



ชนิดและการกระจายของพืชพรรณบนพื้นที่ดินเค็มจัดบริเวณลุ่มน้ำชี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Type and Distribution of Plant Species Grown on High Soil Salinity in the Chi River Basin, Northeastern Thailand

กัลยา กองเงิน¹ วิทยา ตริโลเกศ¹ บุปผา โตะภาคงาม¹ และ ลำอาน หอมชื่น^{1*}

Kanlaya Kong-ngern¹ Vidhaya Trelo-ges¹ Bupha Topark-ngam¹ and Samang Homchuen^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฤดูกาลและสมบัติของดินที่มีต่อจำนวนชนิดและการกระจายของพืชพรรณที่ขึ้นได้บนพื้นที่ดินเค็มจัดบริเวณลุ่มน้ำชี ใน 3 เขตพื้นที่ คือ 1) อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ 2) อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ 3) อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น เก็บตัวอย่างพืชและดินโดยการวางแปลงตัวอย่างแบบ stratified sampling method ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนของปี พ.ศ.2553-2555 จากการศึกษาศึกษาพบพืชทั้งหมด 95 ชนิด เป็นไม้ยืนต้น 12 ชนิด ไม้พุ่ม 12 ชนิด ไม้ล้มลุก 71 ชนิด ใน 95 ชนิดเป็นพืชชอบเกลือ 5 ชนิด คือ หนามพุงดอ หนามแดง ชลูสร้อยนกเขา และผักเบี้ยแดง อีก 90 ชนิดเป็นพืชทนเค็ม ทุกพื้นที่ที่ศึกษาพบจำนวนชนิดพืชและเปอร์เซ็นต์การปกคลุมหน้าดินของพืชในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง ทั้งสองฤดูพบพืชที่ขึ้นเฉพาะบนพื้นที่ดินเค็มจัดและมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมหน้าดินมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ 3 อันดับแรกคือ หนามพุงดอ หนามแดง และชลูสมบัติของดินในฤดูแล้งในพื้นที่โล่งและในพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 46-185 และ 5.7-147.3 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ ค่าความชื้น

ในดินในฤดูแล้งและในฤดูฝน มีค่าโดยเฉลี่ย 10.8% และ 17.2% ตามลำดับ ค่าพีเอช (pH) ในฤดูแล้งและในฤดูฝน มีค่าเฉลี่ย 6.86 และ 7.3 ตามลำดับ จำนวนพืชพรรณที่ขึ้นได้บนพื้นที่ดินเค็มจัดและรูปแบบการแพร่กระจายในพื้นที่ศึกษาทั้งสามพื้นที่คล้ายคลึงกัน โดยขึ้นกับค่าสมบัติของดิน ฤดูกาล และความสามารถในการทนเค็มของพืชแต่ละชนิด

Abstract

This study aimed to investigate the effect of season and soil properties on type and distribution of plants grown on high saline soil in Chi river basin of three study areas: 1) Amphur Yangtarat, Karasin province 2) Amphur Bamnetnarong, Chaiyaphum province 3) Amphur BanPhai, Khon Kaen province. Plants and soil samples were collected by stratified sampling method between the dry season (October 2010) and the rainy season (April 2011). The results showed that plants of 95

คำสำคัญ : ดินเค็มจัด, สังคมพืช, พืชชอบเกลือ, คุณสมบัติของดิน

¹ กลุ่มวิจัยดินปัญหา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
¹ Soil problem research group, Khon Kaen University
^{*} Corresponding author: samang@kku.ac.th



species included 12 tree species, 12 shrub species, 71 herb species were found. In 95 species, 5 species were classified as halophytic plants (namely: *Azima sarmentosa*, *Maytenus diversifolia*, *Pluchia indica*, *Synostema bacciformis* and *Gisekia phamacioides*) and 90 species were salt tolerant plants. In all study sites, in the rainy season, the number of plant species and percentage of the coverage were more than those that found in the dry season. *A. sarmentosa*, *M. diversifolia* and *P. indica*, grown only on high saline soil were the three species which had percentage of the coverage more than other species. Soil ECe in the dry season at barren zone and root zone were ranged from 46-185 and 5.7-147.3 dS m⁻¹ respectively. Soil moisture content in the dry season and the rainy season were ranged from 10.8% และ 17.2%, respectively. Soil pH in the dry season and the rainy season were ranged from 6.86 and 7.3, respectively. The number of plant species and the distribution pattern were depended on soil salinity, soil moisture and ability of salt tolerance in each plant.

บทนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ดินเค็มจัดประมาณ 1.5 ล้านไร่ (อรุณี, 2546) บริเวณพื้นที่ดินเค็มจัด มักเป็นพื้นที่ว่างเปล่า มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ตื้น

Key Words : high saline soil, vegetation, halophytic plants, soil properties

มีคราบเกลือที่ผิวดินและมีค่าความเค็มในปริมาณมากจนพืชทั่วไปไม่สามารถขึ้นได้ นอกจากพืชชอบเกลือและพืชทนเค็มบางชนิดเท่านั้น การแก้ไขดินเค็มจัดเพื่อให้ใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจได้โดยการล้างเกลือออกจากดิน ร่วมกับการมีระบบชลประทานและระบบการระบายน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูงมาก อาจไม่เหมาะสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย (สมศรี, 2539) แนวทางหนึ่งที่เป็นทางเลือกให้เกษตรกร สามารถฟื้นฟูสภาพเสื่อมโทรมของพื้นที่ที่ดินเค็มจัดได้เองและเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากและลงทุนน้อย คือการปลูกพืชชอบเกลือ (halophytes) และพืชทนเค็มจัด (glycophytes; high salt tolerant plants) (บุปผา, 2549) กลุ่มพื้นที่ว่างเปล่า เพื่อลดอัตราการระเหยน้ำที่ผิวดิน ที่จะนำเกลือมาสะสมที่ผิวดิน เศษซากพืชเหล่านี้ยังช่วยเพิ่มอินทรียวตฤให้กับดิน และช่วยรักษาความชื้นในดิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้พื้นที่ปลูกปรับปรุงดินให้มีค่าความเค็มลดลง เพื่อจะได้ใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจอย่างอื่น ๆ ได้ในอนาคต และยังสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อีกทางหนึ่ง (บุปผา, 2549) จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นที่มาและความสำคัญในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

วิธีการศึกษา

ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาโดยใช้แผนที่ดินเค็มของกรมพัฒนาที่ดิน 3 พื้นที่บริเวณดินเค็มจัดในเขตลุ่มน้ำชีคือ 1) ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ 2) ต.บ้านตาล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ 3) ต.เมืองเพี้ยอ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น (ภาพที่ 1 ก-ค) และเก็บตัวอย่างดินและพืชที่พบในพื้นที่ศึกษาในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2555) โดยการวางแปลงตัวอย่างแบบ stratified sampling method โดยมีขนาดของแปลงย่อย 5x5 ตารางเมตร จากพื้นที่ศึกษา 30x50 ตารางเมตร ทำการ



