

สรีรวิทยาของพืชในพื้นที่ดินเค็มจัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Physiological Characteristics of Salt Tolerance Plants in Northeast, Thailand

นริสา พิมพ์เสน (Narisa Phimsen)* ดร.กัญญา กองเงิน (Kanlaya Kongngern)**

บทคัดย่อ

ศึกษาเปรียบเทียบสรีรวิทยาบางประการในพืชเด่น 5 ชนิดคือ หนามพุงค้อ (*Azima sarmentosa*) หนามแดง (*Maytenus mekongensis*) ขลุ้ (*Pluchea indica*) หญ้าหาวย (*Ischaemum barbatum*) และสะแกนา (*Combretum quadrangulare*) ที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มจัด ในเขตจังหวัดขอนแก่น ช่วงฤดูฝน (ตุลาคม พ.ศ. 2558) และฤดูแล้ง (เมษายน พ.ศ. 2559) เปรียบเทียบค่าทางสรีรวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ ค่าความชื้นของใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบ จากผลการศึกษาในทั้งสองฤดูพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดินรอบรากพืช ในช่วงฤดูฝนอยู่ในช่วง 6.68-8.73 และ 0.1-2.1 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ในฤดูแล้งอยู่ในช่วง 8.94-12.11 และ 11.36-18.36 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในช่วงฤดูฝนของพืชทั้งหมดมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง เช่นเดียวกับความชื้นของใบ ยกเว้นขลุ้ที่มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ช่วงฤดูแล้งพืชศึกษาทุกชนิดมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหนามแดงและขลุ้ ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นความเค็มที่สูงขึ้นจึงมีผลต่อค่าทางสรีรวิทยาของพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็ม

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare some physiological parameters in 5 dominant plants, namely *Azima sarmentosa*, *Maytenus mekongensis*, *Pluchea indica*, *Ischaemum barbatum* and *Combretum quadrangulare* Which grew on saline soil in Khon Kaen province during the rainy season (October, 2015) and the dry season (April, 2016). Comparative physiological values include the relative water content (RWC), leaf greenness value and leaf water potential. The results in two season showed that the pH of rainy season and dry season soil were in the range 6.68-8.73 and 8.94-12.11, respectively. In dry season, RWC of all species were decreased while the leaf greenness value was less than the rainy season. In dry season, the leaf greenness value of *A. sarmentosa*, *M. mekongensis*, *I. barbatum* and *C. quadrangulae* were decreased while in *P. indica* was increased and leaf water potential of all species were decreased especially *M. mekongensis* and *P. indica*, which significantly decreased ($p < 0.05$). The results suggested that the increase of salinity level affected the physiology characteristics of plants on salt affected area.

