ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินบางประการกับความหลากชนิดของพันธุ์ไม้ในพื้นที่ดินเค็มจัด ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Relationships between some soil properties and plant species diversity in the serious saline soils of Northeast Thailand

วิทยา ตรีโลเกศ [1*] วิศวะ กุลนะ [1] บุปผา โตภาคงาม [1] และ สำอาง หอมชื่น [2]

Vidhaya Trelo-ges [1*] Wissava Kulna [1] Bubppha Topark-ngarm [1] and Samang Homchuan [2]

บทคัดย่อ

พื้นที่ดินเค็มจัดเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตร ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่า มีลักษณะเป็นพื้นที่โล่ง มีพืชขึ้นปกคลุมในพื้นที่น้อย และมีการกระจายของพืชเป็นหย่อมๆ รวมทั้งมีการปรากฏของคราบเกลือ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อสำรวจชนิดพันธุ์ของพืชและศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติดินบางประการกับจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ โดยศึกษาในพื้นที่ดินเค็มจัดในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำชี 3 แห่ง คือ พื้นที่การศึกษาที่ 1 บริเวณ ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ พื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณ ต.หัวทะเล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ และพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณ ต.เมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ทำการวางแปลงสำรวจพืชขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร สำหรับการสำรวจไม้พุ่ม ได้วางแปลงสำรวจแบบ stratified sampling method นับจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบในแปลง และจดบันทึกรายชื่อพืช พร้อมทั้งวัดเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชแต่ละชนิดในทุกแปลงสำรวจ และเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของแต่ละแปลง นำมาวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ค่า pH เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และการกระจายขนาดของอนุภาคดิน โดยได้สำรวจทั้งฤดูฝน ในเดือนกันยายน 2554 และฤดูแล้ง ในเดือนเมษายน 2555 ในแปลงเดิมที่ตำแหน่งพิกัดเดิมไว้ นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงกับสมบัติของดิน โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ 2 ตัวแปร (Bivariate Correlations) การศึกษาพบว่า พืชที่พบทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีพืช 54 ชนิด 34 วงศ์ พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบพืช 55 ชนิด 36 วงศ์ และพื้นที่ศึกษาที่ 3 พบพืช 57 ชนิด 33 วงศ์ จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง และพืชที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมมากที่สุดได้แก่ หนามพุงดอ

[1] กลุ่มวิจัยเฉพาะทางดินปัญหาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สาขาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2] กลุ่มวิจัยเฉพาะทางดินปัญหาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[*] Corresponding author : vidtre@kku.ac.th

(*Azima sarmentosa*) หนามแดง (*Maytenus makongensis*) และขลู่ (*Pluchea indica* Less.) ส่วนการศึกษาด้านสมบัติดิน พบว่า ในฤดูแล้ง ค่าการนำไฟฟ้า สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทรายแป้ง (silt particle) สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ในแปลงสำรวจอย่างมีนัยสำคัญ (P-value <0.01) และความหนาแน่นรวมของดินมีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงสำรวจอย่างมีนัยสำคัญ (P-value <0.05) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทางลบ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทรายแป้ง (silt particle) ปริมาณความชื้นในดิน ปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทางบวก ได้แก่ สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) ส่วนในฤดูฝนพบว่า มีเพียงสัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนชนิดพันธุ์ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และค่า pH มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในแปลงสำรวจ

Abstract

The serious saline soils do not appropriated for agricultural activities. Most of the areas are the farmers could not cultivate any crops in this area. The distribution of native plant is scatter in very strongly saline soil area and appear salt patches on the soil surface. The major objectives of this study are (1) to examine the vegetation and plant species in the very strongly saline soil area and (2) study the relationships between soil properties and the number of plant species (diversity). The study site was located in Chi river basin of Northeast Thailand. Three sites were determined, the first site was located on Huanakham sub-district, Yangtalad district at Kalasin province, the second site was located on Huathalay sub-district, Bamnetnarong district at Chaiyaphum province and the third site was located on Muang pia sub-district, Ban pai district at Khon Kaen province. The vegetation was considered on 5 m X 5 m in each plot using stratified sampling method. Soil samples were collected in rainy (September 2011) and dry seasons (April 2012). Some soil physical and chemical properties were analyzed in the laboratory. The results revealed that the plant species can be found in the first site, there were 54 species 24 families, for the second site was found 55 species 36 families and the third site found 57 species 33 families and the number of plant species can be found in rainy season more than in dry season and the most of plant species in

คำสำคัญ : พืชชอบเกลือ, ดินเค็มจัด, ความหลากชนิดของพันธุ์ไม้

the 3 sites are *Azima sarmentosa*, *Maytenus makongensis* and *Pluchea indica*, respectively. Consequently, the relationships between soil properties including ECe, soil texture, soil moisture content exchangeable sodium content and plant species diversity showed significant correlation (P-value <0.01) and the significant correlation of soil bulk density (P-value <0.05). The negative relationships between soil properties and plant species diversity were ECe, proportion of silt particle distribution (soil texture), soil moisture content and exchangeable sodium content. However, the positive relationships is proportion of sand particle distribution (soil texture), this phenomena can be occurred in dry season. Meanwhile, in rainy season showed the negative and positive relationships between plant species diversity on the proportion of sand particle distribution and exchangeable sodium content, respectively.

คำนำ

ดินเค็มเป็นปัญหาด้านทรัพยากรดินที่ส่งผลกระทบต่อการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นอย่างมาก สำหรับในบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบดินเค็มระดับรุนแรง หรือบริเวณพื้นที่ที่มีดินเค็มจัด ส่วนใหญ่จะเป็นที่ว่างเปล่า พบการปกคลุมของคราบเกลือมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ มีเพียงพืชชอบเกลือและพืชทนเค็มพันธุ์ท้องถิ่นเท่านั้นที่ขึ้นได้ (พิชัย, 2527) โดยอาการของพืชทั่วไปที่ไม่ทนเค็ม เมื่อได้รับผลกระทบจากดินเค็มจะปรากฏอาการมีจุดแห้งตาย ใบสีน้ำเงินแกมเขียว ใบเป็นมัน ต้นพืชเล็กแคระ ในแปลงนาข้าวก็จะตายเป็นหย่อมหรือแคระแกรน ไม่แตกกอ ผลิตภาพของดินต่ำ และจะพบพืชชอบเกลือ (halophyte) ขึ้น (สมศรี, 2539) โดยพืชชอบเกลือที่พบในการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีทั้งหมด 11 ชนิด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) กกรังกา (*Cyperus alternifolius* L.) กกนา (*Cyperus haspan* L.) หญ้าหัวขอ (*Fimbristylis aestivalis* Vahl) หญ้านิ้วหนู (*Fimbristylis dichotoma* Vahl), *Gisekia pharnacioides* L. หนามแดง (*Maytenus mekongensis* Ding Hou) หญ้าชันกาศ (*Panicum repens* L.) หญ้าเอียงนา (*Paspalum orbiculare* Forst.) ขลู่ (*Paspalum orbiculare* Forst.) สร้อยนกเขา (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) (Nakamura and Homchuen, 1993) ส่วนจำนวนชนิดพืชที่พบในฤดูฝนและฤดูแล้งจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จนพืชบางชนิดไม่สามารถอยู่รอดได้ (Puengpan, 1992) การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในพื้นที่ดินเค็มจัดนั้น มีความสำคัญอย่างมาก ที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจัดการดินเค็มในพื้นที่ดินเค็มจัดปรากฏการณ์ของธรรมชาติ โดยในการศึกษาเพื่อศึกษาพันธุ์ไม้ที่พบในบริเวณดินเค็มจัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ทำการศึกษาพื้นที่

Keywords : halophyte species, serious saline soils, vegetation diversity

ดินเค็มจัดใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ชัยภูมิ และขอนแก่น อีกทั้งยังได้นำผลการศึกษาพันธุ์ไม้หลักที่พบ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสมบัติของดินบางประการ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนชนิดพันธุ์ไม้หลักในทางด้านดินเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การเก็บข้อมูลภาคสนามกระทำในฤดูฝนและฤดูแล้ง การเลือกพื้นที่ได้ใช้แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน (2544) เป็นแนวทาง ซึ่งเลือกพื้นที่ที่จัดอยู่ในพื้นที่ดินเค็มจัดในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำชี 3 พื้นที่ คือ พื้นที่การศึกษาที่ 1 : บริเวณ ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ พื้นที่ศึกษาที่ 2 : บริเวณ ต.หัวทะเล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ และพื้นที่ศึกษาที่ 3 : บริเวณ ต.เมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น โดยมีการศึกษาดังต่อไปนี้

การศึกษาด้านสังคมพืช

การศึกษาสังคมพืช โดยการวางแปลงตัวอย่างแบบ stratified sampling method แปลงตัวอย่างขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร สำหรับไม้พุ่ม (Dieter Mueller-Dombois and Heinz Ellenberg, 1974) จากนั้นจึงวางแปลงสำรวจพันธุ์ไม้ในบริเวณนั้น โดยจะวางแปลงตัวอย่างที่มีพืชไม้พุ่มขึ้นปกคลุมมากกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่แปลงสำรวจ โดยได้สำรวจและวางแปลงในฤดูฝนในเดือน กันยายน พ.ศ. 2554 และสำรวจพันธุ์ไม้ในแปลงเดิมอีกครั้งในฤดูแล้ง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 และนำข้อมูลสำรวจพืชที่พบมาจัดทำบัญชีพันธุ์พืชในแปลงสำรวจ

การศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ และเคมีบางประการของดิน

ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์จะทำการเก็บดินบริเวณทรงพุ่มของพืชที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินบางประการ เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ Soil core (รัศมี 5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร) ในบริเวณรากพืชของพืชชอบเกลือและบริเวณพื้นที่โล่ง ในแปลงตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบ และเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินบางประการ ดังแสดงใน Table 1 กระทำโดยเก็บดิน ตัวอย่างละประมาณ 2 กิโลกรัม โดยใช้ soil auger ในบริเวณรากพืชของพืชชอบเกลือ และบริเวณพื้นที่โล่งในแปลงตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ในแต่ละจังหวัด พร้อมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสมบัติดินด้วยกันเองโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ 2 ตัวแปร (Bivariate Correlations) โดยโปรแกรม SPSS Version 19

ผลการทดลอง

สมบัติดินเบื้องต้น

พื้นที่ศึกษาที่ 1 : บริเวณ ต.หัวนาคำ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ ซึ่งในพื้นที่การศึกษาที่ 1 นี้มีการแบ่งเป็นพื้นที่ศึกษาย่อย 3 พื้นที่ได้แก่ พื้นที่ศึกษาที่ 1.1 (48Q 316798 ม. ตะวันออก 1814563 ม. เหนือ) : ทิศเหนือติดต่อกับเนินป่าเบญจพรรณ และรอบพื้นที่ศึกษาเป็นแปลงนาข้าว พื้นที่ศึกษาที่ 1.2 (48Q 317597 ม. ตะวันออก

Table 1 Methods of analysis in some soils physical and chemical properties

Soil properties	Methods	References
pH (1:2.5 soil:water)	pH meter	Black (1965)
EC (Saturation extract)	Soluble salts by electrical conductivity	Rhoades (1982)
Exchangeable Na	ammonium acetate method	Reeuwijk (2002)
Organic matter	Walkley-Black Method	Walkley and Black (1934)
Soil bulk density	Core method	Black and Hartge (1986)
Soil texture	Hydrometer	Day (1965)
Soil moisture	Gravimetric with oven drying	Gardner (1986)

1814620 ม. เหนือ) : พื้นที่ศึกษาล้อมรอบด้วยแปลงนาข้าว พื้นที่ศึกษาที่ 1.3 (48Q 310544 ม. ตะวันออก 1812874 ม. เหนือ) มีลักษณะยาวขนานไปกับถนนหมายเลข 12 โดยอาณาเขตพื้นที่ศึกษาทิศเหนือติดกับเนินป่ายูคาลิปตัส และแปลงไร่มันสำปะหลัง ทิศใต้ติดกับถนนหมายเลข 12 ฝั่งตรงข้ามถนนคือหนองทึง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการพัฒนาแหล่งน้ำ (ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษาแสดงใน Figure 2) สมบัติทางเคมีเฉลี่ยของแปลงศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาย่อย ค่าการนำไฟฟ้าจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำในฤดูฝนเท่ากับ 12.01 dS/m และ 41.54 dS/m ในฤดูแล้ง ส่วนค่า pH เฉลี่ยในฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 7.18 และ 6.68 ในฤดูแล้ง ส่วนเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ (ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)) ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาย่อย

พื้นที่ศึกษาที่ 2 : บริเวณ ต.หัวทะเล อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ ประกอบด้วย 3 พื้นที่ศึกษา พื้นที่ศึกษาที่ 2.1 (47 P 793123 ม. ตะวันออก 1711786 ม. เหนือ) : อาณาเขตของพื้นที่ศึกษาทิศเหนือติดกับถนนหมายเลข 205 และฝั่งตรงข้ามของถนนเป็นโรงงานเหมืองแร่โพแทสอาเซียน ทางทิศตะวันออกติดกับบึงรำพันซึ่งเป็นหนองน้ำธรรมชาติ ทิศใต้และทิศตะวันตกเป็นแปลงนาข้าวซึ่งถูกปล่อยทิ้งร้าง เนื่องจากประสบปัญหาดินเค็ม พื้นที่ศึกษาที่ 2.2 (47 P 795010 ม. ตะวันออก 1711209 ม. เหนือ) : อาณาเขตทิศเหนือติดกับหมู่บ้านหัวทะเล ทิศใต้ติดกับแหล่งน้ำที่มีการปรับปรุงเป็นแหล่งน้ำของชุมชน เป็นส่วนหนึ่งของบึงรำพันซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนทางทิศตะวันออก และทิศใต้ติดกับแปลงนาข้าว พื้นที่ศึกษาที่ 2.3 (47 P 794344 ม. ตะวันออก 1710267 ม. เหนือ) : อาณาเขตทิศเหนือเป็นพื้นที่โล่ง ตะวันออกติดกับแปลงไร่มันสำปะหลัง และทางทิศใต้และทิศตะวันออกติดกับแปลงนาข้าว (แสดงใน Figure 2) สมบัติทางเคมีเฉลี่ยของแปลงศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาย่อย ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำในฤดูฝนเท่ากับ 12.88 dS/m และ 74.98 dS/m ในฤดูแล้ง ส่วนค่า pH เฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 8.14 และ 7.64 ในฤดูแล้ง ส่วนเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ (ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)) ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาย่อย

พื้นที่ศึกษาที่ 3 : บริเวณ ต.เมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ได้แก่ พื้นที่ศึกษาที่ 3.1 (47P 793123 ม. ตะวันออก 1711786 ม. เหนือ) : อาณาเขตทางทิศเหนือติดกับพื้นที่ว่างเปล่าที่ประสบปัญหาดินเค็ม จนไม่สามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ได้ ทิศตะวันออกติดกับแปลงไร่มันสำปะหลัง ซึ่งมีความสูงกว่าพื้นที่ศึกษา ทิศใต้ติดกับแปลงนาข้าว และทิศตะวันตกติดกับแปลงนาข้าว ซึ่งถัดจากแปลงนาข้าวจะมีคลองคอนกรีตส่งน้ำชลประทานขนาดเล็กที่เลิกใช้งานแล้ว พื้นที่ศึกษาที่ 3.2 (47P 794344 ม. ตะวันออก 1710267 ม. เหนือ) : อยู่ทางทิศใต้ของพื้นที่อ่างเก็บน้ำเก่าของกรมชลประทาน ซึ่งได้ยกเลิกโครงการแล้ว เนื่องจากจะเป็นสาเหตุในการแพร่กระจายดินเค็ม พื้นที่ศึกษาที่ 3.3 (47P 795036 ม. ตะวันออก 1711136 ม. เหนือ) : ตั้งอยู่บริเวณส่วนล่างของเนินดินอยู่ทิศตะวันออกของอ่างเก็บน้ำเก่าของกรมชลประทานซึ่งได้ยกเลิกโครงการแล้ว และติดกับแปลงนาข้าว (ดังแสดงใน Figure 2) สมบัติทางเคมีเฉลี่ยของแปลงศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาย่อย ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำในฤดูฝนเท่ากับ 13.78 dS/m และ 53.25 dS/m ในฤดูแล้ง ส่วนค่า pH เฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 8.31 และ 7.91 ในฤดูแล้ง ส่วนเนื้อดินในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3.1 มีเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ (ร่วนปนทราย (Sandy loam)) พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3.2 เป็นดินเนื้อปานกลาง (ดินร่วน (loam)) และในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3.3 เป็นเนื้อดินละเอียด (ดินร่วนเหนียว (clay loam))

การศึกษาด้านสังคมพืช

การสำรวจชนิดพรรณพืชในฤดูฝน ดังต่อไปนี้

พื้นที่ศึกษาที่ 1 พบพืช 55 ชนิด 34 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 3 ชนิด ไม้พุ่ม 8 ชนิด ไม้ล้มลุก 43 ชนิด และสาหร่าย 1 ชนิด พืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (20.06%), ขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (15.89%) และหนามแดง (*Maytenus*

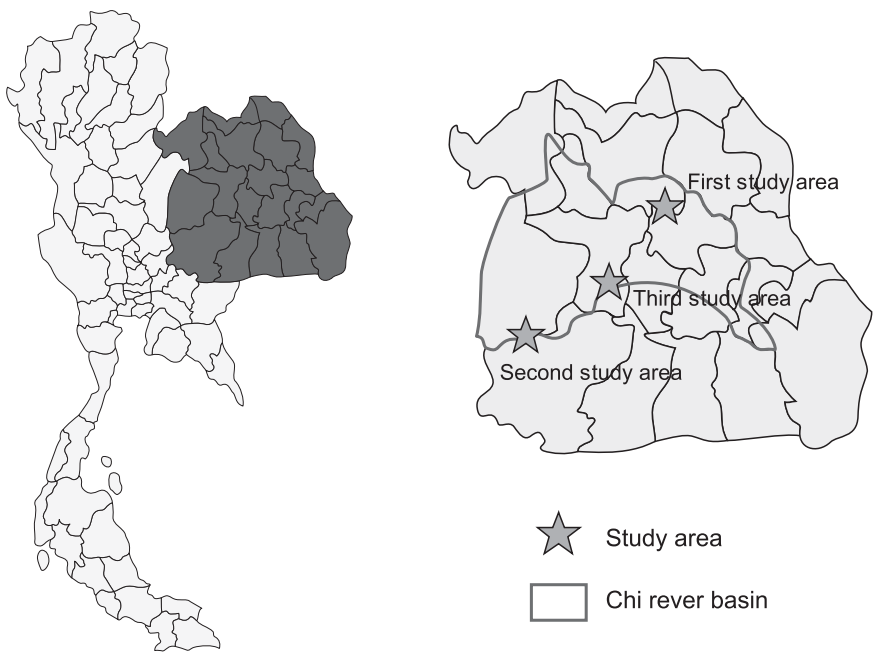

Figure 1 Studied areas in Kalasin, Chaiyaphum and Khon Kaen province.

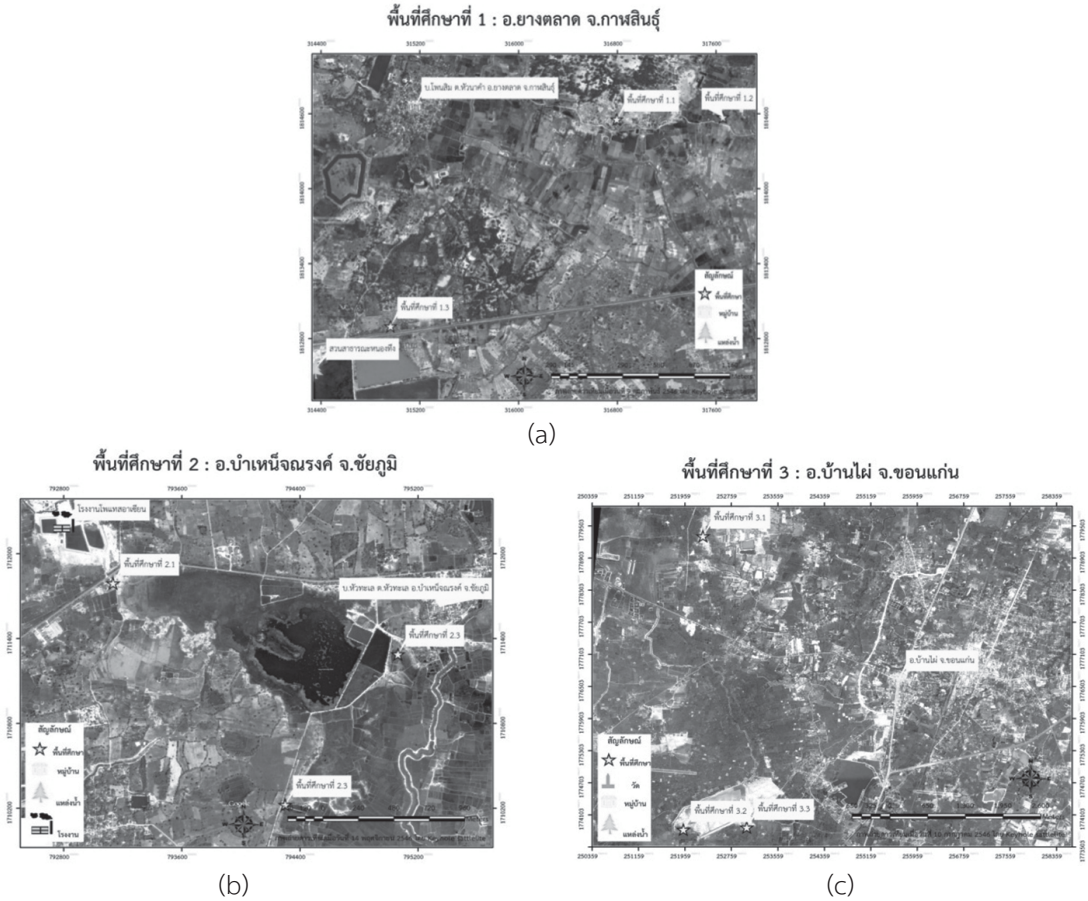

Figure 2 Satellite imagery in a) Yangtalad district at Kalasis province, b) Namnetnarong district at Chaiyaphum province and c) Ban pai district at Khon Kaen provicnce.

makongensis) (14.83%) ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) (75.00%) หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (66.67%) และหนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (58.33%) ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบว่า มีพืช 56 ชนิด 36 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 3 ชนิด ไม้พุ่ม 9 ชนิด ไม้ล้มลุก 42 ชนิด และสาหร่าย 1 ชนิด และพืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (20.19%), ขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (16.36%) และหนามแดง (*Maytenus makongensis*) (12.42%) ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis disticha*) (69.44%), หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) (63.89%) และสร้อยนกเขา (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) (61.11%) ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษาที่ 3 พบพืช 56 ชนิด 33 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 5 ชนิด ไม้พุ่ม 8 ชนิด และไม้ล้มลุก 43 ชนิด พืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (20.69%), หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (18.94%) และขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (10.94%)

ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ สร้อยนกเขา (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) (78.13%) หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (68.75%) หญ้าหัวบ่อ (59.38%) และสะแกนา (59.38%) ตามลำดับ

การสำรวจชนิดพรรณพืชในฤดูแล้งพบว่า

พื้นที่ศึกษาที่ 1 พบพืช 39 ชนิด 21 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 3 ชนิด ไม้พุ่ม 8 ชนิด และไม้ล้มลุก 28 ชนิด พืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (18.61%), หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (18.06%) และขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (15.28%) ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) (77.78%) หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (69.44%) และหนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (58.33) ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบพืช 36 ชนิด 23 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 3 ชนิด ไม้พุ่ม 9 ชนิด และไม้ล้มลุก 24 ชนิด พืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (23.58%), หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (14.42%) และขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (14.19%) ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) (61.54%) หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (57.69%) และขลู่ (*Pluchea indica* Less.) (57.69%) ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษาที่ 3 พบพืช 42 ชนิด 28 วงศ์ เป็นไม้ยืนต้น 6 ชนิด ไม้พุ่ม 8 ชนิด และไม้ล้มลุก 28 ชนิด พืชที่มีการปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) (20.54%), หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (24.82%) และหนามแดง (*Maytenus makongensis*) (13.07%) ตามลำดับ ส่วนพืชที่มีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด ได้แก่ สร้อยนกเขา (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) (78.13%) หนามแดง (*Maytenus makongensis*) (68.75%) หญ้าหัวบ่อ (59.38%) และสะแกนา (59.38%) ตามลำดับ ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาพบว่า ในฤดูฝนมีจำนวนของชนิดพันธุ์ไม้มากกว่าในฤดูแล้ง โดยพืชที่พบเพิ่มขึ้นในฤดูฝน เป็นไม้ล้มลุกเป็นส่วนใหญ่ (รายละเอียดแสดงใน Table 2)

Table 2 Plant species diversity in studied areas.

Studied areas	Season	Species	Family	Perennial plant	Shrub	Annual plant	Algae
Kalasin	dry	39	21	3	8	28	0
	rain	55	33	3	8	43	1
Chaiyaphum	dry	36	23	3	9	24	0
	rain	56	36	3	9	42	1
Khon Kaen	dry	42	28	6	8	28	0
	rain	56	33	5	8	43	0
3 studied areas	Rain-dry	96	54	12	12	71	1

ผลการศึกษาสมบัติดินต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืช

พบว่าในฤดูแล้ง สมบัติของดินมีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาทั้ง 3 จังหวัด อย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 3) คือ ค่าการนำไฟฟ้า สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทรายแป้ง (silt particle) สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) ปริมาณความชื้นในดิน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และความสำคัญทางสถิติที่ 0.05 คือความหนาแน่นรวมของดิน โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ กล่าวคือเมื่อค่าสมบัติของดินนั้นเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการลดลงของจำนวนชนิด

Table 3 Correlation between some soil properties and plant species amount for studied area in dry season

		ECe ($dS\ m^{-1}$)	pH	Na ($mg\ kg^{-1}$)	OM (%)	Moisture content (%)	Bulk density ($g\ dm^{-3}$)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
Plant species	Pearson Correlation	-0.429**	-0.084	-0.293**	0.072	-0.325**	0.221*	0.359**	-0.392**	-0.168
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.435	0.006	0.513	0.002	0.038	0.001	0.000	0.122
	N	88	88	85	85	88	89	85	84	86

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Table 4 Correlation between some soil properties and plant species amount for studied area in rainy season

		ECe ($dS\ m^{-1}$)	pH	Na ($mg\ kg^{-1}$)	OM (%)	Moisture content (%)	Bulk density ($g\ dm^{-3}$)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
Plant species	Pearson Correlation	0.085	-0.152	-0.213*	-0.165	-0.184	0.125	0.229*	-0.233*	-0.153
	Sig. (2-tailed)	0.430	0.154	0.047	0.134	0.084	0.242	0.035	0.032	0.164
	N	89	89	87	84	89	89	85	85	84

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

พันธุ์ไม้ในแปลง ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทรายแป้ง (silt particle) ปริมาณความชื้นในดิน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทางบวก คือเมื่อค่าสมบัติของดินนั้นเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในแปลง ได้แก่ สัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) ซึ่งในฤดูฝนพบว่ามีเพียงสัดส่วนการกระจายขนาดของอนุภาคทราย (sand particle) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนชนิดพันธุ์ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในแปลงสำรวจ (Table 4)

สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาสำรวจพืชในพื้นที่ดินเค็มทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา พบว่าทั้ง 3 จังหวัด มีสมบัติของดินที่แตกต่างกัน ทำให้จำนวนชนิดพืชที่ขึ้นในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่แตกต่างกัน (ดังแสดงในตารางที่ 2, 3 และ 4) โดยพบว่าพืชที่พบในฤดูฝนมีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ มากกว่าจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในฤดูแล้ง เนื่องจากระดับความเค็มที่สูงขึ้นของดินทำให้จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ลดลง คือระดับความเค็มของดินที่สูงเป็นสำคัญ ทำให้พืชทั่วไปไม่สามารถเกิดและเจริญเติบโต จนกระทั่งครบวงจรชีวิตของพืชชนิดนั้นได้ หรือมีอาการยับยั้งการเจริญเติบโต เช่น แสดงอาการใบซีด และแห้งตายในพื้นที่ดินเค็มเรียกว่าพืชไม่ทนเค็ม (Glycophyte) สำหรับพืชที่มีการปรับตัว จนทำให้สามารถเจริญเติบโตและมีชีวิต จนครบวงจรชีวิตในสภาพดินเค็มได้นั้น พืชเหล่านั้นเรียกว่า พืชชอบเกลือ (Halophyte) (Greenway and Munns, 1980) ปัญหาที่เกิดขึ้นกับพืชที่ปรับตัวให้ทนต่อสภาพดินเค็มไม่ได้ สาเหตุเกี่ยวกับกลไกการปรับสมดุลน้ำของพืช โดยทั่วไปการเคลื่อนย้ายของน้ำมีการเคลื่อนย้ายจากที่ที่มีค่า water potential ที่สูงไปต่ำ เรียกกลไกนี้ว่า downhill คือปกติพืชจะดูดน้ำเข้ามายังรากพืชจากดินบริเวณรากพืช (root zone) ซึ่งดินในบริเวณ root zone จะมีค่า water potential ต่ำกว่าดินที่อยู่นอกเขต root zone เพื่อน้ำจะเคลื่อนย้ายมายังบริเวณดังกล่าว และ water potential ในรากพืชจะมีค่าต่ำกว่าบริเวณ root zone เพื่อให้พืชสามารถดึงน้ำเข้ามายังรากพืชได้ ส่วนการเคลื่อนย้ายน้ำของพืชในลำต้นจะใช้กลไกเดียวกันนี้ แต่สำหรับในดินเค็ม water potential ในดินจะต่ำมาก เนื่องจากดินมีความเข้มข้นของเกลือสูง ส่งผลให้ค่า osmotic potential ต่ำ ส่งผลให้มีค่า water potential ต่ำด้วย ทำให้พืชไม่สามารถดึงน้ำเข้ามายังรากและลำต้นได้ ในขณะเดียวกันก็สูญเสียน้ำจากราก ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลต่อพืชในพื้นที่ดินเค็ม กล่าวคือจะมีลักษณะคล้ายกับมีอาการขาดน้ำ ถึงแม้จะมีปริมาณน้ำในดินที่สูงก็ตาม สอดคล้องกับผลการทดลองในฤดูแล้ง ความสัมพันธ์ของความชื้นในดินกับจำนวนชนิดพันธุ์นั้น มีความสัมพันธ์กันทางลบแสดงใน Table 3 ถึงกระนั้นในพื้นที่ดินเค็มจัด (ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 16 dS/m) จะยังพบพืชได้บ้าง เช่น พืชชอบเกลือ (halophyte) ซึ่งมีพัฒนาการทางสรีรวิทยาของพืช คล้ายพืชที่พบในเขตแห้งแล้ง (Bressan *et al*., 1990) แต่ทั้งนี้กลไกการพัฒนาการของพืชชอบเกลือกลไกหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการอยู่รอดในดินเค็มคือ การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายภายในลำต้นพืช

โดยพืชจะมีการสะสมประจุโซเดียม และคลอไรด์ใน vacuoles ของเซลล์พืช และมีการสร้างสารอินทรีย์จำพวกคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (Walter, 1960) แต่ถ้าพืชสะสมโซเดียม และคลอไรด์ไอออนมากเกินไป จะทำให้โพรโตพลาสซึมของพืชเกิดอาการบวมน้ำ (protoplasmic swelling) ซึ่งจะส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ ทำให้กระบวนการเมทาโบลิซึมผิดปกติ (Yuvaniyama and Arunin, 1993) ทำให้พืชได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อการดำรงชีพของพืช ทำให้พบว่ามีพืชบางชนิดสามารถเติบโตได้ในฤดูฝนที่น้ำฝนช่วยชะล้างเกลือ และทำให้เกลือเจือจางลง แต่เมื่อถึงฤดูแล้งก็จะตายไปในที่สุด

จากการสำรวจในทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ชัยภูมิ และขอนแก่น พบว่าพืชที่เป็นไม้ยืนต้นและไม้พุ่มที่ขึ้น มีความทนต่อสภาพดินเค็มจัด ไม่ว่าความเค็มจะลดลงในฤดูฝน หรือเพิ่มขึ้นในฤดูแล้ง ถึงแม้ว่าพืชบางชนิดไม่จัดว่าเป็นพืชชอบเกลือก็ตาม สามารถอธิบายได้จากงานทดลองของ Yuvaniyama and Arunin (1993) จากการทดลองนำพืชพื้นเมืองที่พบในพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทย และพืชนำเข้า รวมทั้งหมด 12 ชนิด มาทดลองปลูกในน้ำยาที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน โดยพบว่าอัตราการรอดตายในระดับความเค็มที่สูงจะพบในพืชนำเข้าที่ชอบเกลือ และพืชที่พบในพื้นที่ดินเค็มพันธุ์พื้นเมือง จะสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเค็มที่ไม่มาก โดยพืชจะทนเค็มมากขึ้น เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจนสามารถอยู่ได้ในพื้นที่ดินเค็มที่มีระดับความเค็มสูง ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม จะมีความทนเค็มในระดับที่สูงมากได้ในฤดูแล้ง เนื่องจากในช่วงแรกที่พืชเจริญเติบโต ระดับความเค็มอาจไม่สูงเท่าช่วงที่พืชโตแล้ว ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตขึ้นได้ และเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น จึงทำให้พืชมีความทนเค็มที่สูงมากได้ สำหรับพืชล้มลุกที่มีความผันแปรของจำนวนชนิดพันธุ์ในฤดูที่แปรเปลี่ยนอย่างมาก โดยจะพบว่า ในฤดูฝนจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบจะมีมากกว่าในฤดูแล้ง พืชล้มลุกที่พบทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน พวกนี้จัดได้ว่าเป็นพืชทนเค็มอายุปีเดียว แต่สามารถคงอยู่ข้ามปีได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) หญ้าหัวบ่อ และสร้อยนกเขา (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) โดยพืชกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตดี ประเมินจากเปอร์เซ็นต์การปกคลุมที่เพิ่มขึ้นในฤดูฝน (มิได้แสดงข้อมูล) แต่ในฤดูแล้งพืชกลุ่มนี้จะเติบโตได้ดี ถ้าอยู่ภายใต้ทรงพุ่มของไม้พุ่ม เช่น หนามแดง (*Maytenus makongensis*) หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) เนื่องจากบริเวณใต้พุ่มพืชเหล่านี้จะมีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่าดินบริเวณนอกพุ่ม แสดงจากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงกับค่าการนำไฟฟ้าซึ่งมีความสัมพันธ์ทางลบต่อกัน ($r = -0.429$) แต่มีการเติบโตทางส่วนลำต้นลดลง เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการบังแสงของทรงพุ่ม (Nemoto *et al*., 1987) ทั้งนี้จากผลการศึกษายังพบว่า ในฤดูแล้งความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบ กับความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับทางลบ ($r = -0.325$) สามารถอธิบายจากการที่ในฤดูแล้งน้ำใต้ดิน ที่เคลื่อนย้ายมาสู่บริเวณใกล้ผิวดิน ด้วยการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างขนาดเล็ก (capillary pore) เป็นน้ำใต้ดินที่มีเกลือละลายอยู่ เกิดจากในพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลุ่ม และมีระดับน้ำใต้ดินที่ตื้น (บุปผา โตภาคงาม, 2549)

การเคลื่อนที่ด้วยการซึมขึ้น ผ่านช่องว่างขนาดเล็ก ซึ่งเกิดจากเนื้อดินที่เป็นเนื้อดินละเอียด ทำให้มีน้ำเคลื่อนที่มายังผิวดินได้ และถ้าดินเป็นดินเนื้อหยาบ ขนาดช่องว่างในดินเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินมายังผิวดินเป็นไปได้น้อย ทำให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ของการกระจายขนาดของอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบ (r = 0.359) และอนุภาคทรายก็มีความสัมพันธ์ทางลบกับความชื้นในดิน (r = -0.280) ซึ่งทำให้ดินมีความเค็มน้อยกว่าดินเนื้อละเอียด และดินที่มีเนื้อหยาบก็ส่งผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน จึงทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในแปลง (r = 0.221) ทั้งนี้ความหนาแน่นรวมของดินมีหลายปัจจัยร่วม จึงไม่อาจชี้ชัดว่าความหนาแน่นรวมของดินเค็มส่งผลทางบวกกับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ เช่น การที่ดินมีอินทรียวัตถุมาก จะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ซึ่งพบในฤดูแล้งจะเห็นได้ชัดเจน (r = -0.376) เนื่องจากอินทรียวัตถุในดิน ทำให้ดินสามารถจับตัวกันเกิดเป็นเม็ดดิน (soil aggregate) ได้ ทำให้ดินมีลักษณะร่วนซุย จึงมีผลทำให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมต่ำและมีความพรุนมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ส่วนสมบัติของดินที่สัมพันธ์กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงสำรวจ ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งคือ ปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยมีความสัมพันธ์ทางลบ (r = -0.213) เนื่องจากการที่ดินมีปริมาณของโซเดียมในดินมากและพืชสะสมโซเดียมและคลอไรด์ไอออนมากเกินไป จะทำให้โพรโตพลาสซึมของเซลล์พืชเกิดอาการบวมน้ำ (protoplasmic swelling) ซึ่งจะส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ ทำให้กระบวนการเมทาโบลิซึมผิดปกติ (Yuvaniyama and Arunin (1993) ทำให้เป็นปัจจัยที่กำหนดการเกิดขึ้นของชนิดพันธุ์ที่จะเกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2544. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่รัฐเรื่องดินเค็ม. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 330 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เต็ม สมิตินันทน์. 2532. พรรณไม้ที่ขึ้นบนดินเค็ม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 22 (4): 278-284.

บุปผา โตภาคงาม เอนก โตภาคงาม เกษสุดา เดชภิมล และสถาพร ไพบูลย์ศักดิ์. 2535. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินที่สัมพันธ์กับพืชที่เจริญเติบโตบนดินเค็ม. รายงานการวิจัย ปี พ.ศ. 2535. ประเภททุนอุดหนุนทั่วไป. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุปผา โตภาคงาม. 2549. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2527. การแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ตามแผนพัฒนาชนบทพื้นที่ยากจน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2527. ณ อาคารฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาที่ดินขอนแก่นเขต 5. จังหวัดขอนแก่น.

สมศรี อรุณินท์. 2527. การพัฒนาดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการโครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแผนพัฒนาชนบทพื้นที่ยากจน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2527. ณ อาคารฝึกอบรมศูนย์พัฒนาที่ดินขอนแก่นเขต 5 จังหวัดขอนแก่น.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรุณี ยูวะนิยม และสมศรี อรุณินท์. 2539. การวิจัยพืชทนเค็มและพืชชอบเกลือบางชนิด ในดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. Pages 363-375 in A Klute, Ed. Methods of soil analysis. Part 1, Agronomy No. 9, 2 nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Bressan,R.A., D.E. Nelson, N.M. Iraki, P.C. LaRosa, N.K. Singh, P.M. Hasegawa, and N.C. Carpita. 1990. Reduced cell expansion and changes in cell wall of plant cell adapted to NaCl. In Environmental Injury to Plant, F. Katterman, ed., Academic Press. New York, pp.137-171.

Day, P.R. 1965. Particale fractionation and particle-size analysis. Pages 545-567 in Method of soil analysis, C.A. Black, Ed. Agronomy No. 9, Part 1. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Dieter Mueller-Dombois and Heinz Ellenberg. 1974. Aims and Method of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc.

Garmer, W.H. 1986. Water content. Pages 493-544 in A Klute, Ed. Methods of soil analysis. Part 1, Agronomy No. 9, 2 nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Greenway, H. and R Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mpl. Biol. 31:140-190.

Haworth, H.F., P. Na Chiengmai and C. Phianchareon, 966. Groundwater Resources Development of Northeast Thailand. Groundwater Bulletin, No.2.

Klute, A. and C. Dirkson. 1986. Hydraulic Conductivity and diffusivity: laboratory methods Pages 689-734 in A. Klute, Ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical

method. Agronomy No. 9, 2 nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Moorman, F.R., S. Montrakun and S. Panichapong. 1964. Soil of Northeastern Thailand. Department of Land Development, Bangkok.

Nakamura, T. and S. Homchuen, 1993. Salt-Tolerant Plants of the Inland Region of Northeastern Thailand. Seventh Symposium on Salt, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 2 (1): 583-587.

Nemoto, M. and S. Panchaban. 1987. The influence of grazing by water buffalo on halophytes in Coastal and inland salt-affected soils in Thailand. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture. 280 p.

Puengpan, N., T. Subhasaram, P. Patcharapreecha and H. Wada. 1992. Characteristics of salt-affected soils in Northeast Thailand with special reference to soil-plant relationships. Proc. Int. Symp. "Strategies for Utilization of Salt Affected Land". 17-25 May 1992, Bangkok, Thailand. pp. 97-105.

Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. Pages 167-179 in A.l. Page, Ed. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy No. 9, 2 nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvements of saline and alkali soils. USDA. Agriculture Handbook 60. 160 p.

Sinanuwong, S. and Y. Takaya. 1974. Distribution of Saline Soils in the Korat Basin of Thailand. South East Asian Studies, 12 (3): 363-382.

Walter, H. 1960. Vegetation of the earth in relation to climate and the ecophysiological conditions. Springer.

Yuvaniyama, A. and S. Arunin. 1993. Growth of three halophytic grasses on salt affected soil in northeast Thailand. ACIAP Proc. No. 42. Productive Use of Saline Land. P. 32-35.