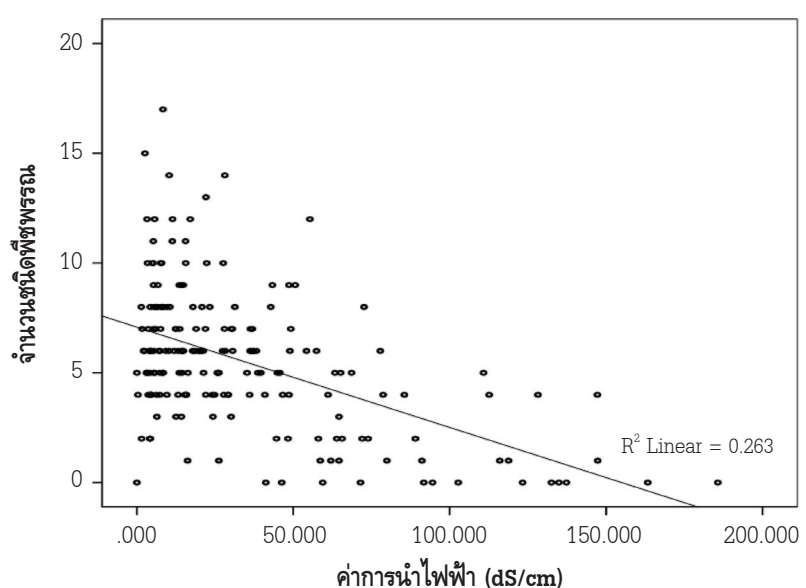
ผลการศึกษา

สุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากพืช โดยห่างจากโคนต้น 20 เซนติเมตรที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ บริเวณพื้นที่โล่งในแปลงตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบ มาทำการวัดสมบัติของดินทั้งด้านกายภาพและเคมี ของดิน ได้แก่ ปริมาณความชื้นในดิน ค่าการนำไฟฟ้า (Extracted Electrical Conductivity, EC_e; ตามวิธีการของ Rhoades, 1982) ค่าพีเอชของดิน (pH) ที่ 1 : 2.5 (ดิน : น้ำ) เนื้อดิน (hydrometer method ตามวิธีการของ Day, 1965) สีของดิน (หลังจากที่ ทำการตากแห้ง) และนำตัวอย่างพืชที่เก็บมาตรวจสอบ ชนิดและจำแนกประเภทพร้อมระบุชนิดพืชชนิดนี้

จากการศึกษาพืชพรรณบนพื้นที่ดินเค็มจัด ทั้ง 3 พื้นที่ ในช่วงฤดูแล้งจะมีคราบเกลือที่ผิวดิน ที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 1) และมี สังคมพืชที่ประกอบด้วยพืชชอบเกลือและพืชทนเค็ม ที่สามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายเป็นหย่อมๆ หรือเป็นกลุ่ม (clumping distribution) บนดินที่มี ระดับความเค็มต่างๆ แตกต่างกัน (เปรียบเทียบจาก ค่าการนำไฟฟ้ารอบรากพืชตัวอย่างแต่ละชนิดและค่า การนำไฟฟ้าบนพื้นที่โล่ง)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา 3 พื้นที่ในฤดูฝนที่บริเวณดินเค็มจัดในเขตลุ่มน้ำชีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ก) ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ (ข) ต.บ้านตาล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ (ค) ต.เมืองเพี้ย อ.บ้านไผ่ จ. ขอนแก่น



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพืชพรรณที่พบกับค่าการนำไฟฟ้าในดินในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ในช่วงฤดูแล้ง



ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความชื้นในดิน (Soil moisture) ที่วัดได้กับสังคัมพืช

(Plant community)	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน			
อุณหภูมิอากาศ (°C)	35.4			อุณหภูมิอากาศ (°C)			31.7
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	40.8			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			49.0
ปัจจัย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ปัจจัย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
EC (dS/m) 46	185	114.60	149.8	EC (dS/m)	13.36	72.30	48.83
Soil moisture (%)	5.50	16.11	10.85	Soil moisture (%)	5.26	30.25	17.21
ชนิดพืช	% ปกคลุมพื้นที่			ชนิดพืช	% ปกคลุมพื้นที่		
พื้นที่โล่ง	69.20			พื้นที่โล่ง	66.63		
หนามพุดดอ (ชอบเกลือ)	7.85			หนามพุดดอ (ชอบเกลือ)	7.87		
หนามแดง (ชอบเกลือ)	6.89			หนามแดง (ชอบเกลือ)	7.33		
ขลุ้ (ชอบเกลือ)	5.70			ขลุ้ (ชอบเกลือ)	5.67		
หญ้าชั้นอากาศ (ทนเค็ม)	3.85			หญ้าชั้นอากาศ (ทนเค็ม)	4.06		
ชนิดอื่น ๆ รวม	6.51			ชนิดอื่น ๆ รวม	8.44		
รวม 44 ชนิด				รวม 95 ชนิด			

รูปที่ 2 และตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพืชพรรณที่พบกับค่าการนำไฟฟ้าของดินและค่าการนำไฟฟ้าของดินในพื้นที่โล่งกับค่าการนำไฟฟ้าของดินรอบรากพืชตัวอย่างและฤดูฝน จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของพืชคือค่าความเค็มในดินและความสามารถในการทนเค็มของพืช ซึ่งค่าความเค็มของดินวัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้า พืชพรรณส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีบนดินเค็มที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1-75 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร เมื่อดินมีค่าความเค็มสูงขึ้น (มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 75-185 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) จำนวนชนิดและปริมาณของพืชลดลง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การปกคลุมดินของพืชลดลงเช่นกัน พบพืชที่ขึ้นเฉพาะบนพื้นที่ดินเค็มจัดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมหน้าดินมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ 3 อันดับแรก คือ หนามพุดดอ

(*A. sarmentosa*) หนามแดง (*M. diversifolia*) และขลุ้ (*P. indica*) (รูปที่ 3) และเมื่อค่าความเค็มสูงมากๆ (มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 185-200 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) จะไม่มีพืชชนิดใดขึ้นได้ พบเป็นที่โล่ง ว่างเปล่า ไม่มีพืชขึ้นได้ และพบพืชชอบเกลือสามารถขึ้นปกคลุมพื้นที่ได้มากกว่า 65% ขึ้นไป เมื่อทำการวัดสมบัติของดิน 117 ตัวอย่าง (จากตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่ดินเค็มในเขต 1) อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ 2) อ.บ้านหินทราย จ.ชัยภูมิ 3) อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น พบว่าเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงทราย (loamy sand-sand) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ ส่งผลให้ค่าความชื้นในดินในฤดูแล้งที่วัดได้มีค่าโดยเฉลี่ย 10.8% ส่วนในฤดูฝน ค่านี้มีค่าเท่ากับ 17.2% สีของดินเป็นสีเหลืองปนแดง (reddish-yellow) บ่งชี้ได้ว่า เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่าพีเอชของดินในฤดูแล้งและในฤดูฝน



ก



ข



ค



ง



จ



ฉ



ช



ซ

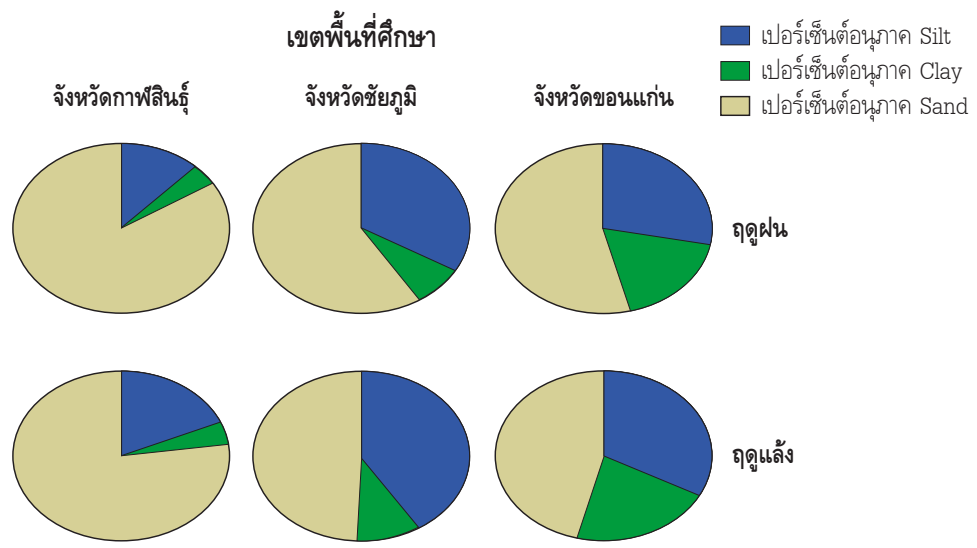
รูปที่ 3 พืชชอบเกลือที่พบเฉพาะบนพื้นที่ดินเค็มจัดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งและมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมหน้าดินมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ 3 อันดับแรกคือ หนามแดง (ก) หนามพุงดอ (ข) และ ขลุ้ (ค) และพืชทนเค็มที่พบบนพื้นที่ดินเค็ม เช่น หญ้าหวาย (ง) ผักเบี้ยแดง (จ) สร้อยนกเขา (ฉ) รงไซ้ (ช) สะแกนา (ซ)