คำสำคัญ: พืชชอบเกลือ สรีรวิทยา ดินเค็ม

Keywords: Halophyte, Physiological, Saline soil

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ดินเค็ม (saline soil) คือ ดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้สะสมอยู่ในปริมาณมาก โดยเฉพาะเกลือในรูปของ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) (อรุณี, 2539; บุญผา, 2549) ในประเทศไทยพบพื้นที่ดินเค็มประมาณ 21.7 ล้านไร่ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศมีพื้นที่ดินเค็มมากถึง 17.8 ล้านไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535) และยังมีแนวโน้มของพื้นที่ที่มีศักยภาพในการที่จะกลายเป็นดินเค็มเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 19.4 ล้านไร่ (สมศรี, 2539) พื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540) สภาพดินเค็มถือเป็นปัญหาหลักต่อการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้สภาพความรุนแรงของดินเค็มที่ส่งผลกระทบต่อพืชขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากฤดูกาลทำให้เกิดความแตกต่างของระดับความเค็มระหว่างชั้นความลึกของดิน โดยทั่วไปในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างไปสะสมอยู่ที่ชั้นล่างของดินแต่ในฤดูแล้งเกลือจะเคลื่อนที่ขึ้นมาสะสมอยู่ที่ผิวดินและดินชั้นบน เมื่อน้ำระเหยไปทำให้เห็นเป็นคราบเกลือบนผิวดิน (สันติภาพ, 2543; อรุณี, 2546; มงคล, 2547) จากการศึกษาของ สุมาลี (2555) รายงานว่า พืชที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มจะเกิดสภาวะเครียดเกลือ 3 ประการ คือ 1) ความเครียดออสโมซิส 2) ความเครียดจากการสะสมไอออนที่เป็นพิษ และ 3) ความเครียดที่เกิดจากการสร้างและสะสมสารอนุมูลอิสระ ซึ่งสภาวะเครียดเกลือจะส่งผลกระทบต่อพืชหลายประการ เช่น ทำให้เมล็ดของ *Kochia scoparia* และมันแกว มีอัตราการงอกลดลง เมื่อได้รับระดับความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น พืชมีผลผลิตลดลง และมีคุณภาพต่ำ (สุมาลี, 2559; Borzouei, 2012) เนื่องจากดินเค็มส่งผลให้ค่าศักย์ (water potential) ในดินลดลงโดยการลดลงของค่าศักย์ออสโมซิส (osmotic potential) ที่เป็นผลมาจากการมีไอออนในดินสูง พืชจึงมีความสามารถในการดูดน้ำลดลงและทำให้แรงดันเต่งของเซลล์พืชลดลงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อพืชเครียดเกลือ พืชจึงพยายามรักษาระดับของ K^+ ให้สูงขึ้น และควบคุมปริมาณ Na^+ ให้ต่ำลงในไซโทพลาสซึมเพื่อรักษาค่าศักย์ของน้ำ (Zhu, 2003) ปรียานุช และคณะ (2558) ศึกษาผลของการขาดน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในใบข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ในข้าวกลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ ค่าศักย์ของน้ำและปริมาณน้ำสัมพันธ์มีค่าลดลง ซึ่งกระบวนการตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง ช่วงเวลาของการขาดน้ำ หรือช่วงอายุของพืช นอกจากนี้ความเครียดเกลือยังส่งผลกระทบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และค่าความเขียวของใบพืช โดย สุมาลี (2559) พบว่า ใบมันแกวที่ปลูกในสภาวะปกติ ใบจะมีสีเขียวเข้ม ส่วนใบมันแกวที่ปลูกในบริเวณที่ความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น ใบจะมีสีจางลง และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง รายงานของ Amirjani (2011) ศึกษาผลของความเค็มต่อการปรับตัวของข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 200 มิลลิโมลาร์ พบว่า ความเครียดเค็มมีผลทำให้ข้าวปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง จะเห็นได้ว่าความเค็มมีผลต่อปริมาณรงควัตถุและโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Misra et al., 1997) ในทางตรงข้าม เฉชอุคม และคณะ (2557) พบว่าข้าวที่ได้รับสภาพเครียดเค็มและแล้งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวลดลง แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์กลับเพิ่มสูงขึ้น อาจกล่าวได้ว่าข้าวจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรกของการได้รับความเครียดเค็ม แต่เมื่อได้รับความเครียดนานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลง

พื้นที่ดินเค็มส่วนใหญ่จะมีพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้เพียงไม่กี่ชนิด ส่วนมากเป็นพืชที่ทนต่อความเค็มหรือเป็นพืชชอบเกลือจึงจัดว่าเป็นพืชเด่น เนื่องจากพบจำนวนมากอีกทั้งยังสามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ในพื้นที่ดินเค็ม พืชเหล่านี้มักจะมีกลไกการปรับตัวในหลายๆ ด้านมากกว่าพืชในพื้นที่ปกติ ทั้งทางด้านสัณฐานวิทยา เช่น การมีต่อมเกลือบนผิวใบของหญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) เพื่อช่วยในการขับเกลือออกจากต้นพืช (Parthasarathy et al., 2015) ด้านกายวิภาคศาสตร์ เช่น มีจำนวนปากใบน้อย เป็นต้น ตลอดจนการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาของพืช เช่น การสะสมสาร compatible osmolytes และสาร osmoprotectants (Bohnert et al., 1995) หรือนำไอออนที่เป็นพิษไปเก็บไว้ในแวคิวโอล (Niu et al., 1995) ซึ่งกลไกปรับตัวของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน และข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการปรับตัวของพืชในพื้นที่ดินเค็มยังมีอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชที่สามารถขึ้นได้เองในพื้นที่ดินเค็มจัดเขตภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสรีรวิทยาบางประการของพืชเด่นในเขตพื้นที่ดินเค็มภายใต้อิทธิพลของเกลือในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ ซึ่งพบได้เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปคัดเลือกพืชชนิดดินเค็มที่จะนำไปปลูกเป็นพืชคลุมดินให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มได้ในอนาคต และเป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการศึกษาวิจัยในขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางด้านสรีรวิทยาบางประการของพืชในพื้นที่ดินเค็มจัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

วิธีการวิจัย

ตัวอย่างพืชและพื้นที่ศึกษา

ศึกษาพืชเด่น 5 ชนิด ที่ขึ้นได้เอง ได้แก่ หนามพุงคอก (*Azima sarmentosa*) หนามแดง (*Maytenus mekongensis*) ขลุ้ (*Pluchea indica*) หญ้าหาวาย (*Ischaemum barbatum*) และสะแกนา (*Combretum quadrangulare*) ในพื้นที่ดินเค็มจัดในเขตจังหวัดขอนแก่น

การวัดคุณสมบัติของดิน

1) การวัดค่าการนำไฟฟ้าในดิน ทำการสกัดดินด้วยน้ำในอัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 ด้วยการนำตัวอย่างดินไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วทำการบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำดิน 10 ± 0.01 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กวนด้วยแท่งแก้วให้ดินผสมกับน้ำอย่างทั่วทุกส่วนเป็นเวลา 30 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที คูดสารละลายส่วนบนใส่หลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องคอนดักโทมิเตอร์ (electrical conductivity meter) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำค่าที่วัดได้มาแทนค่าในสมการ $y = 0.034 + 11.76x$ เมื่อ y เป็น ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) หรือ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (dS/m) x เป็น ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินโดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 มีหน่วยเป็น มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร หรือ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร

2) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน วัดค่าตามวิธีการของพัชรี (2549) โดยการนำตัวอย่างดินไปผึ่งในที่ร่มแล้วทำการบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำดิน 10 ± 0.01 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร กวนด้วยแท่งแก้วให้ดินผสมกับน้ำอย่างทั่วทุกส่วนแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าเป็นกรด-ด่างของดินด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (ยี่ห้อ Fisher scientific รุ่น AB, สหรัฐอเมริกา)

การศึกษาสรีรวิทยาของพืชดินเค็ม

1) การวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (Relative water content)

วัดค่าตามวิธีการของ Turner (1981) โดยการตัดใบพืชขนาดสี่เหลี่ยมขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร 3-5 ชิ้น ทำการชั่งน้ำหนักสด (fresh weight) ของเนื้อเยื่อใบพืช จากนั้นนำไปลอยในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ในจานเพาะเชื้อ นาน 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำเนื้อเยื่อใบพืชมาชั่งน้ำหนักที่มีน้ำอิ่มตัว (rehydrated fresh weight) ซึ่งทำการชั่งน้ำหนักออกให้แห้งก่อนการชั่งน้ำหนัก แล้วนำเนื้อเยื่อใบพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าใบพืชจะแห้ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักแห้ง (dry weight) นำมาคำนวณค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์จากสูตร

$$\text{Relative water content} = \frac{[(FW - DW) \times 100]}{(RFW - DW)}$$

FW = น้ำหนักสดของใบพืช (กรัม) DW = น้ำหนักแห้งของใบพืช (กรัม) RFW = น้ำหนักสดที่อิ่มน้ำของใบพืช (กรัม)

2) การวัดค่าความเขียวของใบ (Leaf greenness value)

วัดค่าความเขียวด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502, สหรัฐอเมริกา) โดยวัดใบขยายขนาดเต็มที่แผ่นใบมีสีเขียวเข้มจากกิ่งปลายยอดที่สมบูรณ์ที่ใบอยู่บนต้น ทำการวัด 5 ใบต่อพืช 1 ต้น

3) การวัดค่าศักย์ของน้ำในใบ (Leaf water potential; LWP)

วัดด้วยเครื่องโดยเครื่อง Pressure Chamber (Model 3005, Soil moisture Equipment Corporation, สหรัฐอเมริกา) ตามวิธีการของ Turner (1981) โดยวัดใบขยายขนาดเต็มที่แผ่นใบมีสีเขียวเข้มจากกิ่งปลายยอดที่สมบูรณ์ที่ใบอยู่บนต้น ทำการวัด 5 ใบต่อพืช 1 ต้น เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในใบที่มีการกระจายตัวในช่วงกว้าง

สถิติที่ใช้ทดสอบ

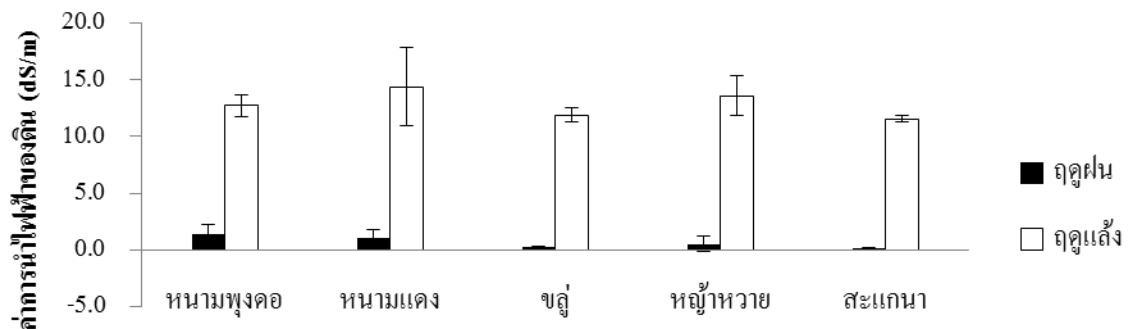
เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Pair sample T-test โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS (SPSS 16.0) ทดลองทั้งหมด 3 ครั้งๆ ละ 5 ซ้ำ

