การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน

Study on the Temperature of Burning Surf Clam Shell for Soil Improvement

เบญญาภา ธันวารชร

ปวีณธนกร ปาปะวิมุด

ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน

Study on the Temperature of Burning Surf Clam Shell for Soil Improvement

เบญญาภา ธันวารชร

ปวีณธนกร ปาปะวิมุด

ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน
ชื่อ – นามสกุล	เบญญาภา ธันวารชร
	ปวีณธนกร ปาปะวิมุด
	ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายคณาวุฒิ อินทร์แก้ว

คณะกรรมการสอบได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธาน
(นายมาโนช หลักฐานดี)

..... กรรมการ
(นางสาววรินธร บุญยะโรจน์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(นายคณาวุฒิ อินทร์แก้ว)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายศุภชัย หิรัญศุภโชติ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน
ชื่อ – นามสกุล เบญญาภา ธันวารชร
ปวีณธนกร ปาปะวิมุด
ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส 2) ทดสอบความสามารถของแคลเซียมออกไซด์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งดินที่ใช้ในการวิเคราะห์มี 2 ชนิด คือ ดินเปรี้ยวและดินเค็ม โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ องค์ประกอบของอนุภาคดิน ความชื้น ค่า pH การนำไฟฟ้าในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายเพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน คือ 1,100 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์มากถึงร้อยละ 95 และเมื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน พบว่า ตัวอย่างดินเปรี้ยวมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบอนุภาคดินจากดินเหนียวปนทรายเป็นดินเหนียวร่วนปนทราย ส่วนดินเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลงของชนิดดินแต่สัดส่วนของดินมีการเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังพบว่าแคลเซียมออกไซด์ทำให้ความชื้นในดินลดลง แต่มีความร่วนซุยมากขึ้น และยังทำให้ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลง โดยดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงมีค่า pH เท่ากับ 3.39 หลังปรับปรุงมีค่า pH เท่ากับ 6.92 ดินเค็มก่อนปรับปรุงมีค่า pH เท่ากับ 6.49 หลังปรับปรุงมีค่า pH เท่ากับ 9.11 อีกทั้งพบว่า การนำไฟฟ้าของดินสัมพันธ์กับระดับความเค็มในดิน ซึ่งดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.87และ 1.24 dS/m ตามลำดับ ส่วนดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 14.37 และ 18.80 dS/m ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีปริมาณที่น้อยลง

คำสำคัญ : เปลือกหอยลาย แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมออกไซด์ การปรับปรุงคุณภาพดิน

Thesis Title	Study on the Temperature of Burning Surf Clam Shell for Soil Improvement
Author	Benyapa Tanwarachon Paweenthanakorn Papawimud Thawut Torsicharoen
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Environmental Science and Natural Resources
Faculty	Science and Technology
Academic Year	2018

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the temperature of burning surf clam shell for soil quality improvement. The experiment was divided two parts, 1) the study of the optimum temperature for calcium oxide production by burning 800, 900, 1,000 and 1,100 °C, 2) the study of using calcium oxide to improve soil qualities of acidic soil and saline soil. The parameters used in the analysis included elements of soil particles, soil moisture, pH, conductivity, total content nitrogen, phosphorus and potassium. The results showed that the optimum temperature for the production of calcium oxide was 1,100 °C since it provided the highest calcium oxide content of 90 % by weight. After applying calcium oxide into acidic soil the composition of soil particles was changed from sandy clay to sandy clay loam. In contrast, the soil particle was not changed but the proportion was changed in saline soil. It was also found that calcium oxide reduced soil moisture and influenced the acidity of soil by increasing the pH from 3.39 to 6.92 in acidic soil, and 6.49 to 9.11 in saline soil. In addition, it was found that the electrical conductivity of the soil was related to salinity. In acidic soil, the conductivity of before and after inputting calcium oxide were 0.87 and 1.24 dS/m, respectively. In the case of saline soil, the conductivity of before and after improvement were 14.37 and 18.80 dS/m, respectively. Besides, it was found that the total content of nitrogen, phosphorus and potassium were reduced after the experiment.

Keywords : Surf clams shells, Calcium carbonate, Calcium oxide, Soil improvement

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างดีจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม นายมาโนช หลักฐานดี ประธานกรรมการ และ ดร.วรินธร บุญยะโรจน์ กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำงบประมาณ พ.ศ. 2562

สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เมตตาอบรมสั่งสอนและเลี้ยงดู ตลอดจนมิตรสหายทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษาวิจัย จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เบญญาภา ธันวารชร
ปวีณธนกร ปาปะวิมุด
ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
ABSTRACT	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญภาพ	(ฉ)
สารบัญตาราง	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 กรอบแนวคิด	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.7 คำสำคัญ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เปลือกหอยลาย	5
2.2 แคลเซียมคาร์บอเนต	6
2.3 แคลเซียมออกไซด์	7
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน	8
2.5 ดินเปรี้ยว	18
2.6 ดินเค็ม	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 รูปแบบงานวิจัย	33
3.2 สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
3.3 การเตรียมแคลเซียมออกไซด์สำหรับการปรับปรุงคุณภาพดิน	34
3.4 การทดสอบความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลาย	35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 ผลของอุณหภูมิที่ใช้เผาต่อปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลาย 37

4.2 องค์ประกอบของอนุภาคดิน 38

4.3 ความชื้น 41

4.4 ค่า pH 42

4.5 การนำไฟฟ้าดิน 43

4.6 ไนโตรเจนทั้งหมด 44

4.7 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 45

4.8 โพแทสเซียมทั้งหมด 46

4.9 อภิปรายผล 47

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 50

5.2 ข้อเสนอแนะ 51

เอกสารอ้างอิง 53

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การเตรียมตัวอย่างแคลเซียมออกไซด์ 57

ภาคผนวก ข การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง 65

ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 72

ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 88

ประวัติการศึกษา

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 3
ภาพ 2.1 หอยลาย 5
ภาพ 2.2 วัฏจักรแคลเซียมคาร์บอเนต 7
ภาพ 2.3 แคลเซียมออกไซด์ 7
ภาพ 2.4 ชั้นของดิน 8
ภาพ 2.5 ส่วนประกอบของดิน 10
ภาพ 2.6 อนุภาคของดิน 11
ภาพ 2.7 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน 12
ภาพ 2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อดิน 13
ภาพ 4.1 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ 38
ภาพ 4.2 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ 39
ภาพ 4.3 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเค็มก่อนปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ 39
ภาพ 4.4 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเค็มหลังปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ 40
ภาพ 4.5 ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วย แคลเซียมออกไซด์ 44
ภาพ 4.6 ค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วย แคลเซียมออกไซด์ 45
ภาพ 4.7 ค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วย แคลเซียมออกไซด์ 46