มีค่าเฉลี่ย 6.86 และ 7.30 ตามลำดับ ซึ่งในฤดูแล้ง ค่าพีเอชของดินนี้จะต่ำกว่าในฤดูฝน แสดงถึงสภาพของดินในฤดูแล้งมีสภาพความเป็นกรดสูง ส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของแร่ธาตุในหน้าแล้งต่ำ และทำให้จำนวนชนิดพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้น้อยลง (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินที่

ประกอบเป็นเนื้อดินในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ พบว่าพื้นที่ศึกษาในจังหวัดขอนแก่นมีเนื้อดินร่วนปนทรายที่ประกอบด้วยดินเหนียวและทรายแป้งมากกว่า จึงทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีกว่าพื้นที่อื่นๆ ส่วนดินที่เก็บจากจังหวัดกาฬสินธุ์มีเนื้อดินเป็นทรายจัดมากที่สุด (รูปที่ 4)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินเค็มจัดที่เก็บจากพื้นที่โล่ง 3 พื้นที่ ในระดับความลึกจากหน้าดิน 0-15 เซนติเมตร

ฤดู	Soil texture	Soil color	Soil moisture (%)	EC (dS m ⁻¹)	pH
แล้ง	loamy sand-sand	reddish yellow-yellowish red	5.50-16.11	46-185	5.12-8.37
ค่าเฉลี่ย			10.85	114.60	6.86
ฝน	loamy sand-sand	reddish yellow-yellowish red	5.26-30.25	13.36-72.30	6.46-8.98
ค่าเฉลี่ย			17.21	48.83	7.30



รูปที่ 4 เเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินที่ประกอบเป็นเนื้อดินในแต่ละพื้นที่ศึกษา 3 พื้นที่คือ 1) ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ 2) ต.บ้านตาล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ 3) ต.เมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น บริเวณพื้นที่ดินเค็มจัดในเขตลุ่มน้ำชีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากสมบัติของดินบนพื้นที่ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าที่พบในที่โล่งมีค่าอยู่ระหว่าง 46-185 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร จัดว่าเป็นพื้นที่ดินเค็มจัดมาก จึงพบเฉพาะสังคัมพีชที่ชอบเกลือและพวกทนเค็มอยู่ร่วมกันและมีการกระจายเป็นหย่อมๆ สลับกับพื้นที่โล่งว่างเปล่า ความเค็มของดินในแต่ละพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ พีชพรรณที่ขึ้นอยู่ในแต่ละพื้นที่จึงแตกต่างกันไปตามระดับความเค็ม และชนิดยังมีความแปรผันไปตามฤดูกาล เนื่องจากหน้าแล้งค่าความเค็มจะสูงกว่าหน้าฝน พีชที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมมากในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่งคือ หนามพุงดอ หนามแดง และ ชลู่ ซึ่งจัดเป็นพีชชอบเกลือ สอดคล้องกับการสำรวจพีชดินเค็มในเขต จ.ขอนแก่น ของสมพงษ์ และคณะ (2528) ซึ่งพีชดังกล่าวจะขึ้นได้ในพื้นที่ที่เค็มจัดและไม่พบในดินทั่วไป

จึงสามารถใช้พีชดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้หรือเป็นดัชนีดินเค็มจัดได้ นอกจากนี้ สีดินเป็นแบบสีเหลืองปนแดง ประเมินเบื้องต้นได้ว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย และดินทรายปนร่วนสามารถระบายน้ำได้ดี อุ้มน้ำไว้ได้น้อย จึงทำให้ดินมีความชื้นต่ำ ความชื้นเพิ่มสูงขึ้นในฤดูฝนแต่ก็ยังถือว่าความชื้นในทั้ง 2 ฤดู ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ จึงทำให้การเจริญเติบโตของสังคัมพีชไม่หนาแน่น เนื่องจากเนื้อดินเป็นดินทรายจัด ค่าพีเอชของดินจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดในฤดูแล้ง เนื่องจากเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำได้ดินจะเคลื่อนที่มาสะสมอยู่ที่ชั้นหน้าดิน ทำให้เกิดอนุภาคดินเหนียวชนิด Na-Clay และกรดไฮโดรคลอริกขึ้นในดิน เป็นผลให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลง ส่วนในฤดูฝน น้ำฝนที่ตกจะชะล้างเกลือในดินและปลดปล่อยโซเดียมที่ดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดินเหนียวให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ค่าพีเอชของดินเพื่อสูงขึ้น ดินใน



ฤดูฝนจึงเกิดปฏิกิริยาเป็นต่าง สอดคล้องกับการ รายงานของสุรเด่น (2556) จากการศึกษาในครั้งนี้ ให้ข้อเสนอแนะว่ามีพืชหลายชนิดที่เป็นพืชพื้นเมือง ที่ขึ้นได้เองตามธรรมชาติและสามารถทนความเค็ม อยู่รอดได้ทั้งหน้าแล้งและหน้าฝน และมีมวลชีวภาพ มากพอที่จะสามารถนำมาปลูกเป็นพืชพลังงานหรือ พืชอาหารสัตว์ ได้แก่ หนามแดง สะแกนา รงไซ และ หญ้าชันอากาศ ซึ่งมีรายงานว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน

ในเขต จ.ชัยภูมิ ที่ได้แก่ หนามแดง สะแกนา และ หญ้าชันอากาศ สามารถขึ้นได้ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1-22, 36-80, 6-14, 6-64 และ 3-11, 9-26 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ตามลำดับ (นรารัตน์, 2556) ในขณะที่เดียวกันพืชเหล่านี้ก็ใช้ฟื้นฟู ปรับปรุงดินให้มีค่าความเค็มลดลง เพื่อจะได้ใช้ปลูก พืชเศรษฐกิจอย่างอื่นๆ ได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- บุปผา ไตภาคงาม. 2549. **ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยนันท์ ถนอมชาติ. 2556. **สัณฐานวิทยาและชีวเคมีของ พืชในเขตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรเด่น ชาสอน วิทยา ตีโลเกศ บุปผา ไตภาคงาม และ ลำอาง หอมชื่น. 2556. **การศึกษาความสัมพันธ์ของ คุณสมบัติของดินบางประการและพืชพรรณบน พื้นที่ดินเค็มปานกลางบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชีใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** สาขาทรัพยากรที่ดินและ สิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการ เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สมพงษ์ ธรรมถาวร อัจฉรา ธรรมถาวร และ ประพนธ์ จันทรโณทัย. 2528. **การสำรวจพืชดินเค็มในเขต เมืองขอนแก่น.** รายงานการวิจัยประเภททุนอุดหนุน ทั่วไป. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมศรี อรุณินท์. 2539. **ดินเค็มในประเทศไทย.** กรมพัฒนา ที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิยม. 2546. **การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม.** เอกสารวิชาการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการ ดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- Day, P.R. 1965. Particale fractionation and particle-size analysis. P. 545-567. In **Method of Soil Analysis.** C.A. Black, Ed. Agronomy No.9, Part 1. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. P.167-179. In **Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.** Agronomy No. 9, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.