ผลการวิจัย

ผลการวัดค่าคุณสมบัติดิน

ค่าการนำไฟฟ้าของดิน

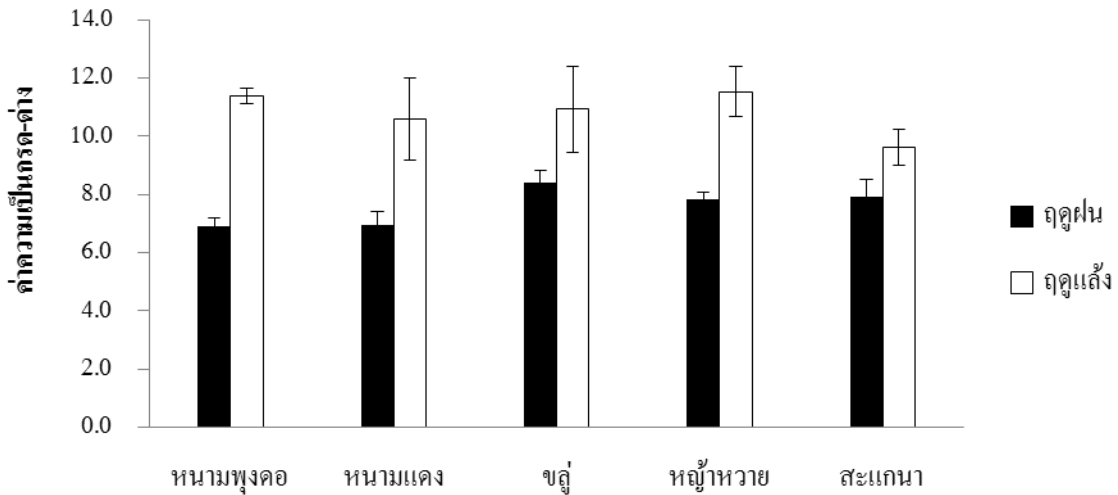
ค่าการนำไฟฟ้าของดินรอบรากพืชทั้ง 5 ชนิดคือ หนามพุงคอก หนามแดง ขลุ่ หนุ่ยหาวย และสะแกนา ที่เก็บในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 0.5-2.1, 0.2-1.5, 0.1-0.4, 0.1-1.3 และ 0.2-0.3 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4, 1.0, 0.2, 0.5 และ 0.2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ และที่เก็บในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วงค่าอยู่ในช่วง 11.9-13.7, 12.1-18.3, 11.4-12.6, 12.0-15.4 และ 11.3-11.9 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.7, 14.4, 11.9, 13.6 และ 11.6 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1) (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินรอบรากพืช (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) 5 ชนิดคือ หนามพุงคอก หนามแดง ขลุ่ หนุ่ยหาวย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเดิมจัดในเขต จ. ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=3)]

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินรอบรากพืชทั้ง 5 ชนิดคือ หนามพุงคอก หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 6.74-7.21, 6.68-7.50, 7.94-8.73, 7.57-8.04 และ 7.47-8.58 ตามลำดับ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.9, 7.0, 8.4, 7.8 และ 7.9 ตามลำดับ และที่เก็บในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) มีค่าอยู่ต่ำสุดและสูงสุดในช่วง 11.0-11.6, 8.9-11.5, 9.2-11.9, 10.6-12.1 และ 9.1-10.3 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.4, 10.6, 10.9, 11.5 และ 9.6 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินรอบรากพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงคอก หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเดิมจัดในเขต จ. ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=3)]

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของดินรอบรากพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงคอก หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเดิมจัดในเขต จ.ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=3)]

ชนิดพืช	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (dS m ⁻¹)				ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
หนามพุงคอก	0.5-2.1	1.4	11.87-13.73	12.7	6.74-7.21	6.9	11.08-11.62	11.4
หนามแดง	0.2-1.5	1.0	12.13-18.36	14.4	6.68-7.50	7.0	8.94-11.52	10.6
ขลุ่	0.1-0.4	0.2	11.42-12.62	11.9	7.94-8.73	8.4	9.23-11.81	10.9
หญ้าหาวย	0.1-1.3	0.5	12.04-15.47	13.6	7.57-8.04	7.8	10.55-12.11	11.5
สะแกนา	0.2-0.3	0.2	11.36-11.93	11.6	7.47-8.58	7.9	9.17-10.34	9.6

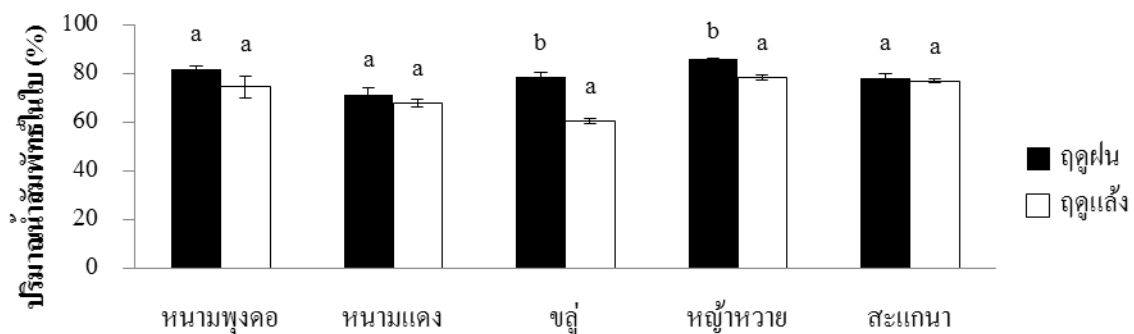
การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชดินเค็ม

ตัวอย่างใบพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มจัดในเขต จ.ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) และฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=15)] ได้นำมาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ทางสรีรวิทยา เช่น ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ ค่าความเขียวของใบ และศักย์ของน้ำในใบพืช ได้ผลดังนี้คือ

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ที่วัดได้ในใบพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 80-84, 66-77, 76-82, 85-86 และ 76-81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82, 72, 79, 86 และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่เก็บในช่วงฤดูแล้ง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วงค่าอยู่ในช่วง 66-82, 65-70, 59-62, 77-81 และ 82-85 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75, 68, 61, 79 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3)

จากการศึกษาพบได้ว่า ในช่วงฤดูฝนหญ้าหาวยมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสูงที่สุด (86%) ในขณะที่หนามแดงมีค่าต่ำสุด (72%) และในช่วงฤดูแล้งหญ้าหาวยมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์มากที่สุด (79%) และขลุ่มีค่าต่ำสุด (61%) จะเห็นว่าหญ้าหาวยมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงมากที่สุด เมื่อเทียบระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง เนื่องจากหญ้าหาวยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ค่อนข้างมากกว่าเนื่องจากพืชศึกษาชนิดอื่นเป็นพืชใบเลี้ยงคู่

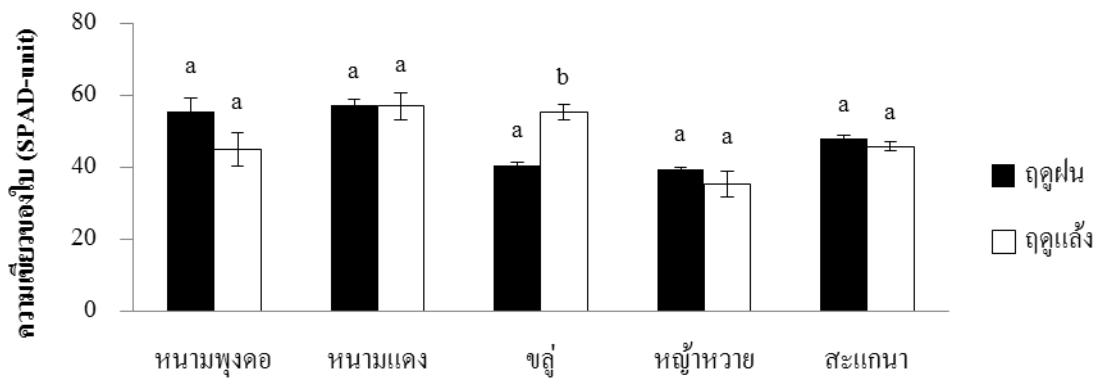


ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (%) ในพืชเด่น 5 ชนิดคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มจัดในเขต จ.ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=15)]

ค่าความเขียวของใบ

พืชที่นำมาศึกษาคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ่ หญ้าหาวย และสะแกนา ที่เก็บในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยมีค่าความเขียวของใบอยู่ในช่วง 48-61, 54-59, 39-42, 39-40 และ 46-49 SPAD-unit ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56, 57, 41, 40 และ 48 SPAD-unit ตามลำดับ และที่เก็บในช่วงฤดูแล้ง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วงค่าอยู่ในช่วง 39-54, 49-61, 52-60, 33-42 และ 44-48 SPAD-unit โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45, 57, 55, 35 และ 46 SPAD-unit ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

จากการศึกษาพบได้ว่า ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งหนามแดงมีค่าความเขียวของใบมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 57 SPAD-unit ในขณะที่หญ้าหาวยมีค่าต่ำสุดคือ 40 และ 35 SPAD-unit ตามลำดับ เมื่อเทียบกับพืชศึกษาชนิดอื่น

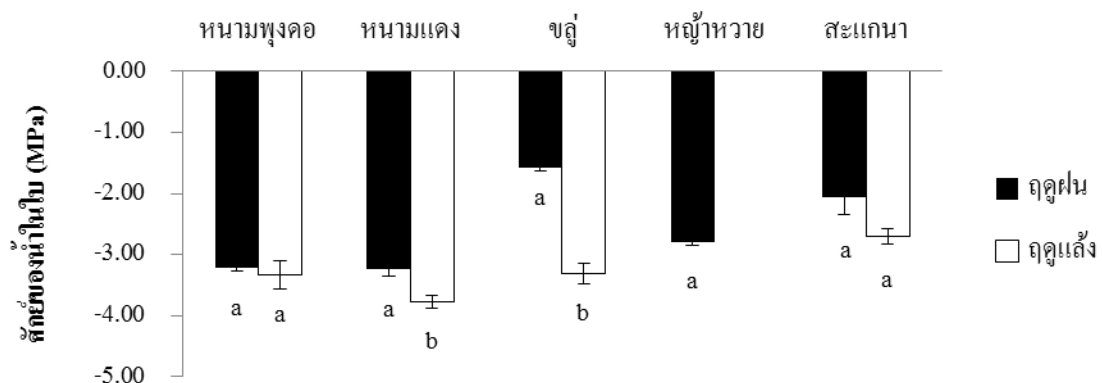


ภาพที่ 4 ค่าความเขียวของใบ (SPAD-unit) ในพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ้ หญ้าหวาย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มจัดในเขต จ. ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (ตุลาคม พ.ศ. 2558) และฤดูแล้ง (เมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=15)]

ค่าศักย์ของน้ำในใบพืช

พืชที่นำมาศึกษาคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ้ หญ้าหวาย และสะแกนา ที่เก็บในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยมีค่าศักย์ของน้ำในใบ -3.22, -3.25, -1.57, -2.79 และ -2.05 MPa ตามลำดับ และที่เก็บในช่วงฤดูแล้ง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 มีค่าศักย์ของน้ำในใบ -3.33, -3.77, -3.32, 0 และ -2.70 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

จากการศึกษาพบได้ว่า ในช่วงฤดูฝนขลุ้มีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงที่สุด (-1.57 MPa) ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งสะแกนามีค่ามากที่สุด (-2.70 MPa) ซึ่งหนามแดงมีค่าต่ำที่สุดในทั้ง 2 ฤดูคือ -3.25 และ -3.77 MPa ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้งหญ้าหวายไม่สามารถวัดค่าศักย์ของน้ำในใบได้ เนื่องจากเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สัมลูก ใบแห้งเหลืองแต่ไหลทอดยาวติดกับพื้นดิน เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ต่างจากพืชศึกษาที่ชนิดอื่นซึ่งยังสามารถวัดค่าศักย์ของน้ำในใบได้ และพบว่าในช่วงฤดูแล้งพืชศึกษาทุกชนิดมีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำกว่าในช่วงฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าพืชมีการรักษาสมดุลของน้ำได้ลดลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล



ภาพที่ 5 ศักย์ของน้ำในใบ (MPa) ในพืช 5 ชนิดคือ หนามพุงดอ หนามแดง ขลุ้ หญ้าหวาย และสะแกนา ที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มจัดในเขต จ. ขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน (ตุลาคม พ.ศ. 2558) และฤดูแล้ง (เมษายน พ.ศ. 2559) [mean ± SE (n=15)]

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบค่าทางสรีรวิทยาของพืชทั้ง 5 ชนิด ที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ฤดูฝนอยู่ในช่วง 6.68-8.73 และ 0.1-2.1 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (dS m^{-1}) ในฤดูแล้งอยู่ในช่วง 8.94-12.11 และ 11.36-18.36 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าฤดูแล้งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าช่วงฤดูฝน เนื่องจากดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเกลือโซเดียมคลอไรด์กระจายเป็นหย่อมๆ ความเค็มไม่สม่ำเสมอในพื้นที่เดียวกันและมีความแตกต่างระหว่างชั้นความลึกของดินซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ซึ่งโดยทั่วไปในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างไปสะสมอยู่ที่ชั้นล่างของดินแต่ในฤดูแล้งเกลือจะเคลื่อนที่ขึ้นมาจากดินชั้นล่างกับน้ำ เมื่อระเหยไปเกลือจะสะสมอยู่ที่ผิวดินและดินชั้นบน ทำให้เห็นเป็นคราบเกลือบนผิวดิน (สันติภาพ, 2543; มงคล, 2547) ในฤดูแล้งดินมีสภาวะขาดน้ำและมีปริมาณน้ำในดินน้อย ส่งผลให้ดินมีความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น (Taiz, Zeiger, 2006) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในช่วงฤดูฝนของพืชทั้งหมดมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ ปริญญา และคณะ (2558) พบว่าข้าวกลุ่มที่ได้รับสภาวะขาดน้ำ ซึ่งเทียบได้กับช่วงฤดูแล้ง จะมีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง เนื่องจากช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำในดินมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ทำให้ดินมีความเค็มลดลงส่งผลกระทบต่อความสมดุลของน้ำในต้นพืชค่อนข้างน้อยกว่าช่วงฤดูแล้ง ซึ่งหนามพุดอง หนามแดง ละสະแกนมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบไม่แตกต่างกันทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง แสดงว่าพืชทั้งสามชนิดนี้สามารถรักษาปริมาณน้ำได้ค่อนข้างดี ไม่สูญเสียน้ำออกจากต้นพืช ในขณะที่ค่าความเขียวของใบช่วงฤดูแล้งมีค่าน้อยกว่าฤดูฝน ซึ่งจากรายงานของ Amirjani (2011) พบว่าความเครียดเค็มมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง ยกเว้นกลุ่มที่มีค่าความเขียวของใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากกลุ่มเป็นพืชอวบน้ำภายในใบจึงค่อนข้างมีปริมาณน้ำมากกว่าพืชศึกษาชนิดอื่น อาจส่งผลให้กลุ่มมีค่าความเขียวของใบเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรกและลดลงภายหลังได้รับความเครียดนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทางสรีรวิทยาของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของ เศษอุดม และคณะ (2557) ผลการศึกษาพบว่า ข้าวที่ได้รับสภาพเครียดเค็มและแล้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มสูงขึ้น อาจกล่าวได้ว่าข้าวจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรกของการได้รับความเครียดเค็ม แต่เมื่อได้รับความเครียดนานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลง สำหรับค่าศักย์ของน้ำในใบช่วงฤดูแล้งของพืชศึกษาทุกชนิดมีค่าลดลงคล้ายกับการศึกษาของ Jongdee (1998) รายงานว่า เมื่อข้าวได้รับสภาพแล้งจะส่งผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงเนื่องจากดินมีความเข้มข้นของเกลือสูงทำให้ศักย์ออสโมซิสต่ำ ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในดินลดลงและเกิดสภาวะเครียด รากพืชจึงดูดน้ำจากดินได้ยากส่งผลให้พืชเกิดสภาวะขาดน้ำเป็นสาเหตุทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Bohnert et al., 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหนามแดงและกลุ่มมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงค่อนข้างมาก ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่หนามพุดองและละสະแกนลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งพืชทั้งสองชนิดนี้สามารถรักษาสภาพของน้ำไว้ได้ค่อนข้างดีเมื่อเทียบกับพืชศึกษาชนิดอื่น พืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินเค็มได้จะมีการปรับค่าศักย์ออสโมซิสเพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์สูญเสียความเต่ง โดยพืชจะปรับค่าศักย์ออสโมซิสให้ต่ำกว่าในดินเพื่อให้พืชสามารถดูดน้ำจากดินมาใช้ในการเจริญเติบโตในสภาพที่ดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น (Bohnert, Jensen, 1996) แสดงว่าหนามพุดองและละสະแกนเป็นพืชที่มีกลไกการปรับตัวค่อนข้างดี จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าทั้งหนามพุดองและละสະแกนมีการปรับตัวเพื่อรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ความเขียวของใบ และศักย์ของน้ำในใบได้ดีแม้ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ดังนั้นหนามพุดองและละสະแกนจึงเป็นพืชที่สามารถอยู่รอดเป็นจำนวนมากและเจริญเติบโตได้ดีในเขตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจากกลไกการปรับตัวทางสรีรวิทยาบางประการของหนามพุดองและละสະแกนนี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานช่วยเปรียบเทียบในการคัดเลือกพันธุ์พืชชนิดดินเค็ม เพื่อนำไปปลูกเป็นพืชคลุมดินซึ่งจะส่งผลให้บริเวณพื้นที่ดินเค็มในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2558 และทุนสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์ ปีงบประมาณ 2560 ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น กลุ่มวิจัยเฉพาะทาง ดินปัญหาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตราส่วน 1:500,000. กรุงเทพมหานคร:

กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2535.

กรมส่งเสริมการเกษตร. การจัดการดินเค็มและพืชทนเค็ม. [ม.ป.ท.]: กรมส่งเสริมการเกษตร; 2540.

เดชอุดม ปามทา, ปิยะดา ชีระกุลพิศุทธิ์, วัฒนชัย สันทม, จิรวัดน์ สนิทชน, จริญญาจิต เฟื่องรัตน์, ชีรยุทธ ตู้จินดา และคณะ.

ผลของความเค็มและแสงต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับชิ้นส่วน QTL ควบคุมลักษณะทนแล้ง. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 2557; 6(ฉบับพิเศษ): 199-204.

บุปผา โดภาคงาม. ดินเค็ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2549.

ปรียานุช ลาขุนทด, ปิยะดา ชีระกุลพิศุทธิ์, จิรวัดน์ สนิทชน, โจนาลิษา, แอล เชียงหลิว. ผลของการขาดน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในใบข้าวขาว ดอกมะลิ 105 ที่โครโมโซม 9 บางส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยยีนทนแล้ง.

วารสารวิจัย มข. 2558; 15(3): 46-55.

พัชรีย์ ชีรจินดาจจร. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการวิเคราะห์ดิน [เอกสารอัดสำเนา]. ขอนแก่น:

มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2549.

มงคล ต๊ะอูน. การฟื้นฟูการจัดการดินเค็ม ดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ [เอกสารอัดสำเนา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547.

สันติภาพ ปัญจพรศรี. ดินเค็มและพืชทนเค็ม [เอกสารอัดสำเนา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2543.

สุมาลี ชุกกำแพง. พืชในสภาวะเครียดเกลือ. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 2555; 4(1): 15-24.

สุมาลี ชุกกำแพง. ผลของสภาวะเครียดเกลือต่อการเจริญเติบโตของมันแกว. สารวิจัยเพื่อชุมชน 2559; 5(1): 16-20.

สมศรี อรุณินท์. การปรับปรุงดินเค็ม. ใน: สมศรี อรุณินท์, บรรณาธิการ. ดินเค็ม. [ม.ป.ท.]: กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2539. หน้า 19-29.

อรุณี ยูระนิยม. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: สมศรี อรุณินท์, บรรณาธิการ. ดินเค็ม. [ม.ป.ท.]: กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2539. หน้า 115-119.

อรุณี ยูระนิยม. การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม [เอกสารอัดสำเนา]. [ม.ป.ท.]: สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน; 2546.

Amirjani M.R.. Effect of salinity stress on growth, sugar content pigments and enzyme activity of rice. International Journal of Botany 2011; 7(1): 73-81.

Borzouei A. Water potential and salt effects on seed germination of Kochia scoparia. Indian Journal of Science and Technology 2012; 5(1): 1907-1909.

Bohnert H.J., Nelson D.E., Jensen R.G. Adaptation to environmental stresses. Plant Cell 1995; 7: 1099-1111.

Bohnert H.J., Jensen R.G. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. Trends in Biotechnology 1996; 14: 89-97.

Jongdee B. The Importance of leaf water potential and osmotic adjustment on growth and grain yield of rice

- (*Oryza sativa* L.) genotypes under water deficit conditions. [Ph.D. Thesis]. Australia: Queensland University; 1998.
- Misra A.N., Sahu S.M., Misra M., Singh P., Meera I., Das N., Kar, et al.. Sodium chloride induced changes in leaf growth and pigment and protein contents in two rice cultivars. *Biologia Plantarum* 1997; 39: 257-262.
- Niu X., Bressan R.A., Hasegawa P.M., Pardo, J.M. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology* 1995; 109: 735-742.
- Parthasarathy M., Pemaiah B., Natesan R., Padmavathy S.R., Pachiappan J. Real-time mapping of salt glands on the leaf surface of *Cynodon dactylon* L. using scanning electrochemical microscopy. *Bioelectrochemistry* 2015; 101: 159-164.
- Taiz L., Zieger E. *Plant physiology*. 4th ed. Sunderland: Massachusetts; 2006.
- Turner N.C.. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil* 1981; 58: 339-36.
- Zhu J.K.. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Plant Biology* 2003; 6: 441-445.