ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย

Study on Gypsum Requirement of Salt Affected Soils in Thailand

โดย

นายไพรัช พงษ์วิเชียร

นายรัตนชาติ ช่วยบุดดา

นายวิวัฒน์ สวยสม

นายวุฒิชัย จันทรสมบัติ

นางพรพนา โพธินาม

นายถวิล หน่อคำ

นางสาวนฤกมล จันทร์จิราวุฒิกุล

นางสาวกมลทิพย์ ศศิธร

นางจุฑารัตน์ รัตนปัญญา

นายโกศล เคนทะ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 63 63 03 12 010000 009 104 01 13

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กันยายน 2564

แบบ วจ.3

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 63 63 03 12 010000 009 104 01 13

ชื่อโครงการวิจัย ศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย

ชื่อผู้รับผิดชอบ นายไพรัช พงษ์วิเชียร

หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ที่ปรึกษาโครงการ นายสถาพร ใจอารีย์ หน่วยงาน กรมพัฒนาที่ดิน

นายชาลี นาวานุเคราะห์ หน่วยงาน กรมพัฒนาที่ดิน

ผู้ร่วมดำเนินการ นายรัตนชาติ ช่วยบุดดา นายวิวัฒน์ สวยสม

นายวุฒิชัย จันทรสมบัติ นางพรพนา โพธินาม

นายถวิล หน่อคำ นางสาวนฤกมล จันทร์จิราวุฒิกุล

นางสาวกมลทิพย์ ศศิธร นางจุฑารัตน์ รัตนปัญญา

นายโกศล เคนทะ

หน่วยงาน กรมพัฒนาที่ดิน

เริ่มต้นเดือน...พฤษภาคม....พ.ศ....2563.....**สิ้นสุดเดือน**....กันยายน.....พ.ศ.....2563.....

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น.....ปี....5.....เดือน

สถานที่ดำเนินการ

สถานที่ดำเนินการ	ชุดดิน	กลุ่มชุดดิน	ชนิดดิน
จังหวัดขอนแก่น	กุลาร้องไห้ (Ki)	20	ดินเค็มบก
	ทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr)	20	
	ประทาย (Pt)	20	
	ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re-sa)	20	
	อุบลที่มีคราบเกลือ (Ub-sa)	24	
จังหวัดนครราชสีมา	กุลาร้องไห้ (Ki)	20	ดินเค็มบก
	กุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt)	20	
	ขามทะเลสอ (Kts)	20hi	
	ทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr)	20	
	ประทาย (Pt)	20	
	หนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn-sa)	18	
จังหวัดเพชรบุรี	ท่าจีน (Tc)	12	ดินเค็มชายทะเล
	สมุทรปราการ (Sm)	3	
	ชะอำ (Ca)	9	
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	หนองแก (Nk)	20	
	ท่าจีน (Tc)	12	
	สมุทรปราการ (Sm)	3	
จังหวัดสมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม (Sso)	8	
จังหวัดสมุทรสาคร	ท่าจีน (Tc)	12	
	สมุทรสงคราม (Sso)	8	

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2563	-	215,000	215,000
รวม	-	215,000	215,000

แหล่งงบประมาณที่ใช้.....งบปกติของกรมพัฒนาที่ดิน.....

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....
(นายไพรัช พงษ์วิเชียร)
ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....
(.....)
ประธานคณะทำงานกลั่นกรองโครงการวิจัยระดับหน่วยงาน
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

ทะเบียนวิจัยเลขที่ **63 63 03 12 010000 009 104 01 13**

ชื่อโครงการวิจัย ศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย
Study on Gypsum Requirement of Salt Affected Soils in Thailand

กลุ่มชุดดินที่	ชุดดิน(ภาษาไทย)	ชุดดิน (ภาษาอังกฤษ)
3	สมุทรปราการ	Sm
8	สมุทรสงคราม	Sso
9	ชะอำ	Ca
12	ท่าจีน	Tc
18	หนองบุญนากที่มีคราบเกลือ	Nbn-sa
20	กุลาร้องไห้ ทุ่งสัมฤทธิ์ ประทาย ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ กุลาร้องไห้/ประทาย	Ki Tsr Pt Re-sa Ki-Pt
20hi	ขามทะเลสอ	Kts
24	อุบลที่มีคราบเกลือ	Ub-sa

สถานที่ดำเนินการ จังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงครามและสมุทรสาคร

ผู้ดำเนินการ

นายไพรัช พงษ์วิเชียร	Mr. Pirach Pongwichian

ผู้ร่วมดำเนินการ

นายรัตนชาติ ช่วยบุดดา	Mr.Rattenachart Chuaybudda
นายวิวัฒน์ สวยสม	Mr. Wiwat Suaysom
นายวุฒิชัย จันทรสมบัติ	Mr. Wuttichai Jantarasombat
นางพรพนา โพธินาม	Mrs. Pornpana Pothinam
นายถวิล หน่อคำ	Mr. Thawil Norkham
นางสาวนฤกมล จันทร์จิราวุฒิกุล	Ms. Naruekamon Janjirawuttikul
นางสาวกมลทิพย์ ศศิธร	Miss Kamontip Sasithron
นางจุฑารัตน์ รัตนปัญญา	Mrs. Jutharat Rattanapanya
นายโกศล เคนทะ	Mr. Kosol Kenta

บทคัดย่อ

การศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดินเค็มชายทะเล 2) เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของดิน และอัตราส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (SAR) ต่อปริมาณยิปซัมที่เหมาะสมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือของประเทศไทย และ 3) เพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย ดำเนินการในปี 2563 โดยศึกษาในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือในจังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมา ประกอบด้วย ชุดดินกุลาร้องไห้(Ki) ทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) ประทาย (Pt) ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re-sa) อุบลที่มีคราบเกลือ (Ub-sa) กุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) ขามทะเลสอ (Kts) และหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn-sa) และพื้นที่ดินเค็มชายทะเล ประกอบด้วย ชุดดินสมุทรสงคราม (Sso) หนองแก (Nk) สมุทรปราการ (Sm)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ชะอำ (Ca) และท่าจีน (Tc) การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ วิธีการคือเก็บตัวอย่างดินที่เป็นดินเค็มชุดดินต่างๆ วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินได้แก่ pH, EC_e, EC1:5, OM, Gypsum requirement, Solution Cation (Na, Ca, Mg) และ SAR สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่เนื้อดิน จากการศึกษาพบว่าดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นมีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินร่วนถึงดินเนื้อหยาบ โดยที่ค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอ ตั้งแต่ระดับเค็มน้อยถึงเค็มจัด ในขณะที่ดินเค็มบกในจังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงดินเนื้อหยาบ โดยที่ค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอ ตั้งแต่ระดับเค็มน้อยถึงเค็มจัด เช่นเดียวกับขอนแก่น ในขณะที่ดินเค็มชายทะเลเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงดินร่วน โดยที่ค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอเช่นกันในแต่ละชุดดิน มีค่าตั้งแต่ระดับดินเค็มน้อยถึงดินเค็มมาก เมื่อพิจารณาความต้องการยิปซัมของดินเค็มแต่ละชุดดินในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่าดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ในขณะที่บางจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มถึง 2,473 กิโลกรัมต่อไร่ เช่นเดียวกัน ดินเค็มชายทะเลมีความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในแต่ละชุดดิน ในจังหวัดต่างๆ มีความแปรปรวนมาก คือดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ในขณะที่บางจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มถึง 5,668 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินเค็มบก ปริมาณความต้องการยิปซัมมีความสัมพันธ์กับปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน สำหรับดินเค็มชายทะเลพบว่าปริมาณความต้องการยิปซัมมีความสัมพันธ์ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโซเดียม และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง นอกจากนี้ได้จัดทำแผนที่ความต้องการยิปซัมของดินเค็มทั้งดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเล โดยแสดงความต้องการยิปซัมของดินเค็มในจังหวัดที่ทำการศึกษา และแบ่งเป็นชั้นความต้องการยิปซัมของดิน

Abstract

The study on the gypsum requirements of salt-affected soils in upland and coastal saline soils, Thailand was conducted in 2020. The objectives were to 1) investigate the gypsum requirements of inland and coastal saline soils 2) determine the impact of electrical conductivity and sodium absorption ratio (SAR) on gypsum requirements in salt-affected soils, and 3) create a gypsum requirement map. This investigation was carried out as part of a survey research. 144 soil samples of inland saline soils were gathered in the provinces of KhonKaen and Nakhon Ratchasima, while 36 soil samples of coastal saline soils were obtained in the provinces of Phetchaburi, Prachuap Khirikhan, Samut Songkhram, and Samut Sakhon. These soils were analyzed for pH, EC_e, EC1:5, OM, Gypsum requirement, Solution Cation (Na, Ca, Mg), SAR and soil texture. The results showed that the soil texture in KhonKaen province was loam to coarse textured soil, while the soil texture in Nakhon Ratchasima province was fine textured to coarse textured soil. The soil texture of coastal saline soils was fine textured to loam soil. Both inland and coastal saline soils showed variations in electrical conductivity. The variation of soils gypsum requirement was found both inland and coastal saline soils also, 0 – 2,473 kg per rai and 0 – 5668 kg per rai, respectively. In general, coastal saline soils showed higher gypsum requirement than inland saline soils. Inland saline soil, gypsum requirement related to clay content and soil organic matter, whereas the gypsum requirement for coastal saline soil is determined by clay content, soil organic matter, Na, and SAR. In addition, a gypsum requirement map for study areas was created to serve as a guideline in the field.

หลักการและเหตุผล

ดินเค็มเป็นดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายได้อยู่ในดินเป็นปริมาณสูง จนเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช มีผลทำให้พืชที่ปลูกเหี่ยว และเกิดใบไหม้ เนื่องจากน้ำในพืชจะไหลกลับออกมาอยู่ในสารละลายดิน ดินเค็มจะมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายซึ่งสกัดจากดินอิ่มด้วยน้ำมากกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ($dS\ m^{-1}$)ปัญหาดินเค็มพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 2,207,544 ไร่ ดินเค็มบกภาคกลาง 54,644 ไร่ และพื้นที่ดินเค็มชายทะเลครอบคลุมพื้นที่ 1,955,131 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) และสาเหตุหนึ่งของการเกิดดินเค็มเกิดจากการเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวดินของน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ในระดับตื้นแล้วเกิดการระเหยที่บริเวณผิวดินทำให้เกิดดินเค็มขึ้น ดินเค็มที่มีโซเดียมในปริมาณสูงส่งผลให้ดินแน่น รากพืชชอนไชได้ยากทำให้พืชเจริญเติบโตไม่ดี แนวทางในการแก้ไขปัญหาดินเค็มได้แก่ การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็ม และการลดระดับความเค็มของดินโดยการล้างเกลือออกจากดิน (สมศรี, 2539 ; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งในแก้ไขปรับปรุงโดย ใช้วิธีการชะล้างเกลือด้วยน้ำจืดเหมาะสำหรับดินโซดิกหรือดินด่าง ที่มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับหรือมากกว่า 15 ขึ้นไป และดินเค็มโซดิกซึ่งมีทั้งเกลือที่ละลายง่ายและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง เนื้อของดินทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นดินเนื้อละเอียด โครงสร้างดินมีสภาพเลวลง ถ้าใช้วิธีการล้างดินอย่างเดียวจะไม่ค่อยได้ผล เนื่องจากเมื่อเกลือถูกชะล้างไปแล้วดินจะอิ่มตัวด้วยโซเดียม ซึ่งทำให้ดินพองตัวและแน่นทึบ การระบายน้ำเลว พืชที่ปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เพราะพืชจะดูดโซเดียมเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อมากเกินไปจนเป็นพิษ ดังนั้นในการชะล้างเกลือจำเป็นต้องมีการใช้สารปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมที่ละลายน้ำได้เป็นองค์ประกอบเพื่อให้เกิดการแทนที่ของโซเดียมที่ถูกดูดยึดไว้ด้วยแคลเซียม สารปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมที่ละลายน้ำได้เป็นองค์ประกอบได้แก่ยิปซัม (Gypsum; $CaSO_4.2H_2O$) และ Calcium Chloride dehydrate ($CaCl_2.2H_2O$) ในการปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็มจะต้องมีการลดปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน การใช้ยิปซัมเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไข โดยแคลเซียมจะไปไล่ที่โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และ โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) จะถูกชะล้างลงไปในดินที่ระดับความลึกโดยน้ำฝน นอกจากนี้ยิปซัมยังช่วยแก้ปัญหาดินแน่นทึบ เพิ่มการระบายน้ำ การแทรกซึมน้ำลงดิน ลดการสูญเสียน้ำ ทำให้เก็บน้ำได้ดีขึ้น ก่อนการใช้แนะนำให้เก็บตัวอย่างดินเพื่อไปวิเคราะห์หาความต้องการยิปซัมของดินก่อน (ปิยะ, 2556) สำหรับแหล่งของยิปซัมมี 2 แหล่งหลักคือ 1) ยิปซัมธรรมชาติซึ่งเป็นแร่ซัลเฟตในรูปเกลือธรรมชาติ พบมากที่อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร และอำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ สถานที่อื่นเช่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี เลย นครศรีธรรมราช เป็นต้น 2) ฟอสโฟยิปซั่ม ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินได้ แต่มีข้อควรระวังที่ต้องพิจารณา เช่นมีความชื้นสูงต้องใช้ปริมาณมาก อาจมีแร่เรเดียม-226 ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสีปะปนมา เป็นอันตรายกับผู้ใช้ และการใช้เป็นเวลานานอาจมีสารเคมีสะสมในดินได้ อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทยประกอบด้วยหลายชุดดินที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาความต้องการยิปซัมของดิน (Gypsum Requirement) ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือให้ครอบคลุมทุกชุดดิน เพื่อเป็นประโยชน์ในการแนะนำเกษตรกรปรับปรุงดินเพิ่มผลผลิตพืชต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดินเค็มชายทะเล
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของดิน และอัตราส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (SAR) ต่อปริมาณยิปซัมที่เหมาะสมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือของประเทศไทย
3. เพื่อจัดทำแผนที่ความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

1. ดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ

1.1 ความหมาย

ดินเค็ม (saline soil) หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายได้สะสมอยู่ในดินในปริมาณมาก จนเกิดอันตรายต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดำรงชีวิตของพืช การสังเกตโดยดูจากคราบเกลือจะเห็นคราบเกลือเป็นหย่อมๆ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง (สมศรี, 2539) สามารถวัดค่าความเค็ม โดยวัดจากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Electrical conductivity ; EC_e) มีค่าสูงกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (decisiemens per meter, dS m^{-1}) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (Sodium Adsorption Ratio, SAR) น้อยกว่า 13 (Abrol *et al*., 1988) การตอบสนองต่อความเค็มของพืชจะแตกต่างกันขึ้นกับความสามารถในการทนเค็ม ระยะการเจริญเติบโต และส่วนของพืชที่ได้รับผลกระทบ ความเสียหายเกิดจากการขาดน้ำ การสะสมธาตุที่เป็นพิษโดยเฉพาะโซเดียมและคลอไรด์ นอกจากนี้ยังเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (Luttge *et al*., 1984; Sharma, 1984) แต่ถ้าเกิดอย่างรุนแรงพืชมีการสูญเสียน้ำมาก พืชจะตายได้ (Maas, 1990; Munns, 2002)

พื้นที่ดินเค็มสามารถจำแนก โดยแบ่งตามค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) และความสามารถในการทนเค็มของพืชได้ดังนี้ คือ ดินไม่เค็ม พื้นที่ดินเค็มน้อย พื้นที่ดินเค็มปานกลาง พื้นที่ดินเค็มมาก และพื้นที่ดินเค็มจัด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งระดับความเค็มของดินโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และความสามารถในการทนเค็มของพืช

ระดับความเค็ม	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (dS m^{-1})	เปอร์เซ็นต์เกลือ (%)	ผลกระทบต่อพืช
ดินไม่เค็ม	0 - 2	< 0.10	พืชไม่ได้รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มน้อย	2 - 4	0.10 - 0.20	พืชที่ไวต่อความเค็ม จะได้ รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มปานกลาง	4 - 8	0.20 - 0.40	พืชส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มมาก	8 - 16	0.40 - 0.80	พืชที่ทนต่อความเค็มเท่านั้นสามารถเจริญ เติบโตให้ผลผลิตได้
พื้นที่ดินเค็มจัด	> 16	> 0.80	พืชทนเค็มน้อยชนิดที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้

ที่มา: ดัดแปลงจาก Abrol *et al*. (1988)

1.2 การจำแนกดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ

ในการจำแนกดินเค็ม สมาคมปฐพีศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ได้จำแนกไว้ดังนี้ (USSLS, 1954)

1.2.1 ดินเค็ม (Saline soil) คือ ดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในสารละลายดินมาก วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) สูงกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (decisiemens per meter, dS m^{-1}) ที่อุณหภูมิ 25^0 C เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage; ESP) น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติค่าความเป็นกรด - ด่างของดิน (pH) จะต่ำกว่า 8.5

1.2.2 ดินโซดิก (Sodic soil) คือ ดินที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ต่ำกว่า 2 dS m^{-1} ที่ 25^0 C ปกติค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจะอยู่ระหว่าง 8.5 - 10

1.2.3 ดินเค็มโซดิก (Saline sodic soil) คือ ดินเค็มที่มีเกลือปริมาณมาก มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) มากกว่า 2 dS m^{-1} ที่ 25^0 C และมีค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

1.3 ดินเค็มในประเทศไทยและแนวทางการแก้ไข

สำหรับประเทศไทย ดินเค็มมีพื้นที่ 4,217,319 ไร่ พบการแพร่กระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ2,207,544 ไร่ ภาคกลาง 54,644 ไร่ และชายทะเลบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ 1,955,131 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

นอกจากนี้ยังมีดินเค็มที่พบคราบเกลือที่ผิวดินโดยส่งผลกระทบต่อพืช จะดูจากคราบเกลือเป็นหลัก โดยมีการจำแนกไว้ในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีเนื้อที่ 11,506,882 ล้านไร่ กระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นจังหวัดหนองบัวลำภู มุกดาหาร และเลย (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2549) ซึ่งมีแนวทางการแก้ไขดินเค็มดังนี้

การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็มมีความสัมพันธ์และขึ้นกับระดับความเค็มของดินและกระบวนการเกิดดินเค็ม ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ (Pongwichian *et al*., 2013; Arunin and Pongwichian, 2015) นอกจากนี้ความเค็มของดินยังเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เกลือจะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ขึ้นกับความชื้นที่ผิวดิน และการจัดการ ทำให้การจัดการดินเค็มยุ่งยากขึ้น โดยสามารถแบ่งการจัดการตามสภาพพื้นที่ดินเค็มได้ดังนี้

1.3.1 การจัดการดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น สมศรี (2539) และ Arunin and Pongwichian (2015) แนะนำไว้มี 3 แนวทางหลัก คือ

1) การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็มโดยการปลูกไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส สะเดา กระถินขี้เหล็ก ไผ่ เป็นต้น บนพื้นที่เนินที่เป็นพื้นที่รับน้ำ เปรียบเหมือนการตั้งปั๊มน้ำธรรมชาติเพื่อลดระดับน้ำใต้ดินเค็มในที่ลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นที่ให้น้ำ เนื่องจากต้นไม้มีการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าพืชไร่ นอกจากนี้การลดระดับน้ำใต้ดินบนพื้นที่ให้น้ำสามารถทำได้โดยการสูบน้ำบาดาลที่จืดบริเวณพื้นที่รับน้ำมาใช้ จะเป็นการลดระดับน้ำใต้ดินเค็มและลดพื้นที่ดินเค็มในบริเวณพื้นที่ให้น้ำหรือที่ลุ่ม

2) การปรับปรุงดินเค็มน้อยและปานกลาง เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช โดยการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดินมาปลูกการปรับปรุงคุณสมบัติด้านกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและปานกลางส่วนใหญ่อยู่ในที่ลุ่ม ช่วงแล้งพบคราบเกลือเป็นหย่อมๆ บนผิวดิน น้ำท่วมขังในฤดูฝน พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการทำนา (Arunin, 1984) ในการเพิ่มผลผลิตข้าวในนาดินเค็มมีคำแนะนำดังนี้ คือการปรับรูปแปลงนาโดยปรับระดับหน้าดินให้สม่ำเสมอ การปลูกโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) เป็นพืชปุ๋ยสดปรับปรุงบำรุงดิน การใช้อินทรียวัตถุปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ปุ๋ยคอก แกลบฟางข้าว การใช้พันธุ์ข้าวทนเค็ม คือ ขาวดอกมะลิ 105 การปักดำต้นกล้าข้าวอายุ 30 - 35 วัน การเพิ่มจำนวนต้นปักดำเป็น 6 - 8 ต้นต่อจับ การแบ่งใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรคลุมดินด้วยฟางไม่ปล่อยให้หน้าดินว่าง เพราะจะทำให้น้ำในดินระเหยพาเกลือกลับขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน

3) การฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็มจัด โดยการปลูกพืชชอบเกลือ พืชทนเค็มจัด เพื่อฟื้นฟูสภาพนิเวศ ตัวอย่างเช่น หญ้าดิกซี่ (*Sporobolus virginicus*) เป็นพืชชอบเกลือที่นำเข้าจากสหรัฐอเมริกา สามารถปรับตัวในดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี ซึ่งการปลูกพืชทนเค็มจัดหรือพืชชอบเกลือทำให้ได้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มจัดให้เกิดศักยภาพในการผลิต โดยใช้เป็นอาหารสัตว์และเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดดินเค็มจัดแพร่กระจายมากขึ้น โดยไม่ต้องลงทุนสูงในการล้างเกลือจากดิน (อรุณีและสมศรี, 2542) ต้นไม้ที่ทนเค็มจัดคือกระถินออสเตรเลีย (*Acacia ampliceps*) สำหรับกิ่งและใบของกระถินออสเตรเลียที่ร่วงหล่นลงไปในดินยังช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้ดินด้วย นอกจากนี้ในการจัดการ

พื้นที่ดินเค็มจัดสามารถกระทำได้ด้วยวิธีการทางวิศวกรรม เช่น การจัดทำระบบระบายน้ำทั้งแบบเปิดและระบายน้ำใต้ดิน การทำคันดินและคูเบนน้ำรอบพื้นที่ดินเค็ม แต่เป็นการลงทุนที่สูงเกษตรกรรายย่อยไม่สามารถดำเนินการเองได้ รัฐจำเป็นต้องลงทุนในโครงสร้างขนาดใหญ่แล้วให้เกษตรกรดำเนินการต่อ อีกแนวทางเป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการทางวิศวกรรมร่วมกับการจัดการพืชโดยการทำคันดินและคูเบนน้ำรอบพื้นที่ดินเค็มจัดเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดิน และการนำพันธุ์พืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด พืชที่แนะนำคือหญ้า *Sporobolus virginicus* ทั้งชนิดใบหยาบ (Dixie) และชนิดใบละเอียด (Smyrna) ไม้ยืนต้นที่ขึ้นได้บนดินเค็มจัด ได้แก่ *Acacia ampliceps, Casuarina glauca* และ *Melaleuca acaciodes*

1.3.2 การจัดการดินเค็มภาคกลาง มาตรการในการจัดการปัญหาดินเค็มภาคกลาง สมศรี (2539) ได้สรุปไว้ดังนี้คือ

1) ด้านการเกษตรกรรม ควรปลูกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน การปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนการปลูกข้าว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง แคนตาลูป บร็อคโคลี่ โดยมีการจัดการที่ดี ได้แก่ การปลูกโดยวิธียกร่องแล้วปลูกตรงตำแหน่งที่หลีกเลี่ยงการสะสมเกลือ การคลุมดินหลังการปลูก การใช้วัสดุปรับปรุงดินจำพวกปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ขี้เถ้าแกลบ กากอ้อย แกลบ เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้พืชได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2) ด้านการชลประทาน ควรมีการใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพเพียงพอกับความต้องการของพืชนั้นๆ โดยที่การให้น้ำแบบหยดหรือการให้น้ำแบบหัวฉีด (mini sprinkler) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและควบคุมการสะสมเกลือที่ผิวดิน อย่างไรก็ตามควรให้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง

1.3.3 การจัดการดินเค็มชายทะเล ในการปรับปรุงดินเค็มชายทะเล เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือปลูกพืชนั้น ควรพิจารณาการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับพื้นที่นั้นๆ สมศรี (2539) ได้แบ่งมาตรการในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มชายทะเลเป็น 2 กรณี คือ

1) ปรับปรุงเพื่อการเกษตรกรรม สามารถทำได้โดยการขุดคลองระบายน้ำให้เพียงพอ คลองควรมีความลึก 1.50 เมตร สำหรับไม้ยืนต้น และความลึก 50 เซนติเมตร สำหรับการปลูกพืชผัก การล้างดินสามารถทำได้โดยการนำน้ำจืดมาชะล้างเกลือ แล้วระบายเกลือออกไป ในกรณีที่ดินมีเกลือโซเดียมสูงๆ ควรใช้ยิปซัมร่วมในการล้างดิน การลดระดับน้ำใต้ดิน โดยวิธีระบายออกหรือสูบออก การคัดเลือกพืชที่เหมาะกับระดับความเค็มของดินมาปลูก โดยดูจากตารางพืชทนเค็ม และการใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

2) การปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ โดยพิจารณาการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสม ได้แก่ ป่าชายเลน เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย เป็นระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเลที่สำคัญ ฉะนั้นพื้นที่บางแห่งที่เหมาะสม ควรเพิ่มจำนวนพื้นที่ป่าชายเลนนาเกลือ พื้นที่ชายฝั่งทะเลบางแห่งมีน้ำจืดไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก แต่เหมาะสมกับการทำเกลือ ควรจัดให้เป็นพื้นที่สำหรับทำนาเกลือ เช่น สมุทรสงคราม เพชรบุรี การปลูกไม้โตเร็วที่ทนเค็ม เช่น สน และใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ

2. ยิปซัม (gypsum)

2.1 ความหมายและชนิดยิปซัม

ยิปซัม หมายถึงแร่หรือสารที่มีแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($CaSO_4.2H_2O$) ไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ยิปซัมจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือยิปซัมธรรมชาติ (natural gypsum) และยิปซัมสังเคราะห์ (synthetic gypsum) ดังรายละเอียด

2.1.1 ยิปซัมธรรมชาติ (natural gypsum) บางครั้งเรียกว่าแร่เกลือจืดหรือแก้วแกลบหรือหินแก้ว แหล่งใหญ่ที่พบ เช่นสหรัฐอเมริกา แคนาดา ฝรั่งเศส เม็กซิโก และไทย เป็นต้น แหล่งยิปซัมธรรมชาติในประเทศไทยพบที่จังหวัดพิจิตร นครสรรค์ สุราษฎร์ธานี กระบี่ กาญจนบุรี และนครศรีธรรมราช (กรมทรัพยากรธรณี, 2541) ยิปซัมธรรมชาติมีสมบัติทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบของยิปซัมธรรมชาติ

สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบ	ค่า
มวลโมเลกุล	172.17
อุณหภูมิของการแปรสภาพ (°C)	128
จุดหลอมเหลว (°C)	1,450
ความถ่วงจำเพาะ	2.32
ความแข็ง (Mohs' scale)	1.5-2.0

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี (2541)

2.1.2 ยิปซัมสังเคราะห์ (synthetic gypsum) เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรมมีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตและของเสียต่างๆได้แก่

1) ฟอสโฟยิปซัม (phosphogypsum) เป็นยิปซัมที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแร่หินฟอสเฟตกับกรดซัลฟิวริก เกิดปฏิกิริยาทางเคมีดังต่อไปนี้

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 10H_2SO_4 + 20H_2O$$

หินฟอสเฟตกรดซัลฟิวริก

$$\downarrow$$

$$10CaSO_4.2H_2O + 6H_3PO_4 + 2HF$$

ฟอสโฟยิปซัมกรดฟอสฟอริก

ยิปซัมพลอยได้ชนิดนี้มีลักษณะเป็นผงขนาดเท่าเม็ดทรายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อเป็นสารปรับปรุงดิน

2) ฟลูออโรยิปซัม (fluorogypsum) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตกรดไฮโดรฟลูออริกหรือกรดกัดแก้ว (HF) จากแร่ฟลูออสปาร์ (fluorspar) สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นวัสดุในการสร้างถนน

3) ยิปซัมจากกระบวนการกำจัด หรือทำให้กรดซัลฟิวริกที่เป็นของเสียที่ใช้แล้ว จากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้เป็นกลางก่อนที่จะนำไปทิ้ง แต่ส่วนมากของเสียจากกระบวนการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพราะมีปริมาณไม่มากนักและมักมีสิ่งเจือปนสะสมอยู่เป็นจำนวนมากร่วมด้วย

4) ไททาโนยิปซัม (titanogypsum) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) จากปฏิกิริยาระหว่างแร่ไททาเนียมกับกรดซัลฟิวริก-ยิปซัมพลอยได้ชนิดนี้มีปริมาณไม่มากนักจึงไม่นิยมนำมาใช้ประโยชน์และมีข้อจำกัดของการนำไปใช้ประโยชน์กล่าวคือมีสารประกอบของเหล็กเจือปนอยู่สูงและขนาดของอนุภาคใหญ่

2.2 ประโยชน์ของยิปซัมในการปรับปรุงคุณภาพดิน ได้แก่

1) ช่วยปรับปรุงสภาพดินที่เป็นกรด เนื่องจากดินกรดเป็นดินที่มีอะลูมิเนียมหรือเหล็กปะปนอยู่ เกิดจากธาตุอาหารที่เป็นพวกไอออนบวกถูกชะล้างออกไปจากดิน อะลูมิเนียมหรือเหล็กจะเข้าไปแทนที่ไอออนบวกเหล่านั้น ทำให้ดินมีอะลูมิเนียมไอออน (Al^{3+}) หรือเหล็กไอออน (Fe^{3+}) เกิดเป็นภาวะดินกรด เพราะฉะนั้นการใส่ยิปซัมลงไปในดินซึ่งสามารถช่วยลดความเป็นกรดในดินได้โดยเกิดปฏิกิริยาในดินดังสมการที่ (1) และ (2) (นุจรินทร์, 2545)

$Soil\text{-}R + H_2O \rightarrow Soil\text{-}R(OH) + H^+$ ....(1)

$Soil\text{-}R(OH) + SO_4^{2-} \rightarrow Soil\text{-}R[(OH)(SO_4)] + OH^-$....(2)

เมื่อ R คือ Al และ/หรือ Fe

เมื่ออะลูมิเนียมหรือเหล็กเกิดการไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) ได้ไฮโดรเจนไอออน (H+) ดังสมการ (1) ทำให้เกิดภาวะดินกรดหมู่ซัลเฟตไอออน(SO_4^{2-}) จากยิปซัมจะเข้าไปทำปฏิกิริยาแล้วปลดปล่อยหมู่ OH^-ดังสมการ (2) และหมู่ OH^- ทำปฏิกิริยากับ H^+กลายเป็น H_2O นอกจากนี้ Ca^{2+} จากยิปซัมยังเข้าไปแทนที่ Al^{3+} ในดินทำให้ Al^{3+} จับกับ SO_4^{2-} เกิดสารประกอบเชิงซ้อนของอะลูมิเนียมไฮดรอกซีซัลเฟต ($AlOHSO_4$) หรืออะลูมิเนียมซัลเฟตแคตไอออน ($AlSO_4$+ complex ion) ซึ่งการใช้ยิปซัมเป็นสารปรับปรุงดินกรดจึงมีส่วนทำให้ปริมาณ Al ในดินกรดลดลงประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ (นุจรินทร์, 2545) อีกทั้งมีผลดีกว่าการใส่ปูนขาวเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการใช้ปูนขาวช่วยลดความเป็นกรดบริเวณผิวดินแต่การที่ต้องคลุกเคล้ากับดินทำให้ไม่เหมาะที่จะลดความเป็นกรดของดินชั้นล่างได้ (สำเนา, 2553) นอกจากนี้การใช้ยิปซัมยังสามารถส่งผลต่อการกระจายของรากพืชลงสู่ดินชั้นล่าง การใช้ยิปซัมร่วมกับปูนขาวจะสามารถทำให้แคลเซียมแทรกซึมลงสู่ดินชั้นล่างได้ดียิ่งขึ้น ตามลำดับ

2) ช่วยปรับปรุงสภาพดินเค็ม โดยที่การใส่ยิปซัมจะช่วยลดปริมาณโซเดียมในดิน เนื่องจากแคลเซียมไอออนจากยิปซัมจะเข้าไปแทนที่โซเดียมไอออนในดินเค็มและโซเดียมไอออนนั้นจะทำปฏิกิริยากับหมู่ซัลเฟตไอออนได้สารประกอบโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ซึ่งละลายน้ำและชะล้างให้ออกจากดินได้ง่ายโดยเกิดปฏิกิริยาในดินดังสมการต่อไปนี้ (สำเนา, 2553)

$$2Na\text{-}Clay + CaSO4 \downarrow Ca\text{-}Clay + Na2SO4$$

3) ช่วยปรับปรุงสภาพดินแน่นทึบ หรือการอัดตัวของดิน ซึ่งความแน่นทึบหรือความอัดตัวของดิน (soil compaction) ส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชหลายประการ เช่นส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพืชการเจริญเติบโตและกิจกรรมของระบบราก การใช้ประโยชน์จากน้ำอากาศและธาตุอาหารพืชในดิน ปัญหาการเกิดโรคโคนเน่าในพืชบางชนิด เป็นต้น การใช้ยิปซัมสามารถปรับปรุงสภาพดินแน่นทึบของชั้นดินใต้ผิวดินได้ ทั้งยังช่วยปรับสภาพเนื้อดินในดินเหนียวให้มีความร่วนซุยมากขึ้น (นุจรินทร์, 2545) เพราะว่าการเคลื่อนที่ของยิปซัมที่ละลายในน้ำสามารถแทรกซึมลงไปในดินล่างได้ลึกกว่าดินที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม ทำให้ดินมีความโปร่งพรุนมากขึ้น ส่งผลให้น้ำและอากาศสามารถแทรกซึมเข้าไปในดินได้เป็นอย่างดี

4) เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช ยิปซัมเป็นแหล่งธาตุอาหารแคลเซียม (Ca) และกำมะถัน (S) ซึ่งจัดเป็นธาตุอาหารรองสำหรับพืช (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553) และมีความจำเป็นสำหรับพืชหลายประเภท เช่นถั่วลิสง ข้าว ข้าวโพด แตงโม มันฝรั่ง เป็นต้น โดยเฉพาะถั่วลิสงเม็ดโตมีความต้องการธาตุ Ca ในการสร้างฝักและเมล็ด (ดุสิต, 2544) กำมะถันมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี (Mullins and Mitchell, 1990) การใส่ยิปซัมจำนวน 30 กรัมต่อกระถาง (กระถางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตรใช้ดินหนัก 5 กิโลกรัมต่อกระถางใช้ปุ๋ยสูตร15-15-15 เป็นปุ๋ยรองพื้น) ทำให้มีปริมาณ Ca เพิ่มขึ้น 29 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ S เพิ่มขึ้น 99 เปอร์เซ็นต์ (นุจรินทร์, 2545) ส่วนใหญ่เกษตรกรมักจะใส่โดโลไมต์หรือปูนขาวเพื่อเพิ่มความเป็นด่าง แต่เนื่องจากแคลเซียมในปูนขาวละลายน้ำได้น้อยกว่ายิปซัมทำให้ปริมาณ Ca^{2+} ที่เป็นประโยชน์มีน้อยกว่ายิปซัม (Sumner, 1990) ในขณะที่ยิปซัมสามารถละลายในความชื้นที่มีอยู่ในดินได้ทันทีช่วยให้รากพืชดูดแคลเซียมไอออนและซัลเฟตไอออนได้ดี รวมถึงสามารถแทรกซึมหยั่งลึกไปยังรากใต้ดินได้ และกำมะถันที่พบในยิปซัมอยู่ในรูปซัลเฟตที่รากพืชสามารถดูดได้ทันที

5) การใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ย ยิปซัมมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และขนาดอนุภาค 10-100 เมช ซึ่งสามารถนำไปใช้ปลูกข้าวสาลี ถั่วลิสง มัสตาด ข้าวโพด ถั่วเขียว และข้าวฟ่างได้ (Tandon, 1999)

ดินที่มีลักษณะแห้งแตก เม็ดดินแตกกระจายเมื่อเปียกมีน้ำท่วมขังอยู่บนดิน มีค่าความเป็นกรดด่างของดินต่ำกว่า 5 หรือสูงกว่า 8 ควรมีการใส่ยิปซัม เพื่อปรับสภาพดิน ยิปซัมที่ใช้ประโยชน์ควรมีอนุภาคขนาดเล็ก ถ้ามีขนาดเล็กมากจะละลายน้ำง่ายกว่าขนาดใหญ่ ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของดินมีอัตราส่วนในการใส่ยิปซัมซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของดินดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนในการใส่ยิปซัมปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน

สภาพของดิน	อัตราส่วนการใส่ยิปซัม	วิธีการใส่ยิปซัม
ดินเค็ม	200 กก.ต่อไร่ ขึ้นไป	หว่านบนผิวดินและคลุกเคล้าเข้ากับดินไถพรวนขณะเตรียมดิน
ดินมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดิน	150-300 กก.ต่อไร่ต่อปี	ฉีดพ่นทางน้ำหยดให้น้ำท่วมขังหรือฉีดเป็นฝอย
ดินเสื่อมโทรม	200-400 กก.ไร่ต่อปี	หว่านบนผิวดินและคลุกเคล้าเข้ากับดิน ขณะเตรียมดิน
ดินที่ต้องการปริมาณธาตุอาหารพืชประเภทแคลเซียมและกำมะถัน	100-200 กก.ต่อไร่ต่อปี	หว่านบนผิวดินและคลุกเคล้าเข้ากับดินขณะเตรียมดิน

ที่มา : สำเนา (2553)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้นเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุดเดือน กันยายน พ.ศ. 2563

สถานที่ดำเนินการ จังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงครามและสมุทรสาคร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มของประเทศไทย

1.2 แผนที่การแพร่กระจายคราบเกลือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินได้แก่สว่านเก็บดิน พลั่ว ถุงพลาสติก

1.4 GPS

1.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

2. วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือดำเนินการในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือศึกษาในพื้นที่ดินเค็มจังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมาและดินเค็มชายทะเลศึกษาในพื้นที่ดินเค็มจังหวัดสมุทรสาครสมุทรสงครามเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ดังรายละเอียด

ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 คัดเลือกพื้นที่

1) ดินเค็มบก คัดเลือกพื้นที่โดยพิจารณาจากแผนที่การแพร่กระจายดินเค็มและแผนที่การแพร่กระจายคราบเกลือโดยแต่ละจังหวัดเก็บตัวอย่างดินที่เป็นปัญหาดินเค็ม ประกอบด้วย ชุดดินกุลาร้องไห้(Ki) ทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) ประทาย (Pt) ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re-sa) อุบลที่มีคราบเกลือ (Ub-sa) กุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) ขามทะเลสอ (Kts) และหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn-sa)

2) ดินเค็มชายทะเล คัดเลือกพื้นที่โดยพิจารณาจากแผนที่การแพร่กระจายดินเค็ม และเก็บตัวอย่างดินที่เป็นปัญหาดินเค็ม ประกอบด้วย ชุดดินสมุทรสงคราม (Sso) หนองแก (Nk) สมุทรปราการ (Sm) ชะอำ (Ca) และท่าจีน (Tc)

2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

1) ดินเค็มบก ประกอบด้วย 8 ชุดดิน ในแต่ละชุดดินเก็บตัวอย่างใน3 พื้นที่ ๆ ละ 3 จุด เก็บที่ระดับความลึก 0 - 25 เซนติเมตรตัวอย่างละ 2 กิโลกรัมรวมจังหวัดละ 72 ตัวอย่างพร้อมบันทึกพิกัดที่เก็บตัวอย่าง

2) ดินเค็มชายทะเล ประกอบด้วย 5 ชุดดิน ในแต่ละชุดดินเก็บตัวอย่างใน3 พื้นที่ ๆ ละ 3 จุดเก็บที่ระดับความลึก 0 - 25 เซนติเมตรตัวอย่างละ 2 กิโลกรัมรวม 36 ตัวอย่างพร้อมบันทึกพิกัดที่เก็บตัวอย่าง

3) การวิเคราะห์สมบัติของดิน

(1) สมบัติทางเคมีของดิน (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่า pH ของดินด้วยเครื่อง pH meter, ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC_e) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated water extract) ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter, EC 1:5 ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ 1:5 คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง แล้วไปวัดค่าด้วยเครื่อง electrical conductivity meter, อินทรียวัตถุ (OM) โดยวิธี Walkley และ Black, Gypsum requirement โดยวิธี saturated gypsum solution (Bower and Huss, 1948) โดยการเติมสารละลายยิปซัมที่อิ่มตัว จำนวนมากเกินพอ และทราบปริมาณแคลเซียมที่แน่นอนลงไปในดิน ปล่อยทิ้งไว้ให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ วัดปริมาณแคลเซียมที่เหลือจากปฏิกิริยา จากนั้นคำนวณความต้องการยิปซัมของดินได้จากปริมาณแคลเซียมที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับดิน, Solution cation (Na, Ca และ Mg) โดยการใช้วิธี suspension saturated paste แล้ววัดค่า Na ด้วยเครื่อง Flame photometry และวัดค่า Ca และ Mg ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectro photometry และหาค่า SAR

(2) สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน โดยวิธีไปเปตต์ เพื่อวิเคราะห์สัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอนุภาคดินกลุ่มขนาดทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) แล้วนำไปประเมินชนิดเนื้อดินใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยมแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural triangle)

4) การแปลผล

(1) หาค่าความต้องการยิปซัมของแต่ละชุดดิน

(2) หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC_e กับ EC1:5

(3) หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Gypsum requirement กับ EC_e และ SAR

(4) ทำแผนที่ Gypsum requirement

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือดำเนินการในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือศึกษาในพื้นที่ดินเค็มจังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมาและดินเค็มชายทะเลศึกษาในพื้นที่ดินเค็มจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ผลการดำเนินงานดังรายละเอียด

1. สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเค็ม

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือทั้งในพื้นที่ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และดินเค็มชายทะเล แล้ววิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ผลการศึกษาดังนี้

1.1 ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.1.1 จังหวัดขอนแก่น

ชุดดินที่มีปัญหาดินเค็มในจังหวัดขอนแก่นที่พบมากได้แก่ ชุดดินกุลาร้องไห้ ประทาย ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ ทุ่งสัมฤทธิ์ อุบลที่มีคราบเกลือ ซึ่งแต่ละชุดดินมีสมบัติทางเคมีและกายภาพ ดังนี้ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 33 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.7 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.26 - 32.9 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 9.16 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.79 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.55 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 84.23, 8.97 และ 3.43 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 48 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL) รองลงไปคือดินทรายปนดินร่วน (LS)

ชุดดินประทาย (Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.73 – 13.65 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 4.23 dS/m เมื่อวัดค่าเมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.63 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 36.55, 3.24 และ 1.15 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 35 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วน

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.22 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.10 – 9.52 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 3.36 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.28 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำมาก เท่ากับ 0.39 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 28.25, 1.84 และ 0.63 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 36 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL) รองลงไปคือดินทรายปนดินร่วน (LS)

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.3 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.72 – 4.21 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 1.88 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.26 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ปานกลาง เท่ากับ 1.90 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 13.23, 1.86 และ 0.57 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 17 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินละเอียดถึงกลุ่มดินร่วน

ชุดดินอุบลที่มีคราบเกลือ (Ub/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.16 – 4.09 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 1.16 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.10 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำมาก เท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 10.07, 0.43 และ 0.18 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 26 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน (LS) รองลงไปคือดินร่วนปนทราย (SL) และดินทราย

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นมีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินร่วนถึงดินเนื้อหยาบ โดยที่ค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอ ในแต่ละชุดดินมีค่าตั้งแต่ระดับดินเค็มน้อยถึงดินเค็มมาก ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของดินเค็มที่ระดับความเค็มจะเค็มเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ และจะเห็นได้ว่าข้อมูลในแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และพบว่าดินเค็มส่วนใหญ่ที่พบในจังหวัดขอนแก่นในพื้นที่ศึกษาเป็นดินเค็มโซดิก

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเค็มชุดดินต่างๆที่ระดับความลึก 0 -25 เซนติเมตร ในจังหวัดขอนแก่น

ลำดับที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	pH	EC_e dS/m	EC 1:5 dS/m	OM (%)	Gypsum requirement (kg/rai)	Soluble cation (mmol/l)			SAR
								Na	Ca	Mg	
ID1	Ki	SL	5.5	0.63	0.06	0.29	0	5.45	0.08	0.03	33
ID2	Ki	SL	4.7	15.91	1.08	0.46	0	128.57	15.43	2.37	61
ID3	Ki	LS	6.3	32.90	3.60	0.27	0	239.08	50.73	20.73	57
ID4	Ki	SL	5.7	11.32	1.02	0.66	0	90.81	7.36	5.19	51
ID5	Ki	SL	7.1	9.96	0.90	0.59	0	70.03	13.82	0.90	37
ID6	Ki	SL	6.1	0.29	0.02	0.54	0	1.19	0.56	0.16	3
ID7	Ki	SL	5.3	1.10	0.10	0.71	0	7.54	1.05	0.28	13
ID8	Ki	SL	5.2	1.94	0.16	0.44	0	16.34	0.58	0.23	36
ID9	Ki	SL	8.5	13.67	1.20	0.76	1052	140.49	1.57	0.48	196
ID10	Ki	SiL	4.7	0.48	0.06	0.89	0	2.58	0.65	0.21	6
ID11	Ki	SL	4.6	0.60	0.04	0.52	0	2.88	0.81	0.32	5
ID12	Ki	SL	4.6	5.47	0.42	0.49	0	45.15	2.82	0.78	48
ID13	Ki	L	4.9	7.08	0.68	0.57	372	61.02	3.53	0.98	57
ID14	Ki	SL	5.7	0.62	0.05	0.28	0	5.26	0.17	0.06	22
ID15	Ki	SL	4.7	4.43	0.50	0.72	139	28.95	6.43	1.86	20
ID16	Ki	SL	4.7	1.66	0.14	0.65	0	9.67	2.25	0.67	11
ID17	Ki	SL	4.8	2.31	0.20	0.62	1112	16.49	2.05	0.64	20
ID18	Ki	SL	5.3	0.89	0.08	0.80	10	6.92	0.49	0.18	17
ID19	Ki	SL	5.7	2.66	2.27	1.31	378	21.86	1.04	0.45	36
ID20	Ki	SL	5.4	3.14	0.34	0.17	687	27.26	0.68	0.14	60
ID21	Ki	LS	5.2	0.31	0.02	0.30	0	1.23	0.45	0.16	3
ID22	Ki	SL	5.5	1.13	0.12	0.88	196	9.03	0.54	0.22	21
ID23	Ki	SL	7.3	112.30	9.20	0.34	0	1225.77	130.08	55.14	180
ID24	Ki	SL	6.2	7.97	0.66	0.49	149	69.15	4.35	1.48	57
ID25	Ki	LS	6.6	0.26	0.02	0.20	0	2.21	0.26	0.10	7
ID26	Ki	LS	6.5	1.07	0.08	0.46	0	8.97	0.55	0.25	20
ID27	Ki	SL	4.6	1.82	0.17	1.25	0	11.90	1.98	0.84	14
ID28	Ki	LS	8.0	20.20	0.16	0.21	0	182.56	13.37	9.47	76
ID29	Ki	LS	7.2	2.15	0.15	0.65	0	18.60	0.86	0.21	36
ID30	Ki	LS	5.2	3.88	0.34	0.21	0	18.62	7.38	2.12	12

ID31	Ki	SL	5.1	1.43	0.11	0.42	0	11.97	0.54	0.23	27
ID32	Ki	LS	5.2	29.30	1.83	0.56	0	261.61	22.50	5.98	98
ID33	Ki	LS	5.1	3.48	0.19	0.54	0	30.47	0.92	0.24	57
	ค่าเฉลี่ย		**5.7**	**9.16**	**0.79**	**0.55**	**124.09**	**84.23**	**8.97**	**3.43**	48
ID34	Pt	LS	10.0	2.72	0.39	0.08	617	27.83	0.18	0.08	109
ID35	Pt	L	7.7	1.64	0.26	1.32	0	12.93	1.61	0.28	19
ID36	Pt	SiCL	4.4	0.73	0.42	1.89	503	4.88	0.58	0.26	11
ID37	Pt	SL	4.4	5.54	0.64	1.04	0	43.17	3.58	0.99	40
ID38	Pt	C	4.9	13.65	1.92	0.86	493	120.81	13.18	5.14	56
ID39	Pt	L	6.9	1.09	0.14	0.59	643	9.69	0.29	0.12	30
	ค่าเฉลี่ย		**6.4**	**4.23**	**0.63**	**0.96**	**376.00**	**36.55**	**3.24**	**1.15**	35
ID40	Re/sa	SL	5.7	1.26	0.13	0.60	0	8.68	1.28	0.32	14
ID41	Re/sa	SL	8.7	1.74	0.14	0.18	0	17.21	0.11	0.03	92
ID42	Re/sa	LS	4.7	0.31	0.04	0.33	0	0.61	0.61	0.28	1
ID43	Re/sa	SL	5.7	7.22	0.71	0.34	0	60.89	3.47	0.91	58
ID44	Re/sa	SL	7.1	9.52	0.65	0.47	0	81.34	5.47	2.19	59
ID45	Re/sa	LS	5.4	0.10	0.01	0.39	0	0.75	0.12	0.05	4
	ค่าเฉลี่ย		**6.22**	**3.36**	**0.28**	**0.39**	**0.00**	**28.25**	**1.84**	**0.63**	36
ID46	Tsr	SL	5.4	2.91	0.28	1.06	0	19.88	2.87	0.99	20
ID47	Tsr	SiL	5.3	0.94	0.11	0.92	293	7.77	0.46	0.15	20
ID48	Tsr	C	5.5	0.95	0.19	1.25	1212	8.37	0.27	0.09	28
ID49	Tsr	CL	6.1	1.56	0.22	1.94	1125	12.40	1.17	0.41	20
ID50	Tsr	C	4.7	4.21	0.60	4.09	372	27.90	5.12	1.26	22
ID51	Tsr	SIC	4.8	0.72	0.14	2.15	1236	3.06	1.28	0.50	5
	ค่าเฉลี่ย		**5.3**	**1.88**	**0.26**	**1.90**	**706.33**	**13.23**	**1.86**	**0.57**	17
ID52	Ub/sa	S	9.5	1.76	0.21	0.20	0	18.65	0.26	0.04	68
ID53	Ub/sa	SL	5.8	0.25	0.03	0.22	0	1.10	0.34	0.13	3
ID54	Ub/sa	S	6.2	0.16	0.01	0.18	0	0.97	0.15	0.06	4
ID55	Ub/sa	LS	7.7	0.35	0.03	0.41	0	3.32	0.18	0.06	14
ID56	Ub/sa	LS	7.4	4.09	0.32	0.39	0	34.80	1.76	0.95	42
ID57	Ub/sa	LS	5.2	2.53	0.18	0.66	0	22.41	0.31	0.11	69
ID58	Ub/sa	SL	5.0	0.29	0.04	0.54	0	2.19	0.14	0.06	10
ID59	Ub/sa	LS	4.2	0.86	0.10	0.86	0	6.20	0.64	0.17	14
ID60	Ub/sa	LS	5.1	0.17	0.02	0.35	0	0.96	0.12	0.06	5
	ค่าเฉลี่ย		**6.2**	**1.16**	**0.10**	**0.42**	**0.00**	**10.07**	**0.43**	**0.18**	26

1.1.2 จังหวัดนครราชสีมา

ชุดดินที่มีปัญหาดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมาที่พบมากได้แก่ ชุดดินกุลาร้องไห้ กุลาร้องไห้/ประทาย ทุ่งสัมฤทธิ์ ขามทะเลสอ หนองบุญนากที่มีคราบเกลือ ประทาย ซึ่งแต่ละชุดดินมีสมบัติทางเคมีและกายภาพ ดังนี้ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 27 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.16 - 30.90 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 5.20 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.49 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 38.99, 2.88 และ 1.37 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 38 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL) รองลงไปคือดินร่วน (L) และดินทราย (S)

ชุดดินกุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.88 – 13.57 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 3.24 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.37 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 16.29, 3.30 และ 1.05 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 16 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินร่วน โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL) รองลงไปคือดินร่วน (L)

ชุดดินขามทะเลสอ (Kts) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.33 – 30.70 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 10.7 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 1.1 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 23.7, 9.2 และ 4.0 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 13 ซึ่งจัดเป็นดินเค็ม จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL)

ชุดดินหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.82 – 13.72 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 6.74 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.58 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.97 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 15.09, 5.58 และ 2.35 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 11 ซึ่งจัดเป็นดินเค็ม จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (SL)

ชุดดินประทาย (Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด - ด่าง (pH) เท่ากับ 6.7 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.81 – 64.70 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 15.14 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 1.48 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ต่ำ เท่ากับ 0.94 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 62.17, 11.75 และ 3.89 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 31 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นกลุ่มดินร่วน

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 15 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.3 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.83 – 12.22 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 4.97 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.81 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ปานกลาง เท่ากับ 1.74 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 18.40, 4.56 และ 0.77 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 16 ซึ่ง

จัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินเนื้อค่อนข้างละเอียด โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (C) รองลงไปคือดินเหนียวปนทรายแป้ง (SiC)

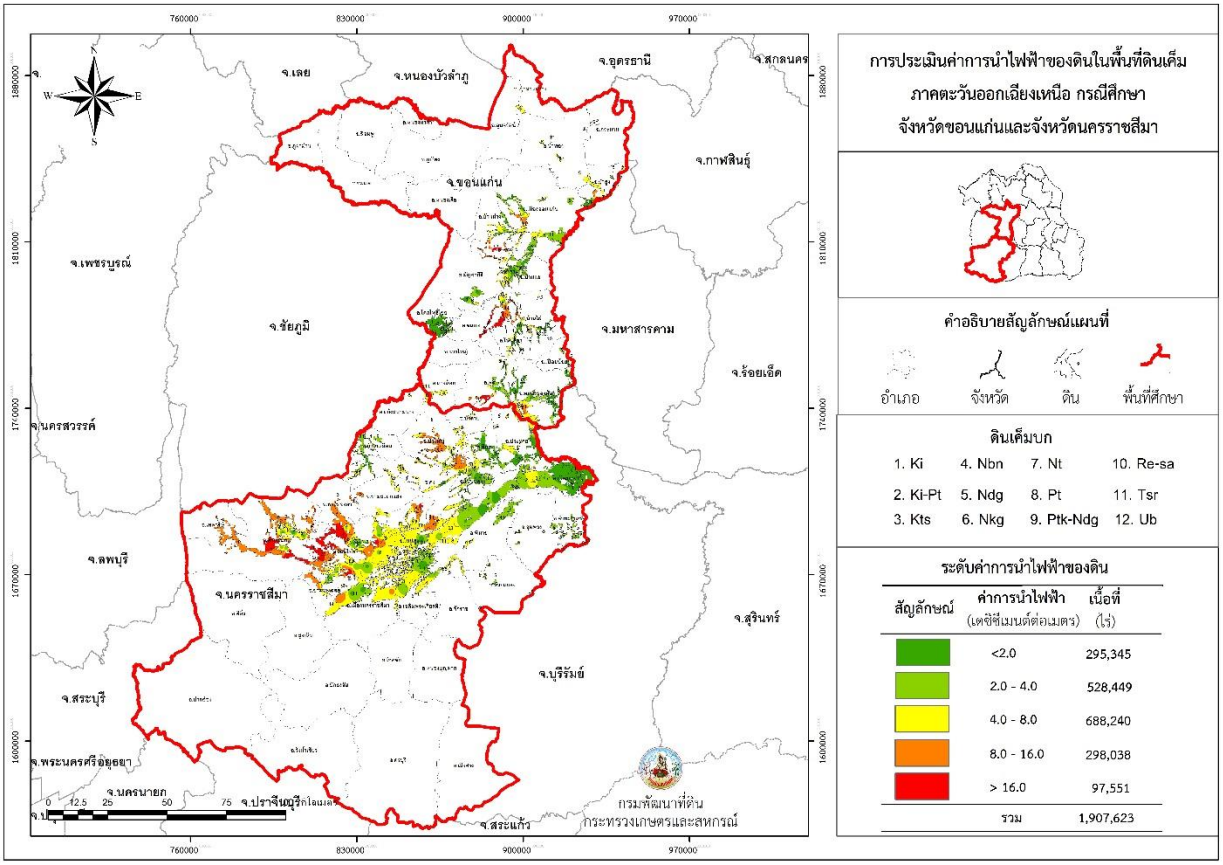
จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าดินเค็มบกในจังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงดินเนื้อหยาบ ซึ่งต่างจากจังหวัดขอนแก่น สำหรับค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอ ในแต่ละชุดดินมีค่าตั้งแต่ระดับดินเค็มน้อยถึงดินเค็มมาก เช่นเดียวกับที่จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของดินเค็มที่จะเค็มเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ และจะเห็นได้ว่าข้อมูลแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และพบว่าดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมาบริเวณที่ศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นดินเค็มโซดิกเช่นกัน

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเค็มชุดดินต่างๆที่ระดับความลึก 0 -25 เซนติเมตร ในจังหวัดนครราชสีมา

ลำดับที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	pH	EC_e dS/m	EC1:5 dS/m	OM (%)	Gypsum requirement (kg/rai)	Soluble cation (mmol/l)			SAR
								Na	Ca	Mg	
ID1	Ki	LS	6.0	1.06	0.09	0.68	299	9.23	0.16	0.22	30
ID2	Ki	SL	7.7	30.90	3.19	0.52	811	157.13	14.64	6.87	68
ID3	Ki	S	8.5	0.66	0.04	0.20	72	6.79	0.03	0.05	48
ID4	Ki	SL	4.8	7.29	0.60	0.79	0	13.06	6.67	3.59	8
ID5	Ki	SL	5.4	4.33	0.35	0.73	21	9.00	2.01	0.74	11
ID6	Ki	SL	4.6	1.86	0.19	1.11	0	16.17	0.43	0.13	43
ID7	Ki	SL	4.8	0.79	0.09	1.10	152	5.24	0.87	0.24	10
ID8	Ki	SL	5.3	0.16	0.02	0.73	0	1.31	0.03	0.03	11
ID9	Ki	S	5.7	0.25	0.02	0.38	0	2.04	0.05	0.07	12
ID10	Ki	SL	6.2	3.08	0.24	0.85	0	23.49	1.76	0.65	30
ID11	Ki	SL	5.2	2.14	0.19	0.72	0	16.57	0.62	0.35	34
ID12	Ki	SL	6.1	0.91	0.09	1.44	199	4.30	0.61	0.56	8
ID13	Ki	SL	6.5	0.51	0.05	0.71	51	3.27	0.74	0.24	7
ID14	Ki	SL	5.0	5.71	0.48	0.59	6	10.98	7.19	1.08	8
ID15	Ki	LS	6.1	13.32	1.25	0.31	650	14.51	5.13	2.97	10
ID16	Ki	SL	6.6	16.08	1.56	0.72	179	136.90	15.60	4.30	61
ID17	Ki	SL	5.0	2.64	0.23	0.48	0	21.50	1.45	0.49	31
ID18	Ki	SL	5.8	0.85	0.08	0.67	0	7.38	0.33	0.12	22
ID19	Ki	S	4.5	0.61	0.07	1.10	0	3.95	0.53	0.19	9
ID20	Ki	L	8.2	0.62	0.13	0.88	141	5.30	0.93	0.11	10
ID21	Ki	L	8.5	0.98	0.19	1.52	1146	8.00	1.04	0.27	14
ID22	Ki	L	7.6	8.60	0.81	0.35	673	8.85	3.18	1.13	9
ID23	Ki	SL	6.7	4.72	0.46	0.59	879	10.72	2.02	1.19	12
ID24	Ki	SL	7.8	2.09	0.20	0.56	571	19.46	0.31	0.26	52

ID25	Ki	SL	6.8	27.00	2.26	0.33	18	264.80	10.70	10.82	114
ID26	Ki	SL	8.9	2.69	0.28	0.19	0	266.17	0.36	0.18	724
ID27	Ki	SL	8.3	0.67	0.11	1.05	472	6.59	0.50	0.11	17
	ค่าเฉลี่ย		**6.4**	**5.20**	**0.49**	**0.71**	**234.81**	**38.99**	**2.88**	**1.37**	38
ID28	Ki-Pt	L	7.0	13.57	1.61	0.87	1082	12.44	11.21	7.10	6
ID29	Ki-Pt	C	6.1	2.07	0.37	1.04	2209	13.86	2.47	1.02	15
ID30	Ki-Pt	SL	5.9	0.88	0.08	0.89	0	7.95	0.20	0.10	29
ID31	Ki-Pt	SL	6.7	1.87	0.24	1.47	42	15.17	1.78	0.53	20
ID32	Ki-Pt	LS	5.2	2.49	0.23	0.63	0	2.18	10.62	0.88	1
ID33	Ki-Pt	SL	6.3	7.87	0.70	0.43	0	70.21	3.46	0.48	71
ID34	Ki-Pt	SL	6.1	0.91	0.10	0.69	0	8.42	0.17	0.07	34
ID35	Ki-Pt	SL	5.3	0.97	0.09	0.91	0	8.01	0.50	0.11	21
ID36	Ki-Pt	L	5.4	1.91	0.29	1.53	793	12.63	2.16	0.81	15
ID37	Ki-Pt	L	6.2	1.71	0.22	0.99	0	11.71	2.34	0.67	13
ID38	Ki-Pt	SL	7.3	2.74	0.29	1.20	17	11.60	3.24	0.37	12
ID39	Ki-Pt	SL	5.3	1.92	0.23	1.23	11	21.24	1.40	0.45	31
	ค่าเฉลี่ย		**6.1**	**3.24**	**0.37**	**0.99**	**346.17**	**16.29**	**3.30**	**1.05**	16
ID40	Kts	LS	6.6	0.90	0.06	0.34	0	8.00	0.33	0.11	24
ID41	Kts	L	4.8	6.60	0.72	1.97	0	10.36	9.97	3.97	6
ID42	Kts	SL	6.8	0.67	0.07	0.56	0	5.87	0.26	0.08	20
ID43	Kts	SL	6.9	8.50	0.71	0.37	0	77.88	3.04	0.83	79
ID44	Kts	L	6.2	25.40	2.39	0.58	0	11.87	28.28	7.41	4
ID45	Kts	SiC	6.3	15.01	2.92	0.91	391	11.40	24.67	13.28	4
ID46	Kts	SL	7.6	8.04	0.71	0.41	0	71.25	3.85	1.61	61
ID47	Kts	SL	5.8	0.33	0.03	0.62	0	2.81	0.16	0.07	12
ID48	Kts	SL	7.0	30.70	2.37	0.22	0	14.15	12.11	8.86	6
	ค่าเฉลี่ย		**6.4**	**10.7**	**1.1**	**0.7**	**43.4**	**23.7**	**9.2**	**4.0**	13
ID49	Nbn/sa	SICL	6.8	3.71	0.13	1.76	0	23.02	6.03	2.65	16
ID50	Nbn/sa	C	5.2	2.76	0.45	1.83	1026	21.04	2.44	1.05	23
ID51	Nbn/sa	SL	6.8	0.82	0.09	0.67	0	6.91	0.26	0.16	21
ID52	Nbn/sa	SL	8.0	13.72	0.14	0.75	0	14.12	8.00	2.87	9
ID53	Nbn/sa	LS	5.8	2.41	0.19	0.43	0	18.37	0.64	0.25	39
ID54	Nbn/sa	L	6.2	3.25	1.15	0.54	1769	25.14	0.79	0.21	50
ID55	Nbn/sa	SL	7.0	5.17	0.57	1.31	0	8.13	7.26	1.57	5
ID56	Nbn/sa	SL	6.5	17.35	1.65	0.91	0	10.15	18.26	10.26	4
ID57	Nbn/sa	SL	6.9	11.43	0.88	0.49	0	8.97	6.54	2.13	6
	ค่าเฉลี่ย		**6.6**	**6.74**	**0.58**	**0.97**	**310.56**	**15.09**	**5.58**	**2.35**	11
ID58	Pt	LS	8.1	40.30	3.60	0.15	0	89.29	9.74	2.84	50

ID59	Pt	SL	7.5	64.70	5.88	0.48	0	107.66	99.36	20.41	20
ID60	Pt	SL	7.5	47.00	4.62	0.43	0	403.12	9.83	16.54	157
ID61	Pt	SICL	7.6	1.17	0.19	0.84	661	8.12	0.46	0.12	21
ID62	Pt	SIL	6.2	2.93	0.36	1.24	444	16.73	1.83	0.59	22
ID63	Pt	L	5.7	2.71	0.37	1.85	474	14.18	1.84	0.60	18
ID64	Pt	L	6.2	1.55	0.20	1.43	390	8.68	0.39	0.18	23
ID65	Pt	SL	6.9	0.81	0.08	0.62	0	4.95	0.27	0.09	17
ID66	Pt	C	6.3	3.99	0.59	1.72	1159	15.09	4.71	1.38	12
ID67	Pt	SL	6.2	1.84	0.20	1.13	0	9.22	1.20	0.21	16
ID68	Pt	SL	7.1	0.94	0.08	0.60	0	5.26	0.33	0.07	17
ID69	Pt	L	5.2	13.74	1.60	0.82	348	63.76	11.04	3.62	33
	ค่าเฉลี่ย		**6.7**	**15.14**	**1.48**	**0.94**	**289.67**	**62.17**	**11.75**	**3.89**	31
ID70	Tsr	CL	5.2	5.82	0.78	1.95	613	23.06	5.96	1.32	17
ID71	Tsr	L	5.5	4.92	0.64	0.94	453	24.31	1.20	0.31	40
ID72	Tsr	SIC	5.7	0.83	0.15	1.88	1124	3.81	0.14	0.09	16
ID73	Tsr	SIC	7.2	11.06	1.67	1.16	641	40.30	12.65	1.26	22
ID74	Tsr	C	5.8	9.18	1.54	1.37	1378	35.74	7.05	0.83	25
ID75	Tsr	C	6.6	6.65	1.31	1.01	1002	23.36	7.04	0.92	17
ID76	Tsr	C	5.2	5.82	0.83	1.96	1411	19.86	4.95	1.24	16
ID77	Tsr	CL	5.0	12.22	1.88	1.98	67	47.43	14.31	2.37	23
ID78	Tsr	C	5.3	4.09	0.66	2.00	1768	13.27	3.30	1.04	13
ID79	Tsr	C	6.0	3.23	0.51	1.93	342	10.11	2.95	0.69	11
ID80	Tsr	SIC	6.9	1.23	0.25	2.41	657	3.27	1.52	0.33	5
ID81	Tsr	C	7.1	1.39	0.34	3.52	19	3.44	2.13	0.35	4
ID82	Tsr	SIC	8.0	4.53	1.08	0.62	2473	18.67	1.09	0.21	33
ID83	Tsr	C	7.0	2.27	0.40	2.05	0	4.89	3.57	0.56	5
ID84	Tsr	SCL	7.3	1.28	0.17	1.25	0	4.41	0.58	0.08	11
	ค่าเฉลี่ย		**6.3**	**4.97**	**0.81**	**1.74**	**796.53**	**18.40**	**4.56**	**0.77**	16



ภาพที่ 1 ค่าการนำไฟฟ้าของดินเค็มบกจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมาบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน
https://drive.google.com/file/d/1lrTL40_m6iwfbBqyFHtjL92xXT10_CZ_/view?usp=drivesdk

1.2 พื้นที่ดินเค็มชายทะเล

พื้นที่ดินเค็มชายทะเล ชุดดินที่มีปัญหาที่พบมากได้แก่ ชุดดินท่าจีน สมุทรปราการ ชะอำ หนองแก สมุทรสงคราม ซึ่งแต่ละชุดดินมีสมบัติทางเคมีและกายภาพ ดังนี้ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2)

ชุดดินท่าจีน (Tc) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 8.64 – 71.40 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 22.2 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 4.7 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) สูง เท่ากับ 3.8 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 201.5, 14.9 และ 46.0 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 52 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อค่อนข้างละเอียดถึงกลุ่มดินเนื้อค่อนข้างหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินเนื้อค่อนข้างละเอียด

ชุดดินสมุทรปราการ (Sm) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.0 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 1.54 – 52.20 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 14.6 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 2.2 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ปานกลาง เท่ากับ 2.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 126.3, 8.8 และ 27.4 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 42 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินร่วน โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (SiC)

ชุดดินชะอำ (Ca) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 0.66 – 1.76 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 1.07 dS/m ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นดินไม่เค็ม เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 0.34 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ค่อนข้างสูง เท่ากับ 2.91 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 5.22, 1.55 และ 1.71 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 6 ซึ่งจัดเป็นดินเค็ม จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินร่วน

ชุดดินหนองแก (Nk) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 2.01 – 40.40 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 17.65 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 1.05 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 1.39 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 108.15, 9.90 และ 24.12 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 37 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินร่วนถึงกลุ่มดินเนื้อหยาบ โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วน (L)

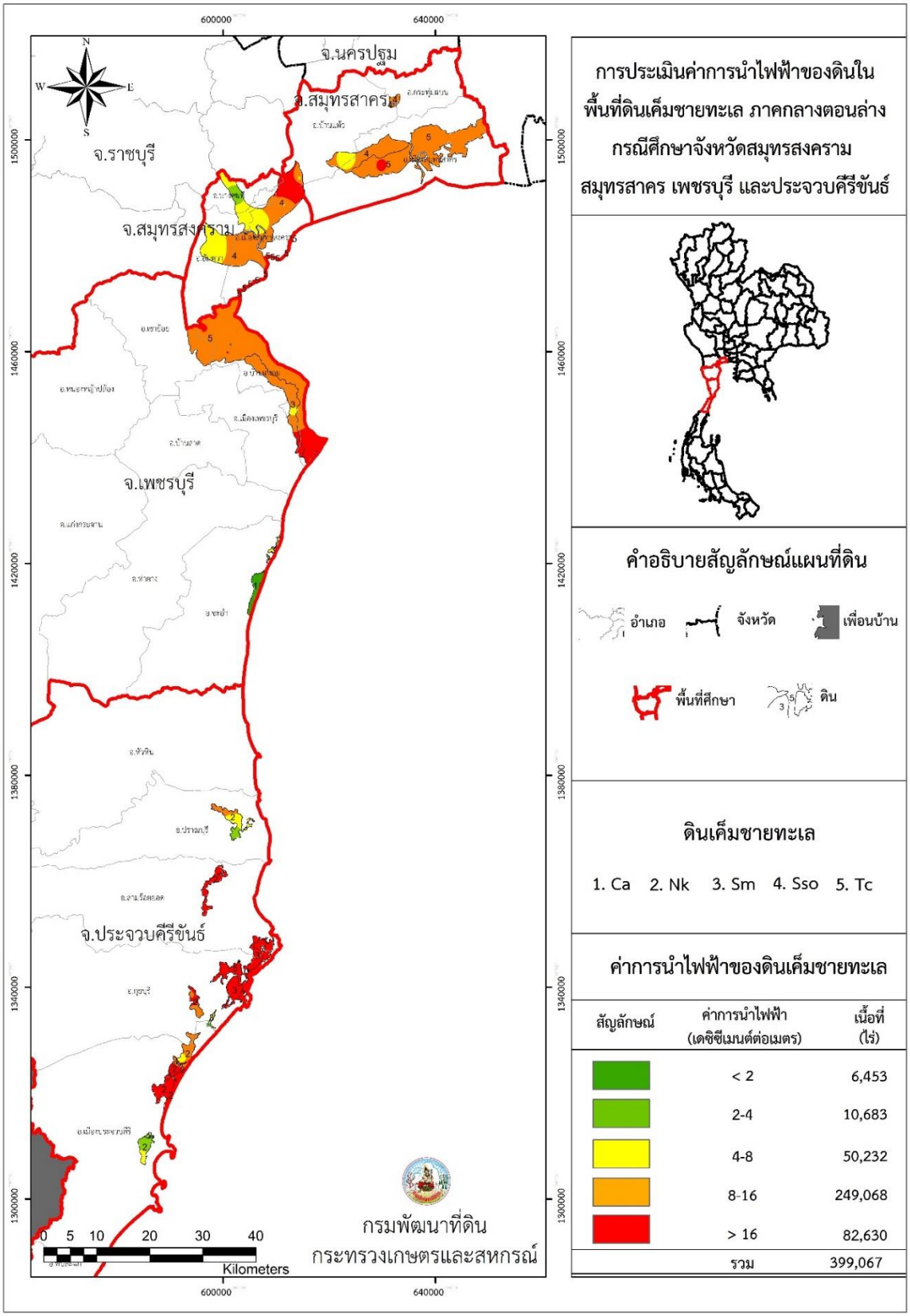
ชุดดินสมุทรสงคราม (Sso) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าดินมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) อยู่ระหว่าง 1.84 – 47.60 dS/m เฉลี่ยเท่ากับ 11.30 dS/m เมื่อวัดค่า EC 1:5 เฉลี่ยเท่ากับ 2.59 dS/m เป็นดินที่มีค่าอินทรียวัตถุ (OM) ค่อนข้างสูง เท่ากับ 3.27 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Soluble Na, Ca และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 112.40, 7.94 และ 20.58 mmol/l ตามลำดับ บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่า SAR เฉลี่ยเท่ากับ 42 ซึ่งจัดเป็นดินเค็มโซดิก จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน พบว่าเนื้อดินกระจายอยู่ระหว่างกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงกลุ่มดินร่วน โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (SiC) รองลงไปคือดินเหนียว (C)

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าดินเค็มชายทะเล มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียดถึงดินร่วน ซึ่งต่างจากดินเค็มบกสำหรับค่าการนำไฟฟ้าแปรปรวน ไม่สม่ำเสมอเช่นกันในแต่ละชุดดิน มีค่าตั้งแต่ระดับดินเค็มน้อยถึงดินเค็มมากเช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของดินเค็มที่จะเค็มเป็นหย่อมๆ ไม่สม่ำเสมอ แต่ดินเค็มชายทะเลมักจะมีเนื้อดินละเอียดกว่าและมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าดินเค็มบก นอกจากนี้จากข้อมูลแต่ละจุดจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันและพบว่าดินเค็มส่วนใหญ่จะเป็นดินเค็มโซดิกเช่นกัน

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเค็มชุดดินต่างๆที่ระดับความลึก 0 -25 เซนติเมตร ในพื้นที่ดินเค็มชายทะเล

ลำดับที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	pH	EC_e dS/m	EC1:5 dS/m	OM (%)	Gypsum requirement (kg/rai)	Soluble cation (mmol/l)			SAR
								Na	Ca	Mg	
PBI01	Tc	SICL	7.4	13.05	3.16	3.06	2168	97.42	15.14	31.49	29
PBI02	Tc	SICL	7.5	12.90	3.02	4.19	5087	116.66	6.40	21.49	44
PBI03	Tc	SIC	7.2	16.04	3.53	2.04	4201	135.93	5.12	21.43	53
PKN03	Tc	SIL	7.8	20.50	8.34	2.30	1286	155.78	20.07	61.45	35
PKN04	Tc	SCL	7.8	28.60	5.86	2.10	1561	275.25	26.12	51.11	63
PKN05	Tc	SL	4.1	71.40	9.87	2.11	0	711.09	35.70	163.38	101
SMN02	Tc	SIC	6.6	8.64	2.23	5.33	5419	71.88	3.24	11.33	38
SMN03	Tc	SIC	6.7	19.34	4.67	9.08	5275	177.12	11.60	37.73	50
SMN04	Tc	SIC	7.0	9.74	1.76	3.79	3424	72.26	10.91	14.78	29
	ค่าเฉลี่ย		**6.9**	**22.2**	**4.7**	**3.8**	**3157.9**	**201.5**	**14.9**	**46.0**	52

PBI04	Sm	SIC	6.7	14.06	3.13	1.58	3449	108.88	9.67	31.00	34
PBI05	Sm	SIC	7.3	12.75	2.57	3.37	4680	82.26	12.72	37.04	23
PBI06	Sm	C	6.6	8.05	1.84	2.77	4992	54.41	6.18	18.09	22
PBI07	Sm	C	6.3	6.89	1.34	3.19	4332	52.72	4.77	12.60	25
PBI08	Sm	SIC	6.4	9.88	1.92	1.98	3160	70.15	7.19	18.97	27
PBI09	Sm	SIC	7.0	52.20	3.81	2.35	2897	523.52	17.32	71.92	111
PKN06	Sm	SIC	7.1	18.24	4.16	1.87	3689	181.66	12.33	43.79	48
PKN08	Sm	CL	7.7	7.62	1.21	1.39	1781	55.26	7.42	10.37	26
PKN09	Sm	SL	8.1	1.54	0.17	0.94	321	8.14	1.84	2.55	8
	ค่าเฉลี่ย		**7.0**	**14.6**	**2.2**	**2.2**	**3255.7**	**126.3**	**8.8**	**27.4**	42
PBI10	Ca	SCL	3.5	1.76	0.54	1.04	0	10.63	2.80	3.39	9
PBI11	Ca	C	4.4	0.66	0.38	4.83	1348	1.79	1.18	0.86	3
PBI12	Ca	SL	4.6	0.78	0.11	2.85	818	3.23	0.68	0.89	5
	ค่าเฉลี่ย		**4.2**	**1.07**	**0.34**	**2.91**	**722.00**	**5.22**	**1.55**	**1.71**	6
PKN01	Nk	L	4.9	2.01	0.10	1.44	785	10.07	3.23	2.38	9
PKN02	Nk	CL	5.7	40.40	0.21	2.90	1635	94.72	14.98	66.34	21
PKN07	Nk	L	7.8	15.66	0.32	1.31	0	120.47	9.42	23.12	42
PKN10	Nk	L	6.5	6.62	1.08	1.58	0	45.43	8.75	10.35	21
PKN11	Nk	LS	4.4	38.10	4.40	0.57	0	349.60	22.46	41.98	87
PKN12	Nk	SL	7.3	3.08	0.18	0.52	527	28.59	0.55	0.55	55
	ค่าเฉลี่ย		**6.1**	**17.65**	**1.05**	**1.39**	**491.17**	**108.15**	**9.90**	**24.12**	37
SMK01	Sso	C	6.5	47.60	10.58	3.10	2948	577.38	33.86	111.32	96
SMK02	Sso	SIC	7.3	7.81	1.73	3.24	5298	67.18	2.76	9.07	39
SMK03	Sso	SIC	5.6	1.84	0.32	3.05	736	7.34	4.01	2.52	6
SMK04	Sso	SICL	6.7	4.95	0.69	4.08	2110	31.69	3.51	7.49	19
SMK05	Sso	SIC	7.2	12.12	2.78	3.23	4749	102.26	3.64	16.06	46
SMK06	Sso	C	7.8	5.08	1.16	3.69	5607	47.62	2.02	4.24	38
SMN01	Sso	SIC	8.1	9.63	2.03	2.01	5555	94.03	1.83	7.19	63
SMN05	Sso	C	7.9	5.35	1.32	4.06	5668	46.67	2.16	6.14	32
SMN06	Sso	SICL	9.8	7.30	2.66	2.98	1943	37.42	17.66	21.18	12
	ค่าเฉลี่ย		**7.4**	**11.30**	**2.59**	**3.27**	**3846.00**	**112.40**	**7.94**	**20.58**	42



ภาพที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินเค็มชายทะเลบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน

https://drive.google.com/file/d/1wdyyrfn9Zl8kxBbrjTkLIdLTb6k3CatC/view?usp=drivesdk

2. ความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ

จากการศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ ทั้งในพื้นที่ดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเล ได้ผลดังนี้

2.1 ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.1.1 จังหวัดขอนแก่น ความต้องการยิปซัมของแต่ละชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 3

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 33 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1112 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 124.09 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินประทาย (Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-643 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 376.00 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement เฉลี่ย 0.00 กิโลกรัมต่อไร่ คือไม่ต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1236 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 706.33 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินอุบลที่มีคราบเกลือ (Ub/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง ค่า Gypsum requirement เฉลี่ย 0.00 กิโลกรัมต่อไร่ คือไม่ต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน

2.1.2 จังหวัดนครราชสีมา ความต้องการยิปซัมของแต่ละชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 3

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 27 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1146 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 234.81 กิโลกรัมต่อไร่

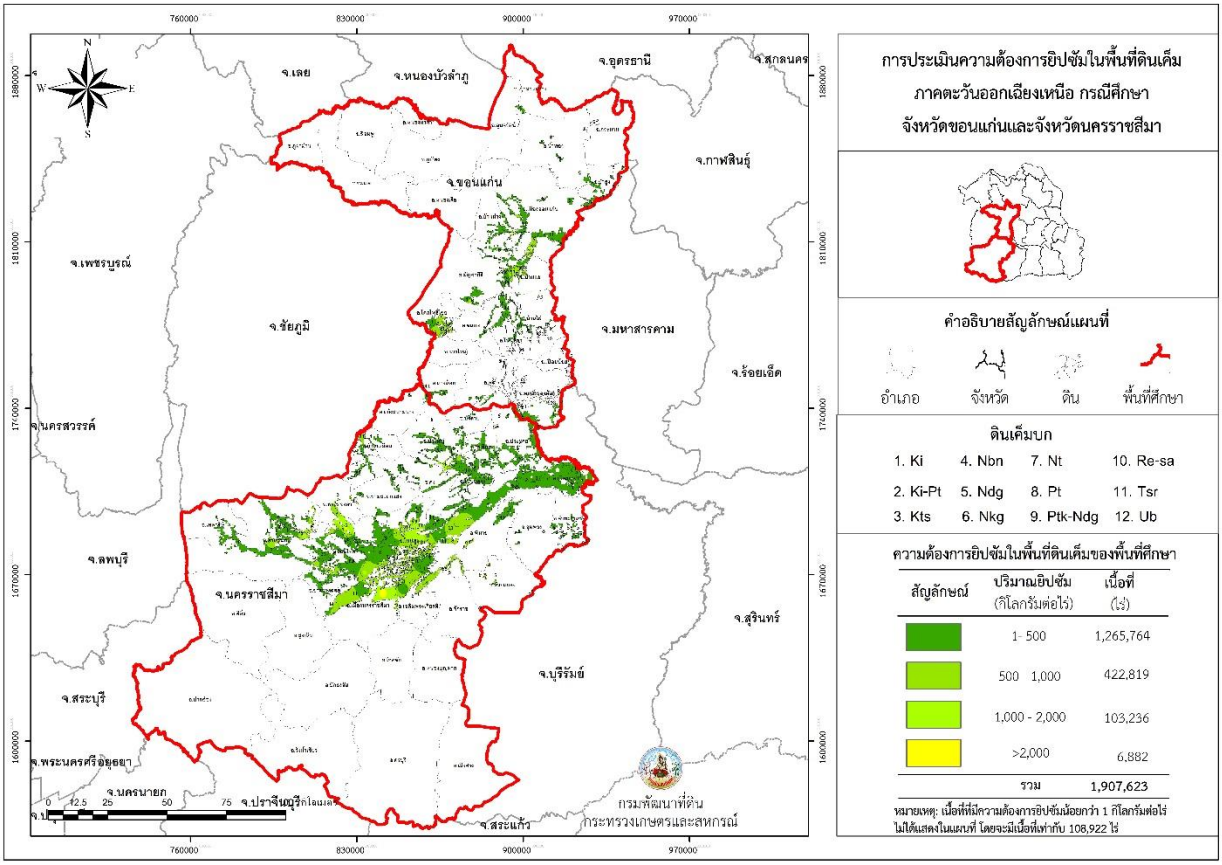
ชุดดินกุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-2209 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 346.17 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินขามทะเลสอ (Kts) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่ามีเพียงหนึ่งตัวอย่างที่มีค่า Gypsum requirement เท่ากับ 391 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตัวอย่างที่เหลือไม่ต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน

ชุดดินหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn/sa) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1769 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 310.56 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินประทาย (Pt) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1159 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 289.67 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 15 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-2473 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 796.53 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 3 ค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมาบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน
https://drive.google.com/file/d/19P4kb3DxM6PJ-E-FiPCtxsByj4mQV653/view?usp=drivesdk

จากข้อมูลความต้องการยิปซัมของดินเค็มแต่ละชุดดินในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่ามีความแปรปรวนมากในแต่ละชุดดิน ในขณะที่ดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละชุดดินและแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่าง มีสมบัติทางเคมีและเนื้อดินที่ต่างกัน ทำให้ค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มแตกต่างกัน ซึ่งจากแผนที่ในภาพที่ 3 สามารถประเมินความต้องการยิปซัมของดินในเบื้องต้นของแต่ละชุดดินในบริเวณนั้นๆ ได้

จากภาพที่ 3 เมื่อมีการแบ่งชั้นความต้องการยิปซัมของดินเค็มและคำนวณพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องใส่ยิปซัมในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา ดังนี้

1) ความต้องการยิปซัมของดิน 1-500 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 1,265,764 ไร่
2) ความต้องการยิปซัมของดิน 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 422,819 ไร่
3) ความต้องการยิปซัมของดิน 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 103,236 ไร่
4) ความต้องการยิปซัมของดิน มากกว่า 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 6,882 ไร่

2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพกับความต้องการยิปซัมของดินเค็มบก

จากการศึกษาและวิเคราะห์การถดถอย (regression) ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีและกายภาพบางค่าของดิน กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา ได้ผลดังนี้

1) ภาพรวมทุกชุดดิน ได้ผลดังนี้

ในภาพรวมทุกชุดดิน พบว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่า Multiple R-squared= 0.5959 ดังสมการ

Gypsum requirement = 27.44Clay – 202.03OM

Clay หมายถึงปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว

OM หมายถึงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณโซเดียม และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ไม่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบก

2) วิเคราะห์แยกรายชุดดิน ได้ผลดังนี้

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว EC 1:5 และ Solution Ca มีค่า Multiple R-squared= 0.4768

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว EC 1:5 และ Solution Ca มีค่า Multiple R-squared= 0.8166

ชุดดินประทาย (Pt) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว มีค่า Multiple R-squared= 0.7064

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re-sa) สมบัติทางเคมีและกายภาพไม่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดิน

ชุดดินอุบลที่มีคราบเกลือ (Ub-sa) สมบัติทางเคมีและกายภาพไม่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดิน

ชุดดินกุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีค่า Multiple R-squared= 0.8681

ชุดดินขามทะเลสอ (Kts) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีค่า Multiple R-squared= 0.8496

ชุดดินหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn-sa) สมบัติทางเคมีและกายภาพที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ได้แก่ EC 1:5 มีค่า Adjusted R-squared = 0.8047

จากการวิเคราะห์การถดถอย จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมในแต่ละชุดดินจะแตกต่างกันไป

2.2 ดินเค็มชายทะเล ความต้องการยิปซัมของแต่ละชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 4

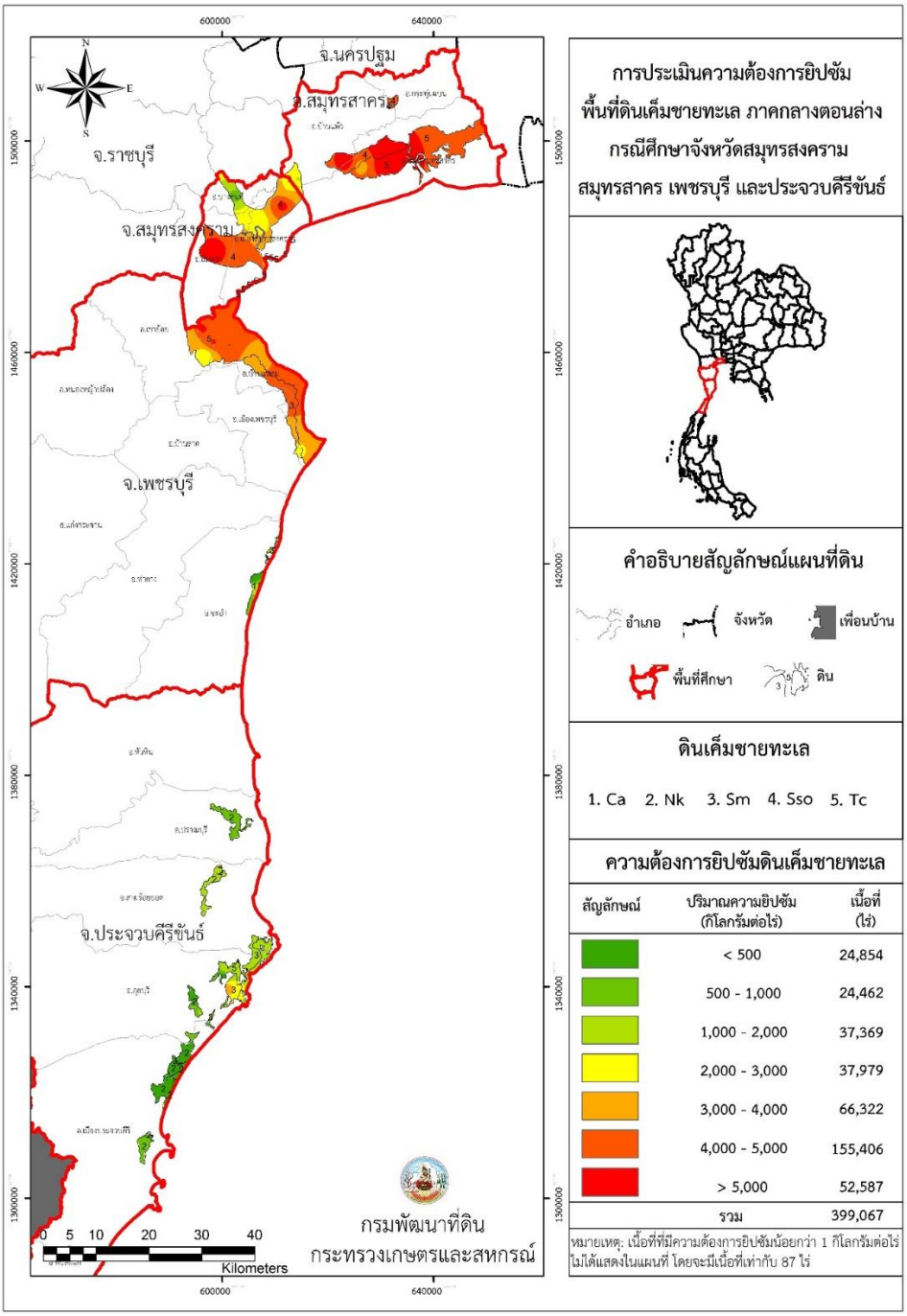
ชุดดินท่าจีน (Tc) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีหนึ่งตัวอย่างที่ไม่ต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ส่วนตัวอย่างอื่นๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 1286-5419 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 3157.9 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินสมุทรปราการ (Sm) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 321-4992 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 3255.7 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินชะอำ (Ca) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวน มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1348 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 722.00 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินหนองแก (Nk) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1635 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 491.17 กิโลกรัมต่อไร่

ชุดดินสมุทรสงคราม (Sso) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่า Gypsum requirement แปรปรวนมากมีค่าอยู่ระหว่าง 736-5668 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 3846.00 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 4 ค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน

https://drive.google.com/file/d/1QWSvwwiY6vmRy3uM4SJzqsWOAgGR1zkS/view?usp=drivesdk

จากข้อมูลความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในแต่ละชุดดิน ในจังหวัดต่างๆ พบว่ามีความแปรปรวนมากในแต่ละชุดดิน ในขณะที่ดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน เช่นเดียวกับดินเค็มบกภาคตะออกเฉียงเหนือ

ภาพที่ 4 เมื่อมีการแบ่งชั้นความต้องการยิปซัมของดินเค็มและคำนวณพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องใส่ยิปซัมในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาในจังหวัดต่างๆ ดังนี้

1) ความต้องการยิปซัมของดิน น้อยกว่า 500 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 24,854 ไร่
2) ความต้องการยิปซัมของดิน 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 24,462 ไร่
3) ความต้องการยิปซัมของดิน 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 37,369 ไร่
4) ความต้องการยิปซัมของดิน 2,000-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 37,979 ไร่
2) ความต้องการยิปซัมของดิน 3,000-4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 66,332 ไร่
2) ความต้องการยิปซัมของดิน 4,000-5,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 155,406 ไร่
2) ความต้องการยิปซัมของดิน มากกว่า 5,000 กิโลกรัมต่อไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 52,587 ไร่

2.2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพกับความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเล

จากการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีและกายภาพบางค่าของดิน กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในจังหวัดต่างๆ ได้ผลดังนี้

ในภาพรวมทุกชุดดิน พบว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโซเดียม และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่า Multiple R-squared= 0.8127 ดังสมการ

Gypsum requirement = -2385.84 + 70.27Clay + 436.64OM - 10.64Na + 65.98SAR

Clay หมายถึงปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว
OM หมายถึงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน
Na หมายถึงปริมาณโซเดียมในดิน
SAR หมายถึงอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม

ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ไม่มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเล

3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC_e กับ Gypsum requirement

3.1 ดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา

จากการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา ในภาพรวมพบว่าค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าของดิน แต่เมื่อแยกเป็นรายชุดดินยังคงพบว่าโดยทั่วไปค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าของดิน ยกเว้นชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) และชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) ที่ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC 1:5) มีความสัมพันธ์กับค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็ม

3.2 ดินเค็มชายทะเล

จากการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในจังหวัดต่างๆ ในทุกชุดดิน พบว่าค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเล ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าของดิน

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SAR กับ Gypsum requirement

4.1 ดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา

จากการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่าทั้งในภาพรวมและแยกเป็นรายชุดดิน ค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มบกไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)

4.2 ดินเค็มชายทะเล

จากการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) กับความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในจังหวัดต่างๆ พบว่าค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเล มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)

5. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC_e กับ EC(1:5)

5.1 ดินเค็มบกในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา

จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 โดยในภาพรวมของทุกชุดดินจำนวน 144 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า Adjusted R-squared= 0.9288 ดังสมการ

$$EC_e = 10.491EC(1:5)$$

เนื่องจากในแต่ละชุดดินจะมีเนื้อดินที่แตกต่างกันไป จึงได้ทำการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ในแต่ละชุดดิน ผลการศึกษาได้ดังนี้

ชุดดินกุลาร้องไห้ (Ki) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 60 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9382 ดังสมการ

$$EC_e = 11.31EC(1:5)$$

ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ (Tsr) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 21 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9782 ดังสมการ

$$EC_e = 6.17EC(1:5)$$

ชุดดินประทาย (Pt) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 18 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9889 ดังสมการ

$$EC_e = 10.88EC(1:5) - 1.52$$

ชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือ (Re-sa) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9678 ดังสมการ

$$EC_e = 12.16EC(1:5)$$

ชุดดินอุบลที่มีคราบเกลือ (Ub-sa) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9659 ดังสมการ

EC_e = 11.69EC(1:5)

ชุดดินกุลาร้องไห้/ประทาย (Ki-Pt) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.9804 ดังสมการ

EC_e = 8.71EC(1:5)

ชุดดินขามทะเลสอ (Kts) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.8811 ดังสมการ

EC_e = 9.06EC(1:5)

ชุดดินหนองบุญนากที่มีคราบเกลือ (Nbn-sa) จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 จำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.6603 ดังสมการ

EC_e = 9.13EC(1:5)

จากข้อมูลที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 ในรูปแบบเชิงเส้นตรงทุกชุดดิน อย่างไรก็ตามสมการการถดถอยจะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละชุดดินมีเนื้อดินที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการนำสมการไปใช้ประโยชน์จะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับชุดดินและเนื้อดิน

5.2 ดินเค็มชายทะเล

จากการนำข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มาหาความสัมพันธ์กับค่า EC1:5 โดยในภาพรวมของทุกชุดดิน จำนวน 36 ตัวอย่าง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC_e มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่า EC1:5 มีค่า R-squared= 0.7525 ดังสมการ

EC_e = 5.2246EC(1:5)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. จากข้อมูลความต้องการยิปซัมของดินเค็มแต่ละชุดดินในจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่ามีความแปรปรวนมากในแต่ละชุดดิน คือดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ในขณะที่บางจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มถึง 2,473 กิโลกรัมต่อไร่ เช่นเดียวกัน ดินเค็มชายทะเลมีความต้องการยิปซัมของดินเค็มชายทะเลในแต่ละชุดดิน ในจังหวัดต่างๆ มีความแปรปรวนมากแม้ในชุดดินเดียวกัน คือดินเค็มบางชุดดินไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซัมในการปรับปรุงดิน ในขณะที่บางจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าความต้องการยิปซัมของดินเค็มถึง 5,668 กิโลกรัมต่อไร่

2. ดินเค็มบก จากการพิจารณาในภาพรวมทุกชุดดิน พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน และอัตราส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (SAR) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณความต้องการยิปซัม ในขณะที่ปัจจัยที่มีผลคือปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน สำหรับดินเค็มชายทะเลพบว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโซเดียม และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม มีผลต่อปริมาณความต้องการยิปซัมของดินเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

3. การจัดทำแผนที่ความต้องการยิปซัมของดินเค็มทั้งดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเล โดยแสดงความต้องการยิปซัมของดินเค็มในจังหวัดที่ทำการศึกษา และแบ่งเป็นชั้นความต้องการยิปซัมของดิน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ฐานข้อมูลความต้องการยิปซัมของแต่ละชุดดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย
2. เป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรในการแก้ไขปัญหาดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ
3. สามารถนำข้อมูลไปศึกษาและพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชโดยใช้ยิปซัมปรับปรุงดินเค็ม

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ผลการศึกษาความต้องการยิปซัมของดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือในประเทศไทย จะเผยแพร่ในรูปแบบเอกสารผลงานวิจัยของกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ทั้งในรูปแบบเอกสาร และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ทางเว็บไซต์ของกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558ก. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 304 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นุจรินทร์ ศิริวาลย์. 2554. การปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้ยิปซัมเพื่อความยั่งยืนทางการเกษตร. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. สารปรับปรุงดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ มหานคร.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน. 251 หน้า.

สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2549. ดินปัญหาของประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน. 13 หน้า.

อรุณี ยูวะนิยม และสมศรี อรุณินท์. 2542. การวิจัยพืชทนเค็มและพืชชอบเกลือบางชนิดในดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, หน้า 278-283. ใน: เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Abrol, I.P., J.S.P. Yadav and F.I. Massoud. 1988. **Salt-affected soils and their management.** FAO SOIL BULLETIN 39. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Arunin, S. 1984. **Characteristics and management of salt affected soil in the Northeast of Thailand**, pp. 336-351. In: Ecology and Management of Problem Soils in Asia. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taipei, Rep. of China.

Arunin, S. and P. Pongwichian. 2015. Salt-affected Soils and Management in Thailand. **Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn.** 69: 319-325.

Bower, C.A., and R.B. Huss. 1948. Rapid conductometric method for Kenn estimating sypsum in soil. **Soil Sci.** 66:199-204.

Luttge, U., J. Andrew and C. Smith. 1984. **Structural, biophysical and biochemical aspects of the role of leaves in plant adaptation to salinity and water stress,** pp. 125-150. In: C.S. Richard and G.H. Toenniessen (eds.), Salt Tolerance in Plant Strategies for Crop Improvement. John Wiley and Sons, New York.

Maas, E.V., 1990. **Crop salt tolerance.** In: Tanji, K.K. (ed.), Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE Manual Reports on Engineering Practices.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ.** 25: 239–250.

Pongwichian, P., E. Kohno, K. Roy and K. Sasada. 2013. Actual situation of management and future problems of reclamation on inland salt–affected soils in Thailand. **Environmental Information Science.** 27: 305-310.

Sharma, S.K. 1984. Osmotic and ionic effects in salt sensitive and resistant wheat varieties. **Indian J. Plant Physiol.** 27: 153-158.

United State Salinity Laboratory Staff. 1954. **Diagnosis Improvement of saline of alkali soils.** Agric. Handbook 60. USDA. Washington D.C. 160 pp.

ภาคผนวก

ก. การวิเคราะห์การถดถอย พหุคูณ (Multiple regression) ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและกายภาพบางค่าของดิน กับความต้องการยิปซัมของดินเค็ม

1. ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพรวมทุกชุดดิน)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-858.77 -162.29  -61.32   87.29 1342.03

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -116.2178   179.0172  -0.649  0.51732
clay          25.4905     3.0438   8.375 6.54e-14 ***
ph            27.9440    28.1535   0.993  0.32271
ece           -8.5355    11.1708  -0.764  0.44615
ec1.5        154.9781    99.6585   1.555  0.12228
om          -213.6082    70.8121  -3.017  0.00306 **
na             0.5860     0.7451   0.786  0.43300
ca            -3.9592     5.8209  -0.680  0.49757
mg           -19.1003    21.0311  -0.908  0.36541
sar           -0.3082     0.6306  -0.489  0.62589
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 353.3 on 134 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4904,     Adjusted R-squared:  0.4562
F-statistic: 14.33 on 9 and 134 DF,  p-value: 5.007e-16
```

```
lm.fit2 =lm(gypsum~. -soil.series -list -clay -om, data=x)
summary(lm.fit2)
```

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list - clay - om, data = x)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max
-974.2 -245.9 -167.1  123.0 1872.0

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -93.8218   210.1508  -0.446  0.65598
ph           58.0525    35.1019   1.654  0.10047
ece         -46.1468    13.0765  -3.529  0.00057 ***
ec1.5       557.0863   113.5393   4.907 2.61e-06 ***
na            1.3766     0.9369   1.469  0.14404
ca           -0.9028     7.3445  -0.123  0.90235
mg          -32.9369    26.6057  -1.238  0.21786
sar          -1.1410     0.7862  -1.451  0.14903
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 448.4 on 136 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1672,     Adjusted R-squared:  0.1243
F-statistic:   3.9 on 7 and 136 DF,  p-value: 0.0006645
```

```
step(lm(gypsum~. -soil.series -list , data=x, direction="both"))
Start:  AIC=1699.45
gypsum ~ (list + soil.series + clay + ph + ece + ec1.5 + om +
    na + ca + mg + sar) - soil.series - list
```

```
        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- sar    1     29809 16758506 1697.7
- ca     1     57755 16786452 1697.9
- ece    1     72888 16801584 1698.1
- na     1     77213 16805910 1698.1
- mg     1    102971 16831667 1698.3
- ph     1    122990 16851686 1698.5
<none>               16728697 1699.5
- ec1.5  1    301905 17030601 1700.0
- om     1   1135999 17864695 1706.9
- clay   1   8755472 25484169 1758.1

Step:  AIC=1697.7
gypsum ~ clay + ph + ece + ec1.5 + om + na + ca + mg

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- na     1     47406 16805912 1696.1
- ece    1     58332 16816837 1696.2
- ca     1     65701 16824207 1696.3
- mg     1     76901 16835407 1696.4
- ph     1     97876 16856382 1696.5
<none>               16758506 1697.7
- ec1.5  1    276442 17034948 1698.1
- om     1   1116751 17875257 1705.0
- clay   1   8894954 25653460 1757.0

Step:  AIC=1696.11
gypsum ~ clay + ph + ece + ec1.5 + om + ca + mg

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- ece    1     32282 16838194 1694.4
- mg     1     35331 16841243 1694.4
- ph     1    100250 16906162 1695.0
- ca     1    116633 16922545 1695.1
<none>               16805912 1696.1
- ec1.5  1    240370 17046282 1696.2
- om     1   1124149 17930060 1703.4
- clay   1   8945456 25751368 1755.6

Step:  AIC=1694.39
gypsum ~ clay + ph + ec1.5 + om + ca + mg

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- mg     1     74021 16912215 1693.0
- ph     1     83239 16921433 1693.1
- ca     1    147759 16985953 1693.6
<none>               16838194 1694.4
- ec1.5  1    296772 17134967 1694.9
- om     1   1127826 17966020 1701.7
- clay   1   9998928 26837123 1759.5

Step:  AIC=1693.02
gypsum ~ clay + ph + ec1.5 + om + ca

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- ph     1     81848 16994063 1691.7
- ec1.5  1    223116 17135331 1692.9
<none>               16912215 1693.0
- ca     1    499196 17411411 1695.2
- om     1   1136768 18048983 1700.4
- clay   1  10356086 27268301 1759.8

Step:  AIC=1691.71
gypsum ~ clay + ec1.5 + om + ca
```

```
        Df Sum of Sq      RSS    AIC
<none>               16994063 1691.7
- ec1.5  1    267168 17261231 1692.0
- ca     1    534398 17528460 1694.2
- om     1   1324538 18318600 1700.5
- clay   1  10667414 27661476 1759.9

Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + ec1.5 + om + ca, data = x, direction = "both")

Coefficients:
(Intercept)         clay        ec1.5           om           ca
     43.220       26.609       79.259     -225.057       -8.726
```

lm.fit3 =lm(gypsum~. -soil.series -list -ph -na -mg -sar, data=x)
summary(lm.fit3)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list - ph - na - mg -
    sar, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-841.10 -152.85  -72.69   80.88 1399.42

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   51.354     56.425   0.910  0.36434
clay          26.106      2.973   8.780 5.62e-15 ***
ece           -5.704      9.415  -0.606  0.54560
ec1.5        126.296     94.420   1.338  0.18323
om          -226.006     68.550  -3.297  0.00124 **
ca            -7.440      4.691  -1.586  0.11501
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 350.5 on 138 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4837,     Adjusted R-squared:  0.465
F-statistic: 25.86 on 5 and 138 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

lm.fit4 =lm(gypsum~. -soil.series -list -ph -na -mg -sar -ece, data=x)
summary(lm.fit4)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list - ph - na - mg -
    sar - ece, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-838.66 -151.44  -70.54   74.78 1412.91

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   43.220     54.680   0.790  0.43063
clay          26.609      2.849   9.341  < 2e-16 ***
ec1.5         79.259     53.616   1.478  0.14160
om          -225.057     68.376  -3.291  0.00126 **
ca            -8.726      4.174  -2.091  0.03838 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 349.7 on 139 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4823,     Adjusted R-squared:  0.4674
F-statistic: 32.38 on 4 and 139 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
lm.fit5 =lm(gypsum~. -soil.series -list -ph -na -mg -sar -ece -ec1.5, data=x)
summary(lm.fit5)

Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list - ph - na - mg -
    sar - ece - ec1.5, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-855.00 -163.69  -78.07   80.03 1438.08

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   67.945     52.279   1.300 0.195856
clay          27.665      2.769   9.991  < 2e-16 ***
om          -246.162     67.151  -3.666 0.000349 ***
ca            -3.322      2.022  -1.643 0.102668
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 351.1 on 140 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4742,     Adjusted R-squared:  0.4629
F-statistic: 42.09 on 3 and 140 DF,  p-value: < 2.2e-16

lm.fit6 =lm(gypsum~. -soil.series -list -ph -na -mg -sar -ece -ec1.5 -ca, data=x)
summary(lm.fit6)

Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list - ph - na - mg -
    sar - ece - ec1.5 - ca, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-841.26 -169.61  -75.62   62.26 1465.02

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   43.160     50.355   0.857 0.392839
clay          27.314      2.777   9.834  < 2e-16 ***
om          -232.436     67.030  -3.468 0.000696 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 353.2 on 141 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4641,     Adjusted R-squared:  0.4565
F-statistic: 61.04 on 2 and 141 DF,  p-value: < 2.2e-16


lm.fit4 =lm(gypsum ~ clay + ec1.5 + om + ca, data=x)

lm.fit4 =lm(gypsum~. -soil.series -list -ph -na -mg -sar -ece, data=x)
summary(lm.fit4)

Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + ec1.5 + om + ca, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-838.66 -151.44  -70.54   74.78 1412.91

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   43.220     54.680   0.790  0.43063
clay          26.609      2.849   9.341  < 2e-16 ***
ec1.5         79.259     53.616   1.478  0.14160
```

```
om          -225.057     68.376  -3.291  0.00126 **
ca            -8.726      4.174  -2.091  0.03838 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 349.7 on 139 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4823,     Adjusted R-squared:  0.4674
F-statistic: 32.38 on 4 and 139 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

lm.fit4 =lm(gypsum ~clay + ec1.5 + om + ca -1, data=x)

การไม่รวม intercept ใน model ใช้คำสั่ง -1 ใน model

summary(lm.fit4)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + ec1.5 + om + ca - 1, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-831.90 -133.41  -51.84   82.45 1428.16

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
clay    26.498      2.841   9.326  < 2e-16 ***
ec1.5   92.222     50.978   1.809 0.072589 .
om    -194.500     56.322  -3.453 0.000733 ***
ca      -9.173      4.130  -2.221 0.027948 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 349.2 on 140 degrees of freedom
Multiple R-squared:   0.61,      Adjusted R-squared:  0.5988
F-statistic: 54.74 on 4 and 140 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

lm.fit4.1 =lm(gypsum ~clay + om + ca -1, data=x)
summary(lm.fit4.1)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + om + ca - 1, data = x)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max
-847.9 -129.6  -49.7  100.4 1471.7

Coefficients:
     Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
clay   27.773      2.775  10.010  < 2e-16 ***
om   -199.152     56.715  -3.511 0.000599 ***
ca     -2.563      1.941  -1.321 0.188688
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 352 on 141 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6009,     Adjusted R-squared:  0.5924
F-statistic: 70.76 on 3 and 141 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

lm.fit4.2 =lm(gypsum ~clay + om -1, data=x)
summary(lm.fit4.2)

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + om - 1, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-838.53 -141.79  -57.99   74.00 1484.03

Coefficients:
```

```
     Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
clay   27.444      2.771   9.905  < 2e-16 ***
om   -202.033     56.821  -3.556 0.000513 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

GR = 27.44Clay-202.033OM

```
Residual standard error: 352.9 on 142 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5959,     Adjusted R-squared:  0.5902
F-statistic: 104.7 on 2 and 142 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

2. ดินเค็มชายทะเล

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ . - soil.series - list, data = x)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-1600.13  -615.21    71.01   443.08  1509.05

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3086.037    865.821  -3.564  0.00144 **
clay           63.129     10.527   5.997 2.48e-06 ***
ph            198.362    152.870   1.298  0.20582
ece            34.606     57.552   0.601  0.55285
ec1.5         261.679    192.149   1.362  0.18493
om            371.026    105.953   3.502  0.00169 **
na            -13.589      5.108  -2.660  0.01319 *
ca           -107.363     54.917  -1.955  0.06141 .
mg             16.127     26.547   0.607  0.54879
sar            55.648     23.365   2.382  0.02484 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 861.8 on 26 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8608,     Adjusted R-squared:  0.8127
F-statistic: 17.87 on 9 and 26 DF,  p-value: 5.353e-09
```

step(lm(gypsum~. -soil.series -list , data=x, direction="both"))

```
Start:  AIC=494.93
gypsum ~ (list + soil.series + clay + ph + ece + ec1.5 + om +
    na + ca + mg + sar) - soil.series - list

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- ece    1    268521 19577864 493.43
- mg     1    274079 19583422 493.44
<none>               19309343 494.93
- ph     1   1250453 20559796 495.19
- ec1.5  1   1377382 20686724 495.41
- ca     1   2838503 22147846 497.87
- sar    1   4212873 23522216 500.04
- na     1   5256581 24565924 501.60
- om     1   9107032 28416375 506.84
- clay   1  26709090 46018433 524.20

Step:  AIC=493.43
gypsum ~ clay + ph + ec1.5 + om + na + ca + mg + sar

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
- ph     1   1017664 20595527 493.25
<none>               19577864 493.43
- ec1.5  1   1376244 20954108 493.88
```

```
- mg     1   2679134 22256998 496.05
- ca     1   2702197 22280060 496.08
- na     1   5470008 25047872 500.30
- sar    1   9705518 29283382 505.92
- om     1  10172352 29750216 506.49
- clay   1  26998182 46576046 522.63

Step:  AIC=493.25
gypsum ~ clay + ec1.5 + om + na + ca + mg + sar

        Df Sum of Sq      RSS    AIC
<none>               20595527 493.25
- ec1.5  1   1582360 22177887 493.92
- ca     1   1881504 22477031 494.40
- mg     1   2888799 23484326 495.98
- om     1  10084095 30679622 505.60
- na     1  11565012 32160539 507.30
- sar    1  18688066 39283594 514.50
- clay   1  33048795 53644322 525.72

Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + ec1.5 + om + na + ca + mg + sar,
    data = x, direction = "both")

Coefficients:
(Intercept)         clay        ec1.5           om           na           ca
   -2304.26        67.04       188.48       382.25       -17.00       -70.80
         mg          sar
      30.22        75.87
```

```
lm.fit2 =lm(gypsum ~ clay + om + na + ca +sar, data=x)
summary(lm.fit2)
```

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + om + na + ca + sar, data = x)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-2072.23  -436.08    49.61   534.25  1911.75

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2402.859    602.214  -3.990 0.000392 ***
clay           70.343     10.620   6.624 2.47e-07 ***
om            436.799    108.960   4.009 0.000373 ***
na            -10.777      3.385  -3.184 0.003373 **
ca              1.933     37.171   0.052 0.958876
sar            66.311     14.237   4.658 6.12e-05 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 930.6 on 30 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8127,     Adjusted R-squared:  0.7815
F-statistic: 26.04 on 5 and 30 DF,  p-value: 4.505e-10
```

```
lm.fit3 =lm(gypsum ~ clay + om + na +sar, data=x)
summary(lm.fit3)
```

```
Call:
lm(formula = gypsum ~ clay + om + na + sar, data = x)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-2076.19  -429.88    62.36   528.56  1908.49
```

```
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2385.839    497.289  -4.798 3.83e-05 ***
clay           70.267     10.347   6.791 1.32e-07 ***
om            436.641    107.151   4.075 0.000296 ***
na            -10.639      2.064  -5.156 1.38e-05 ***
sar            65.980     12.524   5.268 9.95e-06 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 915.6 on 31 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8127,     Adjusted R-squared:  0.7886
F-statistic: 33.63 on 4 and 31 DF,  p-value: 7.198e-11
```

GR = -2385.84 + 70.27Clay + 436.64OM - 10.64Na + 65.98SAR

ข. การวิเคราะห์การถดถอย (Regression) ความสัมพันธ์ระหว่าง EC_e กับ EC1:5

1. ดินเค็มบกภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพรวมทุกชุดดิน)

```
lm.fit = lm(ece ~ ec1.5, data=x)
summary(lm.fit)

Call:
lm(formula = ece ~ ec1.5, data = x)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-21.0816  -0.4149   0.3800   0.6920  18.9916

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0.5003     0.3730  -1.341    0.182
ec1.5        10.6793     0.2793  38.234   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 3.868 on 142 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9115,     Adjusted R-squared:  0.9108
F-statistic:  1462 on 1 and 142 DF,  p-value: < 2.2e-16

lm.fit2 = lm(ece ~ ec1.5 -1, data=x)
summary(lm.fit2)

Call:
lm(formula = ece ~ ec1.5 - 1, data = x)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-21.1538  -0.8291  -0.0590   0.2332  18.5215

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ec1.5   10.491      0.242   43.35   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1


Residual standard error: 3.879 on 143 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9293,     Adjusted R-squared:  0.9288
F-statistic:  1879 on 1 and 143 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

EC_e = 10.491EC(1:5)

2. ดินเค็มชายทะเล

```
Call:
lm(formula = ece ~ ec1.5, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-21.160  -3.906  -2.834  -1.484  36.338

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   3.0909     2.5565   1.209    0.235
ec1.5         4.6246     0.7001   6.606 1.42e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 10.82 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.562,      Adjusted R-squared:  0.5492
F-statistic: 43.63 on 1 and 34 DF,  p-value: 1.424e-07
```

```
ggplot(x, aes(x = ec1.5 , y = ece)) + geom_point()
lm.fit2 = lm(ece ~ ec1.5 -1, data=x)
summary(lm.fit2)
```

```
Call:
lm(formula = ece ~ ec1.5 - 1, data = x)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-23.073  -2.403  -0.978   1.058  39.303

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ec1.5   5.2246     0.4971   10.51 2.27e-12 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 10.89 on 35 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7594,     Adjusted R-squared:  0.7525
F-statistic: 110.5 on 1 and 35 DF,  p-value: 2.269e-12
```

ECe = 5.2246EC(1:5)

ตารางผนวกที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ดินเค็มบก จังหวัดขอนแก่น

จุดเก็บ	พิกัดใหม่		ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ชุดดิน
	X	Y				
ID1	248343	1811790	ป่ามะนาว	บ้านฝาง	ขอนแก่น	Ki
ID2	259174	1816915	บ้านทุ่ม	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID3	248997	1775264	เปือยใหญ่	โนนศิลา	ขอนแก่น	Ki
ID4	257230	1737455	โนนธาตุ	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ki
ID5	289356	1826828	คูคำ	ซำสูง	ขอนแก่น	Ki
ID6	288045	1823777	คูคำ	ซำสูง	ขอนแก่น	Ki
ID7	286019	1823890	โคกสี	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID8	259103	1819006	บ้านทุ่ม	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID9	257346	1819421	บ้านทุ่ม	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID10	253424	1825952	สาวะถี	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID11	258927	1821626	แดงใหญ่	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID12	249480	1812850	บ้านเหล่า	บ้านฝาง	ขอนแก่น	Ki
ID13	248914	1814570	บ้านเหล่า	บ้านฝาง	ขอนแก่น	Ki
ID14	251867	1816639	บ้านเหล่า	บ้านฝาง	ขอนแก่น	Ki
ID15	258038	1811886	บ้านหว้า	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID16	251893	1812655	บ้านเหล่า	บ้านฝาง	ขอนแก่น	Ki
ID17	254693	1811572	บ้านหว้า	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Ki
ID18	239159	1786974	สวนหม่อน	มัญจาคีรี	ขอนแก่น	Ki
ID19	238046	1786140	สวนหม่อน	มัญจาคีรี	ขอนแก่น	Ki
ID20	235581	1783467	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น	Ki
ID21	234456	1784381	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น	Ki
ID22	219427	1775581	โพธิ์ไชย	โคกโพธิ์ไชย	ขอนแก่น	Ki
ID23	247441	1773319	เปือยใหญ่	โนนศิลา	ขอนแก่น	Ki
ID24	250824	1776505	เมืองเพีย	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Ki
ID25	246578	1746964	เมืองพล	พล	ขอนแก่น	Ki
ID26	252240	1745308	หันโจด	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ki
ID27	260364	1741928	หนองสองห้อง	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ki
ID28	241427	1742974	โนนข่า	พล	ขอนแก่น	Ki
ID29	248046	1746202	เมืองพล	พล	ขอนแก่น	Ki
ID30	245064	1748802	เมืองพล	พล	ขอนแก่น	Ki
ID31	255036	1746155	หนองเม็ก	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ki
ID32	248805	1805277	ขามป้อม	พระยืน	ขอนแก่น	Ki
ID33	254241	1801167	พระบุ	พระยืน	ขอนแก่น	Ki
ID34	259004	1795654	บ้านแฮด	บ้านแฮด	ขอนแก่น	Pt

ID35	249881	1782918	เมืองเพีย	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Pt
ID36	221745	1771521	โพธิ์ไชย	โคกโพธิ์ไชย	ขอนแก่น	Pt
ID37	249353	1784545	เมืองเพีย	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Pt
ID38	251265	1779028	เมืองเพีย	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Pt
ID39	222771	1775408	โพธิ์ไชย	โคกโพธิ์ไชย	ขอนแก่น	Pt
ID40	256182	1772949	หนองน้ำใส	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Re/sa
ID41	255296	1770234	บ้านหัน	โนนศิลา	ขอนแก่น	Re/sa
ID42	256615	1770921	หนองน้ำใส	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Re/sa
ID43	260092	1771594	แคนเหนือ	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Re/sa
ID44	262529	1771693	บ้านลาน	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Re/sa
ID45	267117	1771255	บ้านลาน	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Re/sa
ID46	272028	1810072	ดอนหัน	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	Tsr
ID47	259356	1798674	บ้านโต้น	พระยืน	ขอนแก่น	Tsr
ID48	254506	1795126	โคกสำราญ	บ้านแฮด	ขอนแก่น	Tsr
ID49	262032	1804899	หนองแวง	พระยืน	ขอนแก่น	Tsr
ID50	251502	1793904	โคกสำราญ	บ้านแฮด	ขอนแก่น	Tsr
ID51	224451	1771329	โพธิ์ไชย	โคกโพธิ์ไชย	ขอนแก่น	Tsr
ID52	265052	1770833	บ้านลาน	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Ub/sa
ID53	263921	1767415	แคนเหนือ	บ้านไผ่	ขอนแก่น	Ub/sa
ID54	254995	1765826	บ้านหัน	โนนศิลา	ขอนแก่น	Ub/sa
ID55	253391	1765103	บ้านหัน	โนนศิลา	ขอนแก่น	Ub/sa
ID56	252213	1762906	บ้านหัน	โนนศิลา	ขอนแก่น	Ub/sa
ID57	265308	1742061	หนองไผ่ล้อม	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ub/sa
ID58	269587	1742263	หนองไผ่ล้อม	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ub/sa
ID59	269613	1740101	ตะกั่วป่า	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ub/sa
ID60	256417	1748568	หนองเม็ก	หนองสองห้อง	ขอนแก่น	Ub/sa

ตารางผนวกที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ดินเค็มบก จังหวัดนครราชสีมา

จุดเก็บ	พิกัดจุดเก็บ		ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ชุดดิน
	X	Y				
ID1	798711	1687703	หนองบัวตะเกียด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Ki
ID2	795323	1683554	ด่านขุนทด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Ki
ID3	818616	1668410	พังดุง	ขามทะเลสอ	นครราชสีมา	Ki
ID4	894289	1723300	กระทุ่มราย	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID5	903563	1732735	เมืองโดน	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID6	903672	1726952	หนองคาย	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID7	904562	1724170	หนองคาย	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID8	901601	1719892	ประทาย	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID9	896664	1718542	ทุ้งสว่าง	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID10	901310	1718437	โคกกลาง	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID11	886321	1720139	วังหนิ	โนนแดง	นครราชสีมา	Ki
ID12	882769	1725907	สีดา	สีดา	นครราชสีมา	Ki
ID13	883067	1723555	สีดา	สีดา	นครราชสีมา	Ki
ID14	880395	1717074	วังหิน	โนนแดง	นครราชสีมา	Ki
ID15	872837	1719110	โนนประดู่	สีดา	นครราชสีมา	Ki
ID16	873494	1715668	โนนประดู่	สีดา	นครราชสีมา	Ki
ID17	878948	1713186	ลำพะเนียง	โนนแดง	นครราชสีมา	Ki
ID18	880749	1711273	ลำพะเนียง	โนนแดง	นครราชสีมา	Ki
ID19	888504	1720819	กระทุ่มราย	ประทาย	นครราชสีมา	Ki
ID20	803263	1687711	หนองบัวตะเกียด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Ki
ID21	807679	1686235	หนองบัวละคร	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Ki
ID22	812907	1674948	บ้านวัง	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID23	818950	1671409	ค้างพลู	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID24	821272	1671951	ค้างพลู	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID25	826516	1671182	กำปัง	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID26	839409	1689459	ถนนโพธิ์	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID27	839254	1686460	มะค่า	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki
ID28	820940	1692686	พังเทียม	พระทองคำ	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID29	825385	1689454	สายออ	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID30	831122	1682937	โนนไทย	โนนไทย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID31	888698	1702555	ดงใหญ่	พิมาย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID32	893810	1707937	กระชอน	พิมาย	นครราชสีมา	Ki-Pt

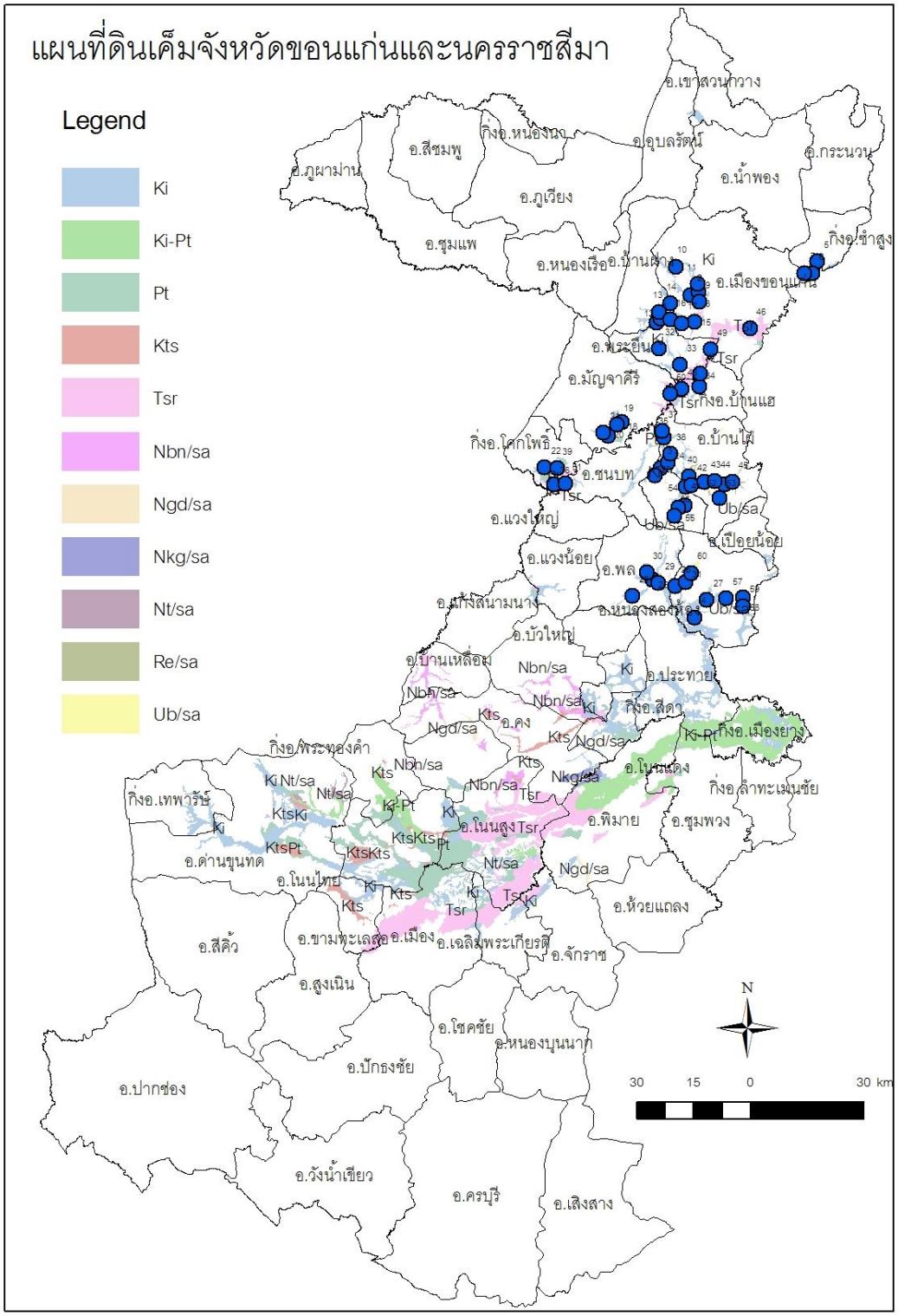
ID33	903482	1711037	ดอนมัน	ประทาย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID34	914421	1714028	โนนอุดม	เมืองยาง	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID35	925753	1713507	เมืองยาง	เมืองยาง	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID36	875642	1692407	ชีวาน	พิมาย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID37	883106	1697324	ดงใหญ่	พิมาย	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID38	900286	1709987	หนองหลัก	ชุมพวง	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID39	908792	1710819	โนนอุดม	เมืองยาง	นครราชสีมา	Ki-Pt
ID40	873817	1713076	โนนตาเถร	โนนแดง	นครราชสีมา	Kts
ID41	860941	1705946	ดอนใหญ่	คง	นครราชสีมา	Kts
ID42	866148	1708206	คูขาด	คง	นครราชสีมา	Kts
ID43	817625	1677710	ค้างพลู	โนนไทย	นครราชสีมา	Kts
ID44	815114	1677760	บ้านวัง	โนนไทย	นครราชสีมา	Kts
ID45	796310	1679250	ด่านขุนทด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Kts
ID46	799668	1690999	หนองบัวตะเกียด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Kts
ID47	834181	1683608	ด่านจาก	โนนไทย	นครราชสีมา	Kts
ID48	837623	1684061	ด่านจาก	โนนไทย	นครราชสีมา	Kts
ID49	832449	1724503	วังโพธิ์	บ้านเหลียม	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID50	832333	1724939	วังโพธิ์	บ้านเหลียม	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID51	834281	1718312	บ้านปรางค์	คง	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID52	863529	1722637	หนองแจ้งใหญ่	บัวใหญ่	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID53	870581	1721472	กุดจอก	บัวใหญ่	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID54	867024	1716209	เสมาใหญ่	บัวใหญ่	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID55	852420	1697231	พลสงคราม	โนนสูง	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID56	856798	1698985	มะค่า	โนนสูง	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID57	855993	1696079	มะค่า	โนนสูง	นครราชสีมา	Nbn/sa
ID58	802271	1678650	สระจระเข้	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Pt
ID59	810849	1681602	บัลลังก์	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt
ID60	822962	1687646	พังเทียม	พระทองคำ	นครราชสีมา	Pt
ID61	834249	1673528	โคกสูง	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Pt
ID62	827195	1674372	กำปัง	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt
ID63	839077	1679558	จันอัด	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt
ID64	798151	1681509	ด่านขุนทด	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Pt
ID65	800363	1680826	สระจระเข้	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	Pt
ID66	833166	1671002	โคกสูง	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Pt
ID67	829445	1672985	กำปัง	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt
ID68	828673	1683320	โนนไทย	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt

ID69	834406	1679900	ด่านจาก	โนนไทย	นครราชสีมา	Pt
ID70	870352	1688375	กระเบื้องใหญ่	พิมาย	นครราชสีมา	Tsr
ID71	847105	1683614	เมืองปราสาท	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID72	857062	1685154	หลุมข้าว	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID73	823590	1661203	สีมุม	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Tsr
ID74	844634	1662883	บ้านโพธิ์	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Tsr
ID75	853654	1667961	ลำมูล	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID76	852774	1685891	หลุมข้าว	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID77	860700	1690220	หลุมข้าว	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID78	854754	1690499	มะค่า	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr
ID79	864442	1686468	สมฤทธิ์	พิมาย	นครราชสีมา	Tsr
ID80	827941	1662079	ปรุใหญ่	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Tsr
ID81	832486	1663724	หมื่นไวย	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Tsr
ID82	841211	1662266	ตลาด	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	Tsr
ID83	848837	1664269	หนองงูเหลือม	เฉลิมพระเกียรติ	นครราชสีมา	Tsr
ID84	857695	1673912	บึง	โนนสูง	นครราชสีมา	Tsr

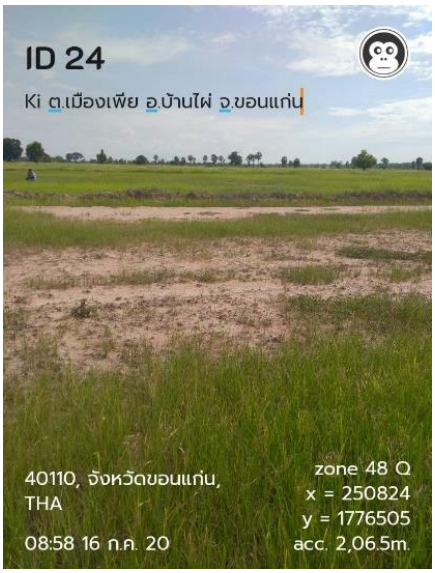
ตารางผนวกที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ดินเค็มชายทะเล

จุดเก็บ	พิกัด		ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ชุดดิน
	X	Y				
PBI01	596813	1459279	หนองปลาไหล	เขาย้อย	เพชรบุรี	Tc
PBI02	598359	1461938	บางครก	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Tc
PBI03	600866	1459856	บางครก	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Tc
PBI04	606909	1457136	บ้านแหลม	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Sm
PBI05	609302	1454617	บางขุนไทร	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Sm
PBI06	612785	1451509	บางจาน	เมืองเพชรบุรี	เพชรบุรี	Sm
PBI07	613303	1448660	บางแก้ว	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Sm
PBI08	613381	1446392	โพพระ	เมืองเพชรบุรี	เพชรบุรี	Sm
PBI09	614481	1441626	แหลมผักเบี้ย	บ้านแหลม	เพชรบุรี	Sm
PBI10	605892	1417267	ชะอำ	ชะอำ	เพชรบุรี	Ca
PBI11	606210	1415589	ชะอำ	ชะอำ	เพชรบุรี	Ca
PBI12	605624	1412550	ชะอำ	ชะอำ	เพชรบุรี	Ca
PKN01	602055	1368376	วังก์พง	ปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
PKN02	599287	1360524	ศิลาลอย	สามร้อยยอด	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
PKN03	609107	1346961	สามร้อยยอด	สามร้อยยอด	ประจวบคีรีขันธ์	Tc
PKN04	600806	1344019	ดอนยายหนู	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Tc
PKN05	599962	1341800	ดอนยายหนู	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Tc
PKN06	601112	1339616	ดอนยายหนู	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Sm
PKN07	593999	1338634	สามกระทาย	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
PKN08	598076	1334513	กุยเหนือ	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Sm
PKN09	597498	1332889	กุยเหนือ	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	Sm
PKN10	592145	1326520	บ่อนอก	เมืองประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
PKN11	589868	1323122	บ่อนอก	เมืองประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
PKN12	585642	1310758	อ่าวน้อย	เมืองประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์	Nk
SMK01	612613	1491282	นางตะเคียน	เมืองสมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม	Sso
SMK02	611407	1487727	ลาดใหญ่	เมืองสมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม	Sso
SMK03	602529	1489520	กระดังงา	บางคนที	สมุทรสงคราม	Sso
SMK04	606486	1484817	บ้านปรก	เมืองสมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม	Sso
SMK05	603305	1479221	บางขันแตก	เมืองสมุทรสงคราม	สมุทรสงคราม	Sso
SMK06	598665	1479436	ปลายโพงพาง	อัมพวา	สมุทรสงคราม	Sso
SMN01	630120	1498857	บ้านเกาะ	เมืองสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	Sso
SMN02	631994	1494917	บางกระเจ้า	เมืองสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	Tc
SMN03	630056	1495241	บางกระเจ้า	เมืองสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	Tc
SMN04	626345	1495102	บางโทรัด	เมืองสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	Tc
SMN05	623483	1496250	ยกกระบัตร	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	Sso
SMN06	614351	1492762	โรงเข้	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	Sso

ภาพภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างดินที่จังหวัดขอนแก่น



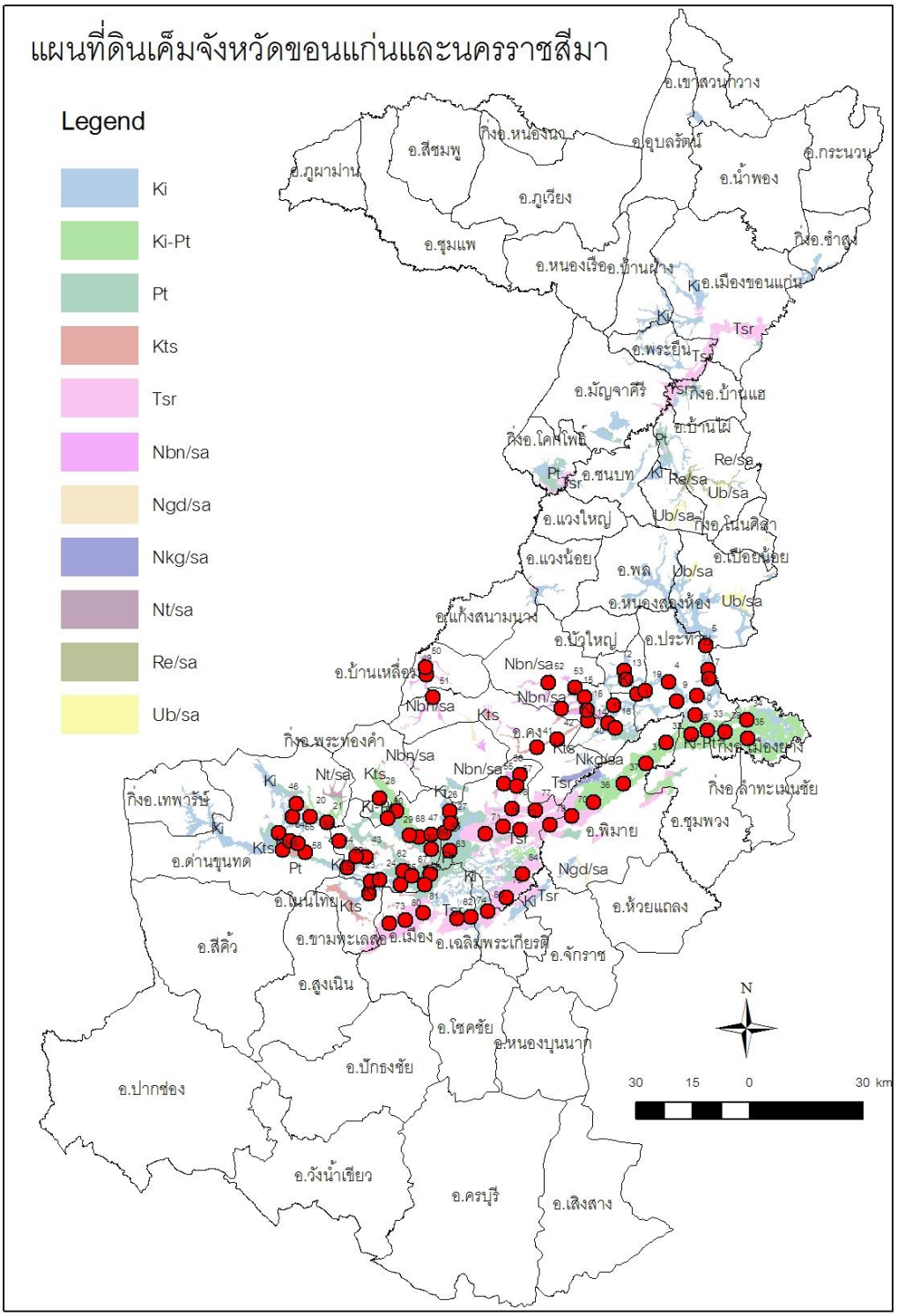
(ก)

(ข)

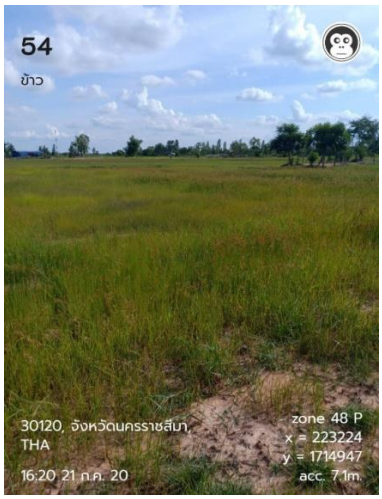
(ค)

(ง)

ภาพผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างดินเค็มบกที่จังหวัดขอนแก่น



ภาพผนวกที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างดินที่จังหวัดนครราชสีมา



(ก)

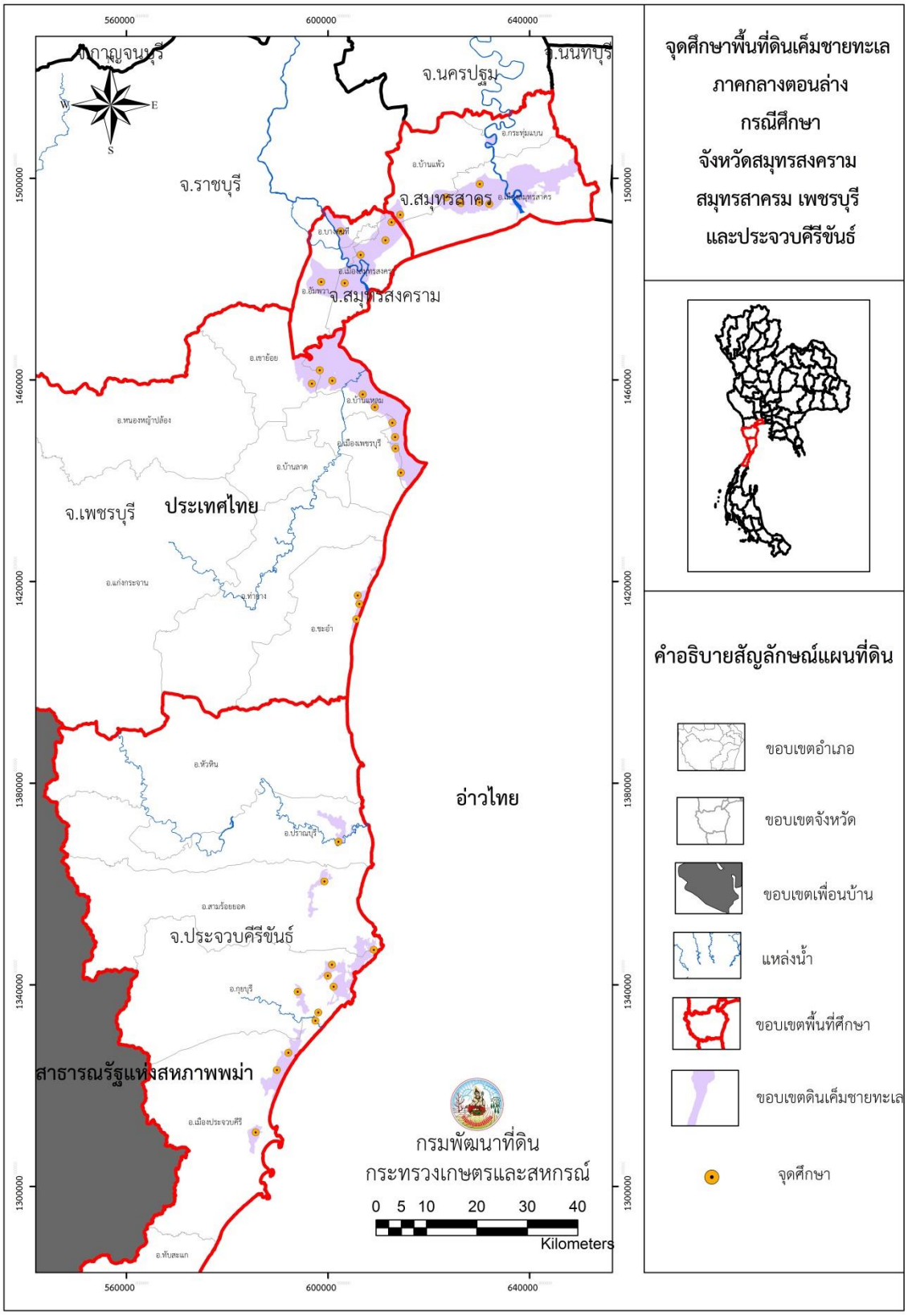
(ข)

(ค)

(ง)

ภาพผนวกที่ 4 การเก็บตัวอย่างดินเค็มบกที่จังหวัดนครราชสีมา

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพผนวกที่ 5 จุดเก็บตัวอย่างดินเค็มชายทะเล

ชุดดินหนองแก

ชุดดินสมุทรปราการ

ชุดดินชะอำ

การเก็บตัวอย่าง

ภาพผนวกที่ 6 ชุดดินและการเก็บตัวอย่างดินเค็มชายทะเล