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 ระดับของธาตุอาหารที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน 14
ตาราง 2.2 ค่า pH ของดิน 16
ตาราง 2.3 ค่าบ่งชี้ความเค็มในดินด้วยค่าการนำไฟฟ้าและผลกระทบของความเค็มในดินต่อพืช 17
ตาราง 2.4 ตัวอย่างเกลือชนิดต่าง ๆ ที่มีสภาพละลายได้แตกต่างกัน 22
ตาราง 2.5 การจำแนกประเภทของดินเค็ม 24
ตาราง 3.1 วิธีวิเคราะห์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย 36
ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ 37
ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของดินก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดิน ด้วยแคลเซียมออกไซด์ 41
ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยความชื้นก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ 41
ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ย pH ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ 42
ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ 43

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะปัญหาขยะและของเสียที่เกิดจากการพัฒนาอุตสาหกรรมและการบริโภค ทำให้ต้องใช้เวลาและการจัดการที่มีค่าใช้จ่ายจำนวนมาก เพื่อให้เกิดการจัดการที่ถูกต้อง เช่น การเผาเพื่อให้ได้พลังงาน การฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล เป็นต้น จึงเกิดแนวคิดในการทำขยะและของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพื่อเป็นการลดปริมาณและเพิ่มมูลค่า (วรนุช และ วรินธร, 2559) การแปรรูปขยะและของเสียสามารถทำได้แม้จะเป็นของเสียจากครัวเรือน การเกษตร หรืออุตสาหกรรม โดยเฉพาะของเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล เช่น เปลือกหอย เปลือกกุ้ง เปลือกปู ก้าง และเกล็ดปลา สามารถนำมาแปรรูปเป็นวัสดุรีไซเคิลในอุตสาหกรรมอื่นได้ (ศูนย์เครือข่ายอาหารข้อมูลอาหารครบวงจร, 2555)

เปลือกหอยลาย เป็นของเสียอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ ปุ๋ยและอิฐ เนื่องจากในเปลือกลอยหายมีองค์ประกอบของแคลเซียมประมาณร้อยละ 95 อีกทั้งยังสามารถนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมออกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยลายเนื่องจากมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับปูนขาวที่ได้จากกระบวนการเผาหินปูน มีลักษณะเป็นก้อนหรือผงสีขาว เมื่อละลายน้ำจะให้สภาพเป็นด่าง สามารถใช้ในการเกษตรด้านการปรับปรุงดิน อาทิ ดินเหนียว ดินกรด และดินมีเชื้อโรค ให้มีคุณภาพเหมาะแก่การเพาะปลูกเนื่องจากประจุที่เกิดจากแคลเซียมออกไซด์จะเข้าแทนที่ประจุของแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินทำให้แร่ธาตุ เช่น Na^{+}, Li^{+}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, NO_3^{-}, Al^{3+}, Mg^{2+}, K^{+} และ H^{+} ถูกปล่อยออกมาจากดิน และพืชสามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ศิราณี และ บัญชา, 2557) โดยในการทดลองจะศึกษาอุณหภูมิการเผาเปลือกหอยลายในอุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส และทำการตรวจสอบวัดค่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีปริมาณมากที่สุดในแต่ละอุณหภูมิ จากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างดิน และโรยแคลเซียมออกไซด์ไซด์บนหน้าดินทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ องค์ประกอบอนุภาคของดิน ความชื้นในดิน ค่า pH การนำไฟฟ้าของดิน ความเค็มในดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งก่อนและหลังทำการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยมีจุดมุ่งหมายให้งานวิจัยครั้งนี้เพิ่มพูน

องค์ความรู้และนวัตกรรมในเชิงตำรับสำหรับการปรับปรุงคุณภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อภาคการเกษตรและสิ่งแวดล้อม (สุภกร และคณะ, 2558)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลาย

1.2.2 เพื่อทดสอบความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลาย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

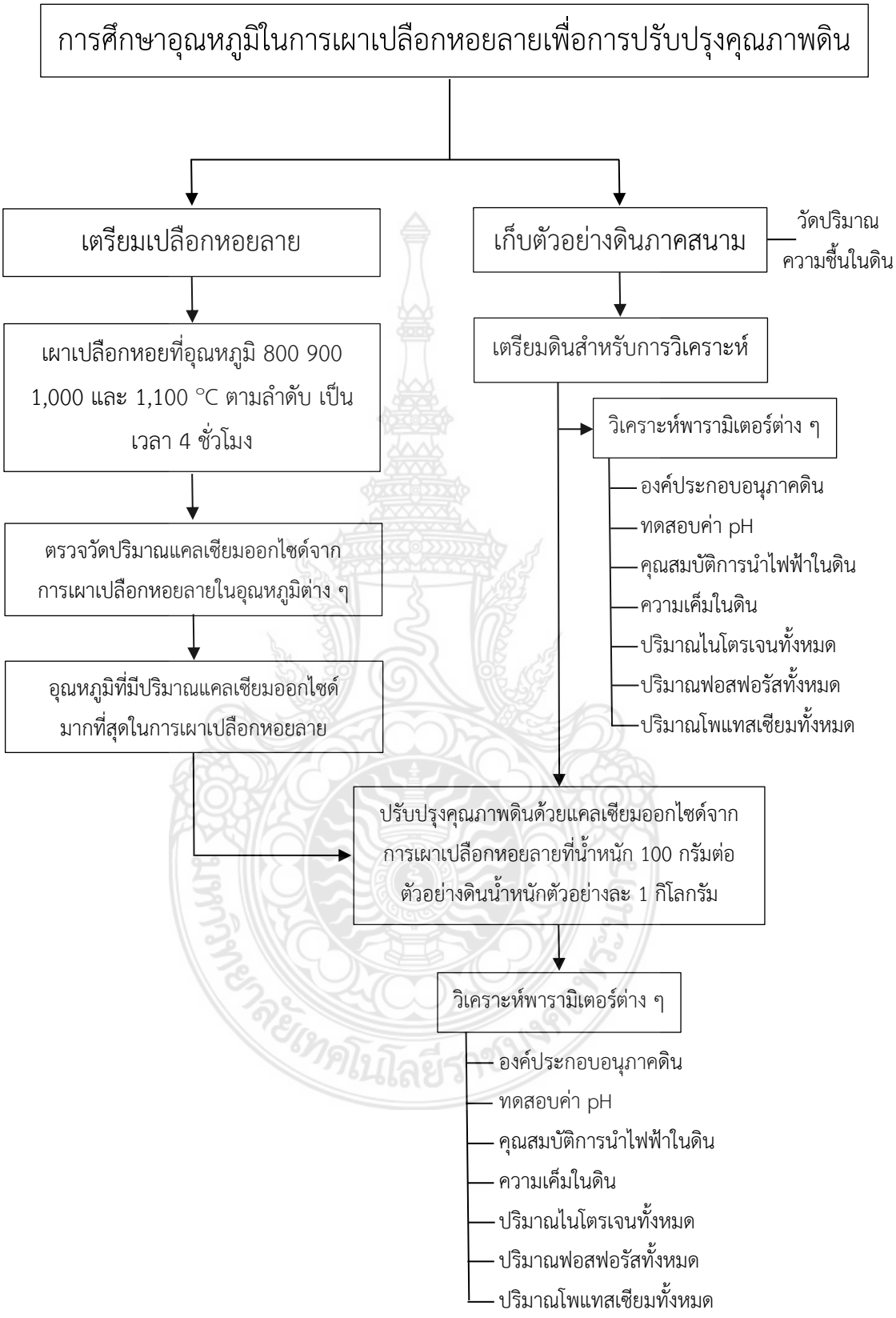
1.3.1 เปลือกหอยที่ใช้ในการศึกษา คือ เปลือกหอยลาย

1.3.2 ชนิดของดินที่ใช้ในการศึกษา คือ ดินเปรี้ยวและดินเค็ม

1.3.3 สถานที่ทำการทดลอง คือ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.4 กรอบแนวคิด

งานวิจัยในครั้งนี้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส จากนั้นทดสอบความสามารถของแคลเซียมออกไซด์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยตัวอย่างดินที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ดินเปรี้ยวและดินเค็ม ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ องค์ประกอบของอนุภาคดิน ความชื้น ค่า pH การนำไฟฟ้าในดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน โดยทำการเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งกรอบแนวคิดการศึกษาแสดงดังภาพ 1.1



ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลาย

1.5.2 ทราบถึงความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลาย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) เป็นสิ่งที่ได้จากการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสขึ้นไป) ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผงสีขาว ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์แล้วกลายเป็นแคลเซียมไบคาร์บอเนต

1.6.2 แคลเซียมออกไซด์ (Calcium oxide) เป็นสารที่ได้จากการเผาเปลือกหอย ณ อุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผงสีขาว เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะกลาย เป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์

1.6.3 ดินเปรี้ยว คือ ดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูงโดยค่าความเป็นกรด-ด่างหรือค่า pH ต่ำกว่า 7 ดินเปรี้ยวที่มีค่า pH ต่ำมากจะก่อให้เกิดปัญหาต่อการปลูกพืชเนื่องจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช บางอย่างจะถูกตรึงจนไม่สามารถละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้

1.6.4 ดินเค็ม คือ ดินที่มีสารละลายเกลือปะปนอยู่ในดินเป็นปริมาณมากจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และอาจถึงขั้นทำให้พืชตายได้

1.6.5 การปรับปรุงคุณภาพดิน คือ การทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นด้วยการเติมแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายในอุณหภูมิที่เหมาะสมลงในดินและบ่มไว้โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 7 วัน

1.7 คำสำคัญ

ภาษาไทย : เปลือกหอยลาย แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมออกไซด์ การปรับปรุงคุณภาพดิน

English : Surf clams shells, Calcium carbonate, Calcium oxide, Soil improvement

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เปลือกหอยลาย

หอยลายเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอยู่ในไฟลัมมอลลัสคา (Mollusca) มีร่างกายอ่อนนุ่มแต่สามารถสร้างเปลือกแข็งที่เป็นสารประกอบพวกหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตหุ้มอยู่รอบตัว เป็นหอยสองฝาที่มีขนาดฝาทั้งสองเท่ากัน เปลือกหอยลายมีรูปร่างยาวรี ผิวเปลือกด้านนอกเรียบ มันวาว มีลายเป็นตาข่ายสีน้ำตาล ส่วนผิวเปลือกด้านในมีสีขาว ดังภาพ 2.1 (ปศุสัตว์, 2561)

หอยลาย ชื่อสามัญ : Surf clam
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Paphia undulate*
วงศ์ : Veneridae

ภาพ 2.1 หอยลาย
ที่มา : ปศุสัตว์ (2561)

การเกิดแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอยเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่ากระบวนการตกตะกอน โดยเกิดจากการรวมตัวของประจุแคลเซียมและประจุคาร์บอเนตที่มีอยู่ในน้ำทะเลแล้วตก

ตะกอนเป็นของแข็งสีขาวของแคลเซียมคาร์บอเนตออกมาก่อตัวเป็นเปลือกห่อหุ้มลำตัวภายนอกของหอย

เปลือกหอยลาย แบ่งเป็น 3 ชั้นคือ

2.1.1 ชั้นนอกสุดมีสีเขียวเข้มมีวงรอยชั้นแสดงการเจริญเติบโตของหอยในแต่ละประเภท สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ส่วนชั้นกลางเป็นสีขาวประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต

2.1.2 ชั้นในหรือส่วนผิวของฝาด้านในมีสีขาวเรียบมันวาวเหมือนมุก ฝาสองฝาจะยึดและประกบติดกันโดยเส้นเอ็นที่อยู่ด้านหลังของฝาซึ่งมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำเป็นทางยาวตลอดแนวด้านหลัง

2.1.3 ปลายก้นหอยโค้งไปถึงหนึ่งในสามของเปลือกด้านหลังของหอย เมื่อเปิดฝาทั้งสองออกภายในจะเป็นลำตัวส่วนอ่อนหรือเนื้อหอยและเมื่อแกะส่วนเนื้อออกจากฝาจะเห็นผิวเปลือกเรียบเป็นสีขาวคล้ายมุก และรอยของกล้ามเนื้อติดอยู่บนฝาทั้งสอง (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2539)

2.2 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate)

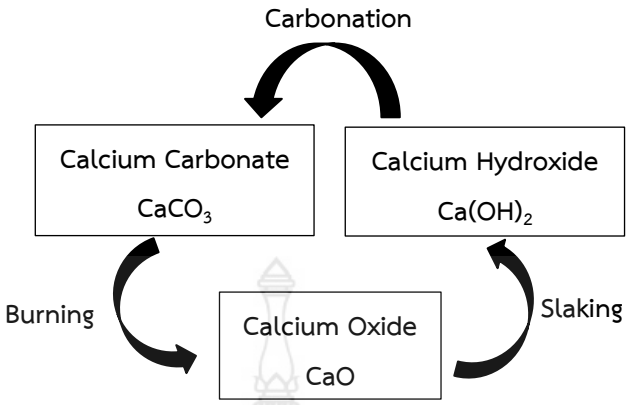
แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) หรือหินปูน ในธรรมชาติพบวัสดุหลายชนิดที่มีส่วนประกอบหลักของแคลเซียมคาร์บอเนต เช่น ปะการัง เปลือกไข่ และเปลือกหอย ซึ่งมีรายงานว่าเปลือกหอยจะประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตมากถึงร้อยละ 95-99 และมีโปรตีนเป็นสารเชื่อมต่อประมาณร้อยละ 0.1-5.0 โดยน้ำหนัก (สุภกร และคณะ, 2558)

2.2.1 ปฏิกิริยาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

ปฏิกิริยาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ด้วยความร้อนจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และปูนขาว (CaO) ดังภาพ 2.2 นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ ซึ่งมีปูนขาวเป็นส่วนผสมหลัก ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตกับกรดกำมะถัน ซึ่งมีอยู่ในฝนกรด เกิดเป็นแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) หรือแคลเซียมไนเตรต ($Ca(NO_3)_2$) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ดังสมการ 2.1 และ 2.2 ปฏิกิริยานี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รูปปั้นรูปแกะสลัก ตึกอาคาร บ้านเรือน และสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินปูนหรือหินอ่อนเกิดการสึกกร่อน (นราธิป, 2557)

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O \qquad \text{สมการ 2.1}$$

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O \qquad \text{สมการ 2.2}$$



ภาพ 2.2 วัฏจักรแคลเซียมคาร์บอเนต

ที่มา : นราธิป (2557)

2.3 แคลเซียมออกไซด์ (Calcium oxide)

แคลเซียมออกไซด์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ปูนขาวหรือปูนเผา สูตรทางเคมี คือ CaO ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผงสีขาว มีฤทธิ์เป็นด่าง กัดกร่อนได้ ดังภาพ 2.3 แคลเซียมออกไซด์ ได้จากการเผาวัสดุใด ๆ ที่มีส่วนผสมของหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เป็นองค์ประกอบ ที่อุณหภูมิมากกว่า 825 องศาเซลเซียส เรียกกระบวนการเผานี้ว่า Calcination และจะมีการ ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ออกมา แคลเซียมออกไซด์นี้สามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อยู่ในอากาศ กลับกลายเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตได้ (ทีปกร, 2561)

ภาพ 2.3 แคลเซียมออกไซด์

ที่มา : ทีปกร (2561)

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน

ดิน คือ วัตถุธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหิน และแร่ต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ารวมกับอินทรียวัตถุหรืออินทรียสารที่ได้จากการสลายตัวของเศษซากพืช และสัตว์จนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะรวมกันเป็นชั้นทำให้ดินเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปลูกพืช เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (โอภาส, 2558)

2.4.1 ชั้นของดิน

ปัจจัยต่าง ๆ ของการกำเนิดดินทำให้ได้ดินที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างมาก ดินในภูมิประเทศหนึ่งจะมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง เรียกภาคตัดตามแนวดิ่งของชั้นดินเรียกว่า “หน้าตัดดิน” (Soil horizon) หน้าตัดดินบอกถึงลักษณะทางธรณีวิทยาและประวัติภูมิอากาศ ของภูมิประเทศที่เกิดขึ้นมาก่อนหน้านี้นับพันปี ประกอบด้วยดินที่ทับถมกันเป็นชั้น ๆ เรียกว่า “ชั้นดิน” ชั้นดินบางชั้นอาจจะบางเพียง 2-3 มิลลิเมตร หรือหนากว่า 1 เมตร ก็ได้ เราสามารถจำแนกชั้นดินแต่ละชั้นจากสี และโครงสร้างของอนุภาคดินที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังสามารถใช้คุณสมบัติอื่น ๆ ที่แตกต่างกันระหว่างดินชั้นบนและดินชั้นล่างได้อีกด้วย ดินบางชั้นเกิดจากการพังทลาย และถูกชะล้างโดยกระแสน้ำ ดินบางชั้นเกิดจากตะกอนทับถมกันนานหลายพันปี นักปฐพีวิทยากำหนดชื่อของชั้นดินโดยใช้ลักษณะทางกายภาพ ดังภาพ 2.4

ภาพ 2.4 ชั้นของดิน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (2561)

2.4.1.1 ชั้นโอ (O Horizon) เป็นดินชั้นบนสุดมักมีสีคล้ำเนื่องจากประกอบด้วยอินทรียวัตถุ (Organic) หรือ ฮิวมัส ซึ่งเป็นซากพืชซากสัตว์ ซึ่งทำให้เกิดความเป็นกรด ดินชั้นโอส่วนใหญ่จะพบในพื้นที่ป่า ส่วนในพื้นที่การเกษตรจะไม่มีชั้นโอในหน้าตัดดิน เนื่องจากถูกไถพรวนไปหมด

2.4.1.2 ชั้นเอ (A Horizon) เป็นดินชั้นบน (Top soil) เป็นส่วนที่มีน้ำซึมผ่านดิน ชั้นเอส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินแร่และอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้วอยู่ด้วยทำให้ดินมีสีเข้ม ในพื้นที่เกษตรกรรมดินชั้นเอจะถูกไถพรวน เมื่อมีการย่อยสลายของรากพืชและมีการสะสมอินทรียวัตถุโดยปกติโครงสร้างของดินจะเป็นแบบก้อนกลม แต่ถ้าดินมีการอัดตัวกันแน่นโครงสร้างของดินในชั้นเอจะเป็นแบบแผ่น

2.4.1.3 ชั้นบี (B Horizon) เป็นชั้นดินล่าง (Subsoil) เนื้อดินและโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยม หรือแท่งผลึกเกิดจากการชะล้างแร่ธาตุต่าง ๆ ของสารละลายต่าง ๆ เคลื่อนตัวผ่านชั้นเอลงมาสะสมในชั้นบี ในเขตภูมิอากาศชื้นดินในชั้นบีส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาลปนแดง เนื่องจากการสะสมตัวของเหล็กออกไซด์

2.4.1.4 ชั้นซี (C Horizon) เกิดจากการผุพังของหินกำเนิดดิน (Parent rock) ไม่มีการตกตะกอนของวัสดุดินจากการชะล้าง และไม่มีการสะสมของอินทรียวัตถุ

2.4.1.5 ชั้นอาร์ (R Horizon) เป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดิน หรือหินพื้น (Bedrock) (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561)

2.4.2 ส่วนประกอบของดิน (Soil component)

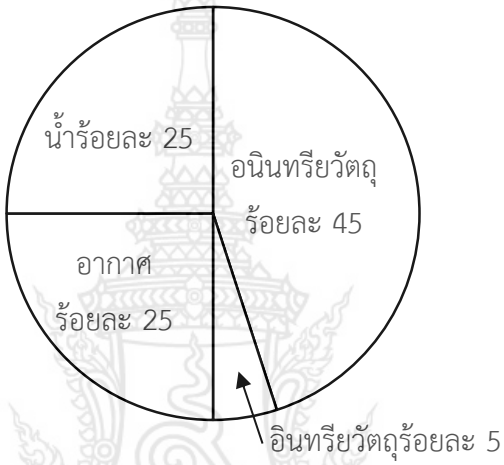
สามารถแบ่งออกตามความสำคัญ และหน้าที่ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้ 4 ส่วน ได้แก่

2.4.2.1 สารอนินทรีย์ หรือแร่ธาตุ เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ต่าง ๆ รวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังทับถมกันเป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารของพืชและแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน พืชจะดูดขึ้นมาใช้เป็นอาหาร ได้

2.4.2.2 สารอินทรีย์ เกิดจากการทับถมของใบไม้และสัตว์ที่ตายแล้วเรียกรวมว่า ฮิวมัส ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดอาหารของพืชและจุลินทรีย์ที่สำคัญ คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน เป็นส่วนที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต และยังช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น

2.4.2.3 น้ำ ได้จากน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นผิวดินหรือน้ำใต้ดินซึมขึ้นมา น้ำอยู่ในส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดินดินแต่ละชนิดอุ้มน้ำไว้มากน้อยแตกต่างกัน ดินที่เหมาะต่อการเพาะปลูกจะมีน้ำในดินประมาณร้อยละ 25 เพื่อให้พืชดูดน้ำที่มีแร่ธาตุละลายอยู่ไปใช้ได้ และทำให้ดินมีความชุ่มชื้นและอ่อนนุ่มลงมีประโยชน์มากสำหรับพืช

2.4.2.4 อากาศ แทรกซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินในส่วนที่ไม่มีน้ำ ซึ่งเรียกว่า “ความพรุน” อากาศที่อยู่ในดินมีประโยชน์ออกซิเจนในดินจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะรากพืชจะดูดอาหารขึ้นมาใช้ได้นั้นจากพืชจะต้องหายใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ดินมีความร่วนซุย และความอ่อนนุ่มละเอียดกว่าดินชั้นบน (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561) ปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบของดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก โดยทั่วไปจะมี อนินทรียวัตถุ ร้อยละ 45 อินทรียวัตถุร้อยละ 5 น้ำร้อยละ 25 และอากาศร้อยละ 25 ดังภาพ 2.5

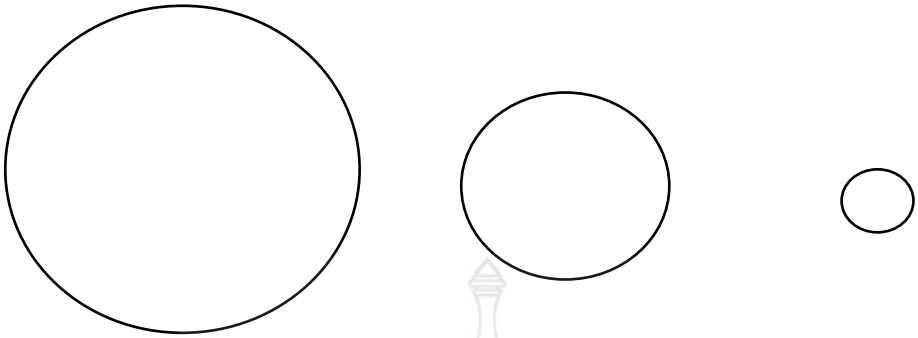


ภาพ 2.5 ส่วนประกอบของดิน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (2561)

2.4.3 ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะรวมตัวกันเข้าเกิดเป็นเม็ดดิน อนุภาคเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลางเรียกอนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่เรียกว่า อนุภาคทราย ดังภาพ 2.6 เนื้อดินจะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน ทำให้ เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561)



ทราย 2.0 – 0.02 mm. ทรายแป้ง 0.2 – 0.002 mm. ดินเหนียว < 0.002 mm.

ภาพ 2.6 อนุภาคของดิน

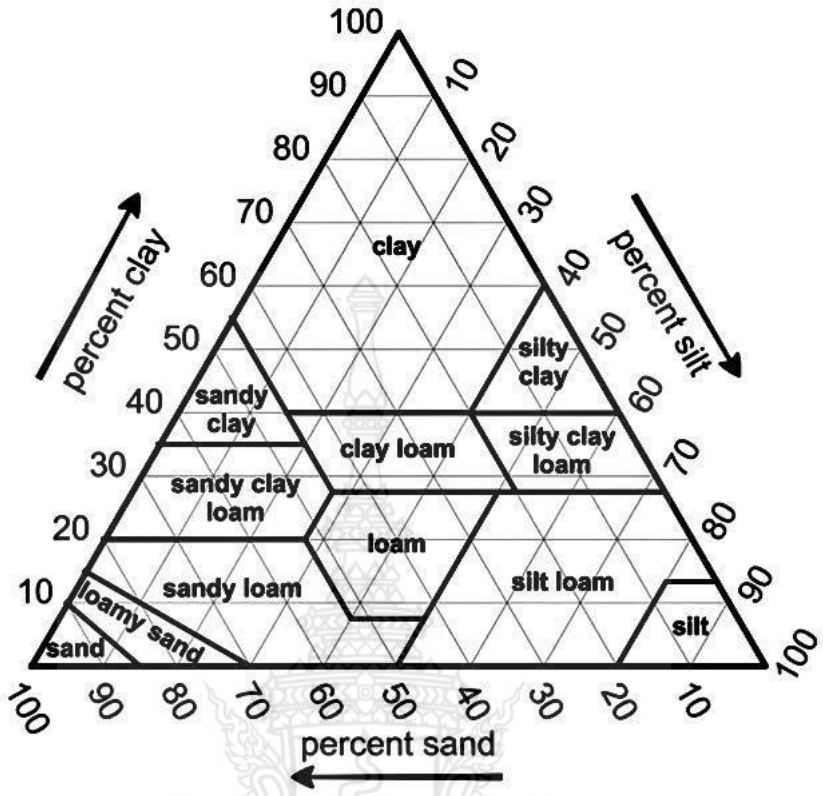
ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (2561)

2.4.3.1 ดินเหนียวเป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วจะมีความยืดหยุ่นอาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้เหนียวเหนอะหนะติดมือเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูงเป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียดเพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มากเหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน

2.4.3.2 ดินทรายเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชมีน้อย พืชที่ชั้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ เป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก

2.4.3.3 ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบแต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า

นักปฐพีวิทยาแบ่งดินออกเป็น 12 ชนิด โดยการศึกษาสัดส่วนการกระจายอนุภาค ของดินดังภาพ 2.7



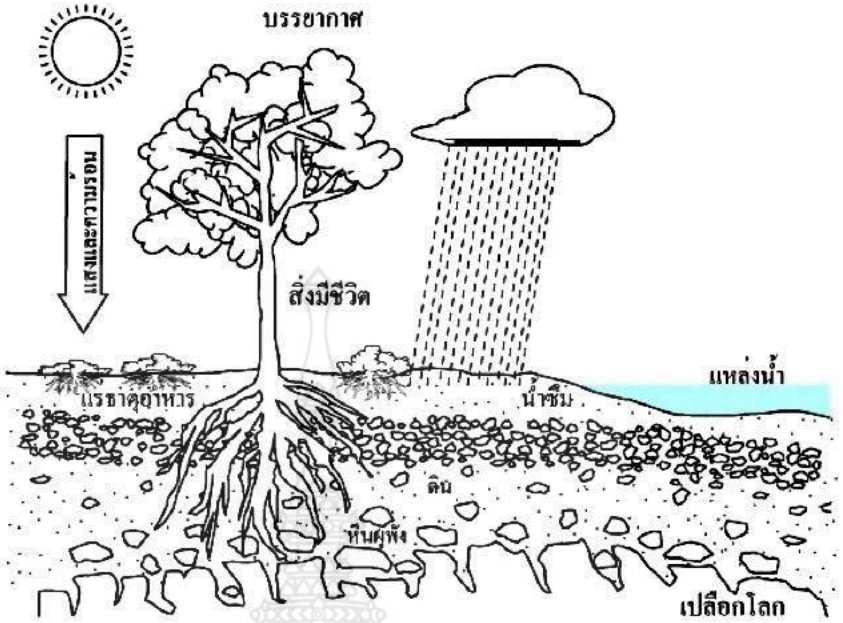
ภาพ 2.7 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (2561)

การจำแนกดินช่วยให้เราเข้าใจถึงคุณสมบัติของดินประเภทต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการถ่ายเทพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมและวิศวกรรม เป็นต้น (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561)

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อดิน

ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา คุณสมบัติบางประการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น อุณหภูมิ และปริมาณน้ำ ในขณะที่คุณสมบัติบางประการเปลี่ยนแปลงช้ามาก เช่น ชนิดของแร่ (อาจต้องใช้เวลาเป็นร้อยหรือพันปี) คุณสมบัติของดินจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักสำคัญ 5 ประการ ดังภาพ 2.8



ภาพ 2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อดิน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (2561)

2.4.4.1 วัตถุต้นกำเนิดดิน ดินจะเป็นอย่างไรขึ้นกับวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ หินพื้น อินทรียวัตถุ ผิวดินดั้งเดิมหรือชั้นหินตะกอนที่เกิดจากการพัดพาของน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง ภูเขาไฟ หรือวัตถุที่เคลื่อนที่ลงมาจากพื้นที่ลาดชัน

2.4.4.2 สภาพภูมิอากาศ ความร้อน ฝน น้ำแข็ง หิมะ ลม แสงแดด และแรงกระทบจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งทำให้วัตถุต้นกำเนิดผุพังแตกหัก และมีผลต่อกระบวนการเกิดดินว่าจะเกิดเร็วหรือช้า

2.4.4.3 สิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในดินหรือบนดิน (รวมถึงจุลินทรีย์และมนุษย์) ปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่พืชต้องการมีผลต่อการเกิดดิน สัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินจะช่วยย่อยสลายของเสียและช่วยเคลื่อนย้ายวัตถุต่าง ๆ ไปตามหน้าตัดดิน ซากพืชและสัตว์ที่ตายแล้วจะกลายเป็นอินทรียวัตถุ ซึ่งทำให้ดินสมบูรณ์ขึ้น การใช้ที่ดินของมนุษย์ก็มีผลต่อการสร้างดินด้วยเช่นกัน

2.4.4.4 ภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศจะมีผลต่อดินอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดินตามลักษณะภูมิประเทศ เช่น ดินที่เชิงเขาจะมีความชื้นมากกว่าดินในบริเวณพื้นที่ลาด และพื้นที่ที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงจะทำให้ดินแห้งเร็วขึ้น

2.4.4.5 เวลา ปัจจัยข้างต้นทั้งหมดเกี่ยวข้องกับเวลา เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปการพัฒนาของชั้นดินจะเพิ่มขึ้น (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561)

2.4.5 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารแก่พืช ประเมินได้จากสมบัติทางเคมีของดิน 5 ประการคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity : CEC) ร้อยละการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Percent base saturation : %BS) ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (Available phosphorus : P) และ ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม (Available potassium : K) ดังแสดงในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ระดับของธาตุอาหารที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับของธาตุอาหาร	OM (%)	CEC (dS/m/ดิน 100 กรัม)	BS (%)	available P (ppm)	available K (ppm)
ต่ำ	< 1.5	< 10	< 35	< 10	< 60
ปานกลาง	1.5 - 3.5	10 – 20	35 – 75	10 - 25	60 – 90
สูง	> 3.5	> 20	> 75	> 25	> 90

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2543)

2.4.5.1 การวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางกายภาพ

1) การหาองค์ประกอบอนุภาคดิน

เนื้อดิน (Soil texture) เป็นคุณสมบัติของดินที่เกิดจากสมบัติโดยรวม ของอนุภาคทราย (Sand) ซิลท์ (Silt) และดินเหนียว (Clay) ซึ่งแสดงถึงความหยาบความละเอียด ของดิน ถ้าดินมีปริมาณกลุ่มอนุภาคทรายมากจะจัดเป็นดินประเภทเนื้อหยาบ (Coarse texture class) แต่ถ้าดินมีปริมาณกลุ่มอนุภาคดินเหนียวมากจะเป็นประเภทเนื้อละเอียด (Fine textural class) และถ้าดินมีปริมาณกลุ่มอนุภาคดินเหนียวกับปริมาณกลุ่มอนุภาคทรายในสัดส่วนที่ไม่แสดง สมบัติเด่นชัดไปทางทรายหรือดินเหนียวจะจัดเป็นประเภทเนื้อปานกลาง (Medium textural class) การแบ่งประเภทของเนื้อดินจะใช้พิจารณาจากปริมาณทราย ซิลท์ และดินเหนียวที่เป็นองค์ประกอบของดินผง (Fine earth) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคไม่เกิน 2 มิลลิเมตร การวิเคราะห์เนื้อดิน มีหลายวิธีได้แก่ วิธีสัมผัสโดยใช้ความรู้สึกจากการปั้นดินกับน้ำซึ่งจำเป็นต้องฝึกฝนมาก เพื่อให้เกิดความชำนาญและถูกต้อง วิธีปิเปต ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลถูกต้องแม่นยำดีมากแต่มีความยุ่งยากพอสมควร และวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ ซึ่งสามารถทำได้ครั้งละจำนวนมากรวดเร็วได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ ผลการทดสอบโดยใช้วิธีไฮโดรมิเตอร์สามารถจำแนกประเภทเนื้อดินที่สำคัญออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

(1) ประเภทดินเหนียว (Clay texture) ได้แก่ ดินเหนียว (Clay) ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) และดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay)

(2) ประเภทดินร่วนปนเหนียว (Clay loam texture) ได้แก่ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) และดินร่วนปนเหนียว (Clay loam)

(3) ประเภทดินร่วน (Loamy texture) ได้แก่ ดินร่วน (Loam) ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam) ดินร่วนปนทราย (Sandy loam) และดินทรายแป้ง (Silt)

(4) ประเภทดินทราย (Sandy texture) ได้แก่ ดินทราย (Sand) และดินทรายปนร่วน (Loamy sand) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

2) การหาความชื้นในดิน

ความชื้นในดิน เป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง โดยทั่วไปสัดส่วนนี้มีค่าระหว่าง 0.05 – 0.5 กรัม/กรัม มีเพียงดินที่แห้งจัดเท่านั้นที่ค่านี้น้อยกว่าปกติ เช่น ดินในทะเลทรายมีค่าต่ำ 0.05 กรัม/กรัม และมีเพียงดินที่มีอินทรียสารสูง ดินพรุ หรือดินเหนียวที่ชุ่มน้ำจะมีค่าสูงกว่า 0.5 กรัม/กรัม การวัดความชื้นในดินช่วยบอกหน้าที่ของดิน ที่อยู่ในบริเวณระบบนิเวศนั้น ตัวอย่างเช่น แสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำหรือไหลผ่านของน้ำในดินที่เกิดจากการไหลของน้ำใต้ดิน การไหลของน้ำผิวดินและการคายน้ำและระเหยของน้ำออกสู่บรรยากาศ และยังใช้อธิบายความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหาร และน้ำสู่พืชซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืช (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

2.4.5.2 การวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี

1) การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน

ความเป็นกรด (Acidity) หรือ ความเป็นด่าง (Alkalinity) ของดินเป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของดินเกี่ยวข้องกับ Hydrogen Ion (H^+) และ Hydroxyl Ion (OH^-) ในสารละลายดิน (Soil solution) โดยปกติในสารละลายดินจะมีไอออนทั้งสองชนิดนี้ และ

ถ้ามี $H^+ > OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด เรียกดินกรด

ถ้ามี $H^+ < OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง เรียกดินด่าง

ถ้ามี $H^+ = OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกลาง เรียกดินเป็นกลาง

แหล่งที่มาสำคัญของ H^+ ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นกรดในดิน ได้แก่

(1) H^+ จากกรดในดินเช่น H_2CO_3, HNO_3, H_2SO_4 และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ดังสมการ 2.3

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4$ สมการ 2.3

(2) H^+ ที่เกิดจาก Al^{3+} และ Fe^{3+} ในสารละลายดิน ดังสมการ 2.4

$Al^{3+} + H_2O \longrightarrow Al(OH)^3 + 3H^+$ สมการ 2.4

แหล่งที่มาที่สำคัญของ OH^- ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นด่างนั้น ได้แก่ OH^- ที่เกิดจาก Basic cations เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ และ Na^+ เมื่ออยู่ในสารละลายดิน การวัดความเป็นกรดหรือด่างของดิน นิยมวัดออกมาเป็นค่า pH ดังตาราง 2.2 แทนการบอกเป็นค่าความเข้มข้นของ H^+ หรือ OH^- ในสารละลาย ทั้งนี้ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย “ผลคูณความเข้มข้นของ H^+ และ OH^- จะมีค่าคงที่เท่ากับ 10^{-14} M ” ดังนั้นการวัดความเป็นกรดด่างของสารละลายจึงนิยมวัดเฉพาะความเข้มข้นของ H^+ (Active acidity) เท่านั้น ดังสมการ 2.5

$pH = -\log_{10}[H^+]$ สมการ 2.5

เมื่อ $[H^+]$ คือความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ตาราง 2.2 ค่า pH ของดิน

ระดับ	ช่วง pH_{water} , 1:1
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

2) การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity : EC)

ในดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่หลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl, $CaCl_2$, $NaHCO_3$ และ N_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น $CaSO_4$ การวัดค่าการนำ

ไฟฟ้าของดินจึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดินและค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำอาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือเรียกว่า $EC_{1:5}$ หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated paste) และวัดในสารละลายที่สกัดได้เรียกว่า EC Extract (EC_e) จะใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่าใดก็ตามจะต้องระบุสัดส่วนนั้นไว้ด้วยทุกครั้งที่รายงานผล

EC_e และ $EC_{1:5}$ ของตัวอย่างเดียวกันจะให้ค่าไม่เท่ากันเนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายออกมาจากดินจะไม่เท่ากัน ในการวัด EC ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ ที่ปริมาณน้ำที่มากอาจละลายเกลือออกมาได้เกือบหมด แต่ EC_e จะใช้น้ำน้อยกว่าวิธี $EC_{1:5}$ ทำให้มีเกลือละลายออกมาได้เกือบหมด แต่ EC_e จะใช้น้ำน้อยกว่าวิธี $EC_{1:5}$ ทำให้มีเกลือละลายออกมาได้น้อย ดังนั้นค่า $EC_{1:5}$ เมื่อเทียบกันเป็นความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินจะมากกว่าค่าที่ได้จาก EC

ค่า EC_e หรือ Electrical conductivity เป็นค่าที่ได้เมื่อสภาวะของดินต่อน้ำใกล้เคียงกับสภาพการอุ้มน้ำที่มีความจุสนาม (Field capacity) ซึ่งต่างกับค่า $EC_{1:5}$ ซึ่งใช้น้ำมากกว่าน้ำหลายเท่า ทำให้เปรียบเทียบกับสภาพของดินตามธรรมชาติไม่ได้ ดังนั้น ค่า EC_e จึงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าค่า $EC_{1:5}$ หน่วยของค่า EC_e ที่นิยมใช้มี EC x 10^{-3} mS/cm (dS/m) และ EC x 10^{-6} µS/m ทั้งนี้ค่า EC_e ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสารละลาย เพิ่มขึ้นโดยจะเพิ่มขึ้น ประมาณร้อยละ 2 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น °C ดังนั้นอุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC_e คือ 25 °C ดังตาราง 2.3 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ตาราง 2.3 ค่าบ่งชี้ความเค็มในดินด้วยค่าการนำไฟฟ้าและผลกระทบของความเค็มในดินต่อพืช

EC_e (dS/m)	**เกลือในดิน (%)**	**ระดับความเค็มของดิน**	**ผลกระทบต่อพืช**
2	<0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
2-4	0.1-0.2	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนความเค็ม
4-8	0.2-0.4	เค็มปานกลาง	จำกัดการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8-16	0.4-0.8	เค็มจัด	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
>16	>0.8	เค็มจัดมาก	พืชทนเค็มน้อยชนิด หรือพืชชอบเกลือ

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

3) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะกรณีที่ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH^{4+}) หรือไนเตรต (NO^{3-}) เท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะต้องรอให้จุลินทรีย์ย่อยสลายก่อน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

4) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและจะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.06 เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มีร้อยละ 0.14 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.83 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินอยู่ในรูปอนุมูลฟอสเฟต คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^- ซึ่งได้จากกระบวนการแปรสภาพของอินทรียวัตถุ และจากการละลายของสารประกอบฟอสเฟตต่าง ๆ ในดินออกมาอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลกัน เมื่อพืชดูดดึงฟอสเฟตในสารละลายดินไปใช้จะทำให้ปริมาณในส่วนนี้ลดลง ฟอสเฟตในดินจะถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อชดเชย ซึ่งอัตราการสลายตัวของฟอสเฟตจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบฟอสเฟตในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

5) การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด

โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ (Minerals) เช่น แร่ไมก้า (Biolite, Muscovite), เฟลสปาร์ (Orthoclases, Microclines) เป็นต้นแร่เหล่านี้เมื่อโครงสร้างของดินถูกทำลาย หรือเปลี่ยนแปลงชนิดแร่ จะปลดปล่อย K^+ ออกมาได้ปริมาณที่เป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมคือ Exchangeable K^+ ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น CEC ปริมาณแร่ดินเหนียว หรือ ประเภทเนื้อดิน ฯลฯ โดยโพแทสเซียมในดินที่พืชจะนำไปใช้ได้นั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Exchangeable K^+ และ K^+ ในสารละลายดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

2.5 ดินเปรี้ยว

2.5.1 ความหมายของดินเปรี้ยว

ดินเปรี้ยวหรือดินกรด หมายถึง ดินที่มีปริมาณแคตไอออน (หรือไอออนบวก) ที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable cation) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจน และอะลูมินัมทำให้ค่า pH ของดิน มีค่าต่ำกว่า 7 อนุมูลอิสระของไฮโดรเจนและอะลูมินัมมีสภาพเป็นกรดหากมีอยู่ในสารละลายดินมากค่าความเป็นกรดก็ยิ่งมาก

เมื่อดินอยู่ในสภาพกรด แคตไอออนในสารละลายดิน โดยอย่างยิ่งอะลูมินัมซึ่งมีอยู่มากจะเข้าไปไล่ที่แคตไอออนที่เป็นธาตุอาหารพืชและมีสภาพเป็นด่าง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียมทำให้โดยค่าความอิ่มตัวด้วยอะลูมินัม (Aluminum saturation) ในดินกรดมีค่าสูงและดินก็มักจะขาดธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ดินที่มีค่าความอิ่มตัวด้วยอะลูมินัมต่ำกว่าร้อยละ 40 จัดได้ว่าดินมีความเป็นกรดน้อย ส่วนในระดับร้อยละ 40-70 เป็นดินมีความเป็นกรดปานกลางและหากสูงกว่าร้อยละ 70 ถือได้ว่าดินมีความเป็นกรดจัด (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.5.2 สาเหตุของการเกิดดินเปรี้ยว

ความเป็นกรดของดินเกิดจาก

2.5.2.1 ดินที่วัตถุต้นกำเนิดมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น ดินที่เกิดจากหินอัคนีสีจาง เช่น หินแกรนิต หรือจากการทับถมของทะเลที่มีแร่ไพไรต์ (Pyrite, FeS_2) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเมื่อถูกออกซิไดซ์จะได้กรดกำมะถัน ซึ่งเป็นกรดแก่ทำให้ดินเป็นกรดอย่างรุนแรง หรือดินพรุซึ่งมีอินทรียวัตถุอยู่สูงมาก เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวได้คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำก็จะได้กรดคาร์บอนิก และหากการสลายตัวไม่สมบูรณ์ก็จะได้กรดอินทรีย์

ตัวอย่างดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดมีฤทธิ์เป็นกรดที่สำคัญ ได้แก่ ดินกรดซัลเฟต (Acid sulfate soil) ซึ่งดินกรดซัลเฟต หรือดินเปรี้ยวจัด หมายถึง ดินที่ความเป็นกรดที่เกิดจากกรดกำมะถัน โดยดินที่มีโอกาศเป็นดินกรดซัลเฟต จะอยู่ในสภาพไร้อากาศ (Anaerobic) ซึ่งโดยทั่วไปเป็นดินที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลมีที่แร่ซัลไฟด์เป็นชั้นใกล้ชั้นผิวดินซึ่งหากชั้นนี้กระทบอากาศจะทำให้เกิดกระบวนการออกซิเดชั่นกับแร่ซัลไฟด์เกิดเป็นกรดกำมะถันที่ทำให้ pH ของดินชั้นนี้ลดลงอย่างมากจนพืชไม่สามารถขึ้นได้

การที่จะเรียกว่าเป็นชั้นกำมะถันได้จะต้องมีอย่างน้อย 1 อย่างต่อไปนี้ (ก) มีจาโรไซต์ ซึ่งสังเกตได้จากสีเหลืองฟางในชั้นนี้ (ข) มีซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ตั้งแต่ร้อยละ 0.05 ขึ้นไป หรือ (ค) มีสารกำมะถัน (Sulfidic material) หมายถึงสารประกอบของกำมะถัน โดยอาจเป็นแร่ (เช่น แร่กำมะถัน หรือแร่ซัลไฟด์พบได้ทั่วไป เช่น ไพไรต์ หรือพวกโมโนซัลไฟด์) หรือสารอินทรีย์ กำมะถันในดินที่มีค่า pH > 3.5 ซึ่งชั้นนี้ถูกแช่ขังอิ่มตัวอย่างถาวรโดยน้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำกร่อย

ส่วนมาตรฐานการสำรวจดินและที่ดิน (2553) ซึ่งได้จำแนกดินเปรี้ยวจัดออกเป็น 3 ระดับ โดยกำหนดตามระดับที่พบชั้นกำมะถัน (จาโรไซต์) ดังนี้

1) ดินเปรี้ยวจัดที่มีกรดรุนแรงมาก (Severely acid sulfate soils) พบชั้นกรดกำมