโตได้เพียง 15 วัน และได้ตายลงทั้งหมด (ตารางที่ 10) จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มแปรผกผันตามระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูก คือเมื่อระดับความเค็มในดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลง เนื่องจากคลอไรด์จากโซเดียมคลอไรด์ที่พืชดูดเข้าไปจะถูกสะสมใน Vacuole โดยคลอไรด์จะมีส่วนทำให้โปตัสเซียมไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ทำให้พืชขาดโปตัสเซียม และทำให้มีโปตัสเซียมไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต จึงมีผลต่อการสะสมของน้ำตาลในเซลล์พืชที่ทำให้ลดลง (Hardter, 1992: 206-219) ส่วนภายหลังการทดลองมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผักเบี้ยทะเลเพิ่มสูงขึ้น เพราะผักเบี้ยทะเลมีการเจริญเติบโตมากขึ้นจึงมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slama, et al. (2007: 10-17) ที่ทำการเพาะเลี้ยงผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) โดยใช้สารอาหารที่ประกอบด้วย 10 mMNaCl พบว่า หลังสิ้นสุดการทดลองจะมีสารละลายน้ำตาลสะสมในพืชชนิดนี้ในปริมาณมากขึ้น เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของผักเบี้ยและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เพิ่มขึ้นจากการสังเคราะห์แสง

ตารางที่ 1 ความสูงของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน            |                   |                    |                    |                   |                    |
|----------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                | 15                  | 30                | 45                 | 60                 | 75                | 90                 |
| T <sub>0</sub> | 8.88 <sup>ab</sup>  | 12.3 <sup>a</sup> | 12.7 <sup>a</sup>  | 15.4 <sup>b</sup>  | 18.0 <sup>a</sup> | 22.8 <sup>b</sup>  |
| T <sub>1</sub> | 9.28 <sup>a</sup>   | 12.8 <sup>a</sup> | 13.0 <sup>a</sup>  | 17.4 <sup>a</sup>  | 19.4 <sup>a</sup> | 27.4 <sup>a</sup>  |
| T <sub>2</sub> | 8.25 <sup>abc</sup> | 8.68 <sup>b</sup> | 10.2 <sup>b</sup>  | 13.0 <sup>c</sup>  | 14.6 <sup>b</sup> | 17.8 <sup>c</sup>  |
| T <sub>3</sub> | 7.30 <sup>bcd</sup> | 8.60 <sup>b</sup> | 8.88 <sup>bc</sup> | 11.0 <sup>cd</sup> | 13.8 <sup>b</sup> | 15.9 <sup>cd</sup> |
| T <sub>4</sub> | 6.98 <sup>cd</sup>  | 7.15 <sup>b</sup> | 8.23 <sup>c</sup>  | 9.95 <sup>d</sup>  | 13.2 <sup>b</sup> | 15.1 <sup>d</sup>  |
| T <sub>5</sub> | 6.23 <sup>d</sup>   | -                 | -                  | -                  | -                 | -                  |
| CV (ร้อยละ)    | 13.1                | 10.3              | 11.5               | 9.92               | 9.55              | 7.45               |

หมายเหตุ : <sup>abcd</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T5) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วัน และได้ตายลง

ตารางที่ 2 จำนวนใบของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน           |                    |                    |                    |                    |                   |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                | 15                 | 30                 | 45                 | 60                 | 75 <sup>n.s.</sup> | 90                |
| T <sub>0</sub> | 7.75 <sup>ab</sup> | 10.0 <sup>a</sup>  | 11.5 <sup>a</sup>  | 13.0 <sup>a</sup>  | 14.8               | 22.8 <sup>a</sup> |
| T <sub>1</sub> | 8.25 <sup>a</sup>  | 10.2 <sup>a</sup>  | 11.5 <sup>a</sup>  | 13.8 <sup>a</sup>  | 15.8               | 23.2 <sup>a</sup> |
| T <sub>2</sub> | 6.00 <sup>bc</sup> | 7.75 <sup>ab</sup> | 8.75 <sup>ab</sup> | 12.2 <sup>a</sup>  | 14.0               | 15.8 <sup>b</sup> |
| T <sub>3</sub> | 5.75 <sup>bc</sup> | 6.25 <sup>b</sup>  | 6.75 <sup>b</sup>  | 10.8 <sup>ab</sup> | 12.8               | 14.8 <sup>b</sup> |
| T <sub>4</sub> | 5.50 <sup>c</sup>  | 6.25 <sup>b</sup>  | 6.75 <sup>b</sup>  | 7.75 <sup>b</sup>  | 12.5               | 14.5 <sup>b</sup> |
| T <sub>5</sub> | 4.00 <sup>c</sup>  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                 |
| CV (ร้อยละ)    | 21.2               | 26.9               | 30.8               | 17.5               | 18.1               | 23.9              |

หมายเหตุ : <sup>abc</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
<sup>n.s.</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T5) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 3 จำนวนข้อของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน           |                    |                     |                    |                    |                   |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                | 15 <sup>n.s.</sup> | 30                 | 45                  | 60                 | 75                 | 90                |
| T <sub>0</sub> | 3.00               | 4.00 <sup>ab</sup> | 4.50 <sup>ab</sup>  | 5.00 <sup>ab</sup> | 5.50 <sup>ab</sup> | 8.00 <sup>a</sup> |
| T <sub>1</sub> | 3.00               | 4.75 <sup>a</sup>  | 5.00 <sup>a</sup>   | 5.25 <sup>a</sup>  | 6.25 <sup>a</sup>  | 8.25 <sup>a</sup> |
| T <sub>2</sub> | 3.00               | 4.00 <sup>ab</sup> | 4.00 <sup>abc</sup> | 5.00 <sup>ab</sup> | 4.75 <sup>ab</sup> | 6.25 <sup>b</sup> |
| T <sub>3</sub> | 3.00               | 3.25 <sup>b</sup>  | 3.75 <sup>bc</sup>  | 4.00 <sup>bc</sup> | 4.50 <sup>b</sup>  | 5.50 <sup>b</sup> |
| T <sub>4</sub> | 2.75               | 3.25 <sup>b</sup>  | 3.25 <sup>c</sup>   | 3.75 <sup>c</sup>  | 4.50 <sup>b</sup>  | 5.50 <sup>b</sup> |
| T <sub>5</sub> | 2.75               | -                  | -                   | -                  | -                  | -                 |
| CV (ร้อยละ)    | 15.1               | 21.5               | 16.1                | 15.4               | 19.3               | 15.2              |

หมายเหตุ: <sup>abc</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
<sup>n.s.</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
 - ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T<sub>5</sub>) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 4 จำนวนกิ่งของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน           |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                | 15 <sup>n.s.</sup> | 30                 | 45 <sup>n.s.</sup> | 60 <sup>n.s.</sup> | 75 <sup>n.s.</sup> | 90 <sup>n.s.</sup> |
| T <sub>0</sub> | 1.50               | 1.75 <sup>ab</sup> | 2.00               | 2.25               | 2.75               | 3.00               |
| T <sub>1</sub> | 1.50               | 2.25 <sup>a</sup>  | 2.25               | 2.50               | 2.75               | 3.25               |
| T <sub>2</sub> | 1.25               | 1.50 <sup>ab</sup> | 1.75               | 2.25               | 2.50               | 3.00               |
| T <sub>3</sub> | 1.25               | 1.50 <sup>ab</sup> | 1.75               | 2.00               | 2.25               | 2.50               |
| T <sub>4</sub> | 1.25               | 1.25 <sup>b</sup>  | 1.50               | 1.75               | 2.00               | 2.25               |
| T <sub>5</sub> | 1.00               | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| CV (ร้อยละ)    | 37.6               | 32.3               | 32.0               | 32.3               | 32.0               | 23.5               |

หมายเหตุ: <sup>ab</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
<sup>n.s.</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
 - ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T<sub>5</sub>) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 5 รัศมีทรงพุ่มของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน           |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                | 15 <sup>n.s.</sup> | 30 <sup>n.s.</sup> | 45 <sup>n.s.</sup> | 60 <sup>n.s.</sup> | 75 <sup>n.s.</sup> | 90 <sup>n.s.</sup> |
| T0             | 2.63               | 2.68               | 3.10               | 3.20               | 3.43               | 3.53               |
| T1             | 3.00               | 3.10               | 3.23               | 3.30               | 3.50               | 3.55               |
| T2             | 2.55               | 2.65               | 2.88               | 3.10               | 3.20               | 3.48               |
| T3             | 2.53               | 2.60               | 2.83               | 3.03               | 3.10               | 3.23               |
| T4             | 2.40               | 2.45               | 2.55               | 2.93               | 3.08               | 3.23               |
| T5             | 2.40               | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| CV (ร้อยละ)    | 15.7               | 20.0               | 16.5               | 12.6               | 12.6               | 24.4               |

หมายเหตุ: <sup>n.s.</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T5) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 6 น้ำหนักสดของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน          |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                | 15                | 30                | 45                | 60                | 75                | 90                |
| T0             | 2.64 <sup>b</sup> | 4.11 <sup>b</sup> | 4.24 <sup>b</sup> | 4.92 <sup>b</sup> | 5.34 <sup>b</sup> | 8.78 <sup>a</sup> |
| T1             | 3.17 <sup>a</sup> | 4.58 <sup>a</sup> | 4.80 <sup>a</sup> | 5.30 <sup>a</sup> | 5.42 <sup>a</sup> | 8.82 <sup>a</sup> |
| T2             | 2.52 <sup>c</sup> | 2.56 <sup>c</sup> | 2.63 <sup>c</sup> | 4.04 <sup>c</sup> | 4.79 <sup>c</sup> | 6.10 <sup>b</sup> |
| T3             | 2.03 <sup>d</sup> | 2.11 <sup>d</sup> | 2.41 <sup>d</sup> | 3.64 <sup>d</sup> | 4.57 <sup>d</sup> | 5.01 <sup>c</sup> |
| T4             | 2.01 <sup>d</sup> | 2.09 <sup>d</sup> | 2.31 <sup>e</sup> | 3.00 <sup>e</sup> | 4.16 <sup>e</sup> | 4.66 <sup>d</sup> |
| T5             | 2.00 <sup>d</sup> | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| CV (ร้อยละ)    | 1.41              | 0.95              | 1.23              | 2.88              | 0.96              | 0.57              |

หมายเหตุ: <sup>abcde</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T5) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้งของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน             |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                | 15                   | 30                 | 45                 | 60                 | 75                 | 90                 |
| T <sub>0</sub> | 0.260 <sup>ab</sup>  | 0.400 <sup>b</sup> | 0.520 <sup>a</sup> | 0.640 <sup>a</sup> | 0.680 <sup>b</sup> | 1.220 <sup>b</sup> |
| T <sub>1</sub> | 0.280 <sup>a</sup>   | 0.510 <sup>a</sup> | 0.520 <sup>a</sup> | 0.700 <sup>a</sup> | 0.750 <sup>a</sup> | 1.310 <sup>a</sup> |
| T <sub>2</sub> | 0.260 <sup>ab</sup>  | 0.310 <sup>c</sup> | 0.340 <sup>b</sup> | 0.520 <sup>b</sup> | 0.600 <sup>c</sup> | 0.740 <sup>c</sup> |
| T <sub>3</sub> | 0.240 <sup>abc</sup> | 0.300 <sup>c</sup> | 0.340 <sup>b</sup> | 0.400 <sup>c</sup> | 0.570 <sup>c</sup> | 0.720 <sup>c</sup> |
| T <sub>4</sub> | 0.220 <sup>bc</sup>  | 0.260 <sup>d</sup> | 0.320 <sup>b</sup> | 0.390 <sup>c</sup> | 0.570 <sup>c</sup> | 0.690 <sup>c</sup> |
| T <sub>5</sub> | 0.210 <sup>c</sup>   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| CV (ร้อยละ)    | 12.5                 | 6.24               | 6.87               | 11.1               | 6.12               | 4.22               |

หมายเหตุ: <sup>abc</sup> ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
 - ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T<sub>5</sub>) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 8 พื้นที่ใบของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็มต่างๆ

| หน่วย<br>ทดลอง | จำนวนวัน          |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                | 15                | 30                | 45                | 60                | 75                | 90                |
| T <sub>0</sub> | 2.31 <sup>b</sup> | 2.59 <sup>b</sup> | 2.74 <sup>b</sup> | 3.10 <sup>b</sup> | 3.16 <sup>b</sup> | 3.34 <sup>b</sup> |
| T <sub>1</sub> | 2.65 <sup>a</sup> | 2.69 <sup>a</sup> | 3.14 <sup>a</sup> | 3.15 <sup>a</sup> | 3.26 <sup>a</sup> | 3.65 <sup>a</sup> |
| T <sub>2</sub> | 2.10 <sup>c</sup> | 2.38 <sup>c</sup> | 2.61 <sup>c</sup> | 2.77 <sup>c</sup> | 2.84 <sup>c</sup> | 3.20 <sup>c</sup> |
| T <sub>3</sub> | 2.05 <sup>d</sup> | 2.31 <sup>d</sup> | 2.49 <sup>d</sup> | 2.62 <sup>d</sup> | 2.81 <sup>c</sup> | 2.89 <sup>d</sup> |
| T <sub>4</sub> | 2.01 <sup>d</sup> | 2.07 <sup>e</sup> | 2.14 <sup>e</sup> | 2.23 <sup>e</sup> | 2.58 <sup>d</sup> | 2.60 <sup>e</sup> |
| T <sub>5</sub> | 2.01 <sup>d</sup> | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| CV (ร้อยละ)    | 1.44              | 0.910             | 0.750             | 0.880             | 0.710             | 0.830             |

หมายเหตุ: <sup>abcde</sup> ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
 - ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (T<sub>5</sub>) ผักเบี้ยทะเลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกผักเบญจพลก่อนและหลังการทดลอง

| คุณสมบัติทางเคมี | ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิเมนต่อเมตร) |                    | ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) |                   | ปริมาณไนโตรเจนในดิน (x 10 <sup>3</sup> มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |                    |
|------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|
|                  | ก่อน                           | หลัง               | ก่อน                       | หลัง              | ก่อน                                                       | หลัง               |
| T <sub>0</sub>   | 1.39 <sup>f</sup>              | 0.420 <sup>f</sup> | 7.00 <sup>e</sup>          | 7.20 <sup>f</sup> | 1.14 <sup>f</sup>                                          | 0.707 <sup>f</sup> |
| T <sub>1</sub>   | 5.06 <sup>e</sup>              | 1.84 <sup>e</sup>  | 7.02 <sup>de</sup>         | 7.28 <sup>e</sup> | 5.49 <sup>e</sup>                                          | 3.83 <sup>e</sup>  |
| T <sub>2</sub>   | 9.44 <sup>d</sup>              | 2.03 <sup>d</sup>  | 7.04 <sup>d</sup>          | 7.47 <sup>d</sup> | 12.7 <sup>d</sup>                                          | 4.29 <sup>d</sup>  |
| T <sub>3</sub>   | 13.0 <sup>c</sup>              | 3.05 <sup>c</sup>  | 7.09 <sup>c</sup>          | 7.56 <sup>c</sup> | 13.8 <sup>c</sup>                                          | 6.13 <sup>c</sup>  |
| T <sub>4</sub>   | 17.6 <sup>b</sup>              | 4.62 <sup>b</sup>  | 7.18 <sup>b</sup>          | 7.64 <sup>b</sup> | 16.2 <sup>b</sup>                                          | 8.65 <sup>b</sup>  |
| T <sub>5</sub>   | 21.1 <sup>a</sup>              | 17.9 <sup>a</sup>  | 7.22 <sup>a</sup>          | 7.85 <sup>a</sup> | 18.4 <sup>a</sup>                                          | 15.8 <sup>a</sup>  |

หมายเหตุ: abcdef

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิเมนต่อเมตร (T5) ผักเบญจพลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

ตารางที่ 10 ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณสารอาหารในผักเบญจพลก่อนและหลังการทดลอง

| ปริมาณไนโตรเจนและสารอาหาร | ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |                  |       | โปรตีน (กรัม/100กรัม) |                    |  | ไขมัน (กรัม/100กรัม) |                    |                   |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------|-------|-----------------------|--------------------|--|----------------------|--------------------|-------------------|
|                           | ใบ                                  |                  | ลำต้น | ก่อน                  | หลัง               |  | ก่อน                 | หลัง               |                   |
| หน่วยทดลอง                | ก่อน                                | หลัง             | ก่อน  | ก่อน                  | หลัง               |  | ก่อน                 | หลัง               |                   |
| T <sub>0</sub>            | 71.8                                | 577 <sup>d</sup> | 63.7  | 1.72                  | 0.940 <sup>d</sup> |  | 0.200                | 0.320 <sup>a</sup> | 8.78 <sup>b</sup> |
| T <sub>1</sub>            | 71.8                                | 627 <sup>c</sup> | 63.7  | 1.72                  | 1.00 <sup>c</sup>  |  | 0.200                | 0.300 <sup>b</sup> | 9.70 <sup>a</sup> |
| T <sub>2</sub>            | 71.8                                | 627 <sup>c</sup> | 63.7  | 1.72                  | 1.00 <sup>c</sup>  |  | 0.200                | 0.290 <sup>b</sup> | 8.15 <sup>c</sup> |
| T <sub>3</sub>            | 71.8                                | 635 <sup>b</sup> | 63.7  | 1.72                  | 1.06 <sup>b</sup>  |  | 0.200                | 0.280 <sup>b</sup> | 8.11 <sup>d</sup> |
| T <sub>4</sub>            | 71.8                                | 670 <sup>a</sup> | 63.7  | 1.72                  | 1.12 <sup>a</sup>  |  | 0.200                | 0.250 <sup>c</sup> | 7.51 <sup>e</sup> |
| T <sub>5</sub>            | 71.8                                | -                | 63.7  | 1.72                  | -                  |  | 0.200                | -                  | -                 |

หมายเหตุ: abcde

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

- ไม่มีข้อมูลเนื่องจากดินที่ระดับความเค็ม 20.0 เดซิเมนต่อเมตร (T5) ผักเบญจพลเจริญเติบโตได้เพียง 15 วันและได้ตายลง

#### 4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า ผักเบี้ยทะเลสามารถบำบัดดินเค็มได้ เนื่องจากปริมาณโซเดียมในดินหลังจากการทดลองมีค่าลดลง โดยความเค็มระดับสูงสุดที่ผักเบี้ยทะเลสามารถบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือระดับความเค็ม 16.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลกับความสามารถในการบำบัดความเค็ม พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของผักเบี้ยทะเลที่ปลูกในดินที่ระดับความเค็ม 4.00 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่จะมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อระดับความเค็มของดินที่ใช้ปลูกเพิ่มขึ้น สำหรับผักเบี้ยทะเลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณสารอาหาร (โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต) มีค่าแตกต่างจากเดิมแต่ไม่มากนัก ซึ่งสามารถนำไปบริโภคได้

#### บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2527. **ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ.** โครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแผนพัฒนาชนบทยากจน) 2525-2529. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.
- วรรณิ ทัทพิทิจ. 2551. **ผักเบี้ยทะเล.** รายวิชาชาयผัทะเล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท้ายหาด.
- อาทิตยา ไชโย. 2548. **การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี สำหรับการผลิตถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- Hamed, K.B., Youssef, N.B., Ranieri, A., Zarrouk, M. and Abdelly, C. 2005. Changes in content and fatty acid profiles of total lipids and sulfolipids in the halophyte *Crithmum maritimum* under salt stress. *Journal of Plant Physiology*. 162: 599-602.
- Hardter, R. 1992. Fertilization on salt affected soils with special reference to potassium. In *Proceeding of the International Symposium on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand. p.206-219.
- Lessani, H. and Marschner, H. 1978. Relation between salt tolerance and long distance transport of sodium and chloride in various crop species. *Australian Journal of Plant Physiology*. 5: 27-37.
- Matsi, T. and Keramidas, V.Z. 1998. Fly ash application on two acid soils and its effect on soil salinity, pH, B, P and on ryegrass growth and composition. *Environmental Pollution*. 104: 107-112.
- Ramani, B., Thilo, R., Ahmed, D., Ralf, S., Bernhard, H., Ahlert, S. and Jutta, P. 2006. *Aster tripolium* L. and *Sesuvium portulacastrum* L.: two halophytes, two strategies to survive in saline habitats. *Plant Physiology and Biochemistry*. 44: 395-408.

- Ravindran, K.C., Venkatesan, K., Balakrishnan, V., Chellappan, K. P. and Balasubramanian, T. 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. **Soil Biology & Biochemistry**. 39: 2661- 2664.
- Roussos, P.A., Gasparatos, D., Tsantili, E. and Pontikis, C.A. 2007. Mineral nutrition of jojoba explants in vitro under sodium chloride salinity. **Scientia Horticulturae**. 114: 59-66.
- SAS Institute. 1996. **SAS User's Guide, Version 6.12**. SAS Institute, Incorporate, Cary, N.C., USA.
- Slama, I., Ghnaya, T., Hessini, K., Messedi, D., Savoure, A. and Abdelly, C. 2007. Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuvium portulacastrum*. **Environmental and Experimental Botany**. 6: 10-17.
- Slama, I., Ghnaya, T., Savoure, A. and Abdelly, C. 2008. Combined effects of long-term salinity and soil drying on growth, water relations, nutrient status and proline accumulation of *Sesuvium portulacastrum*. **Comptes Rendus Biologies**. 331: 442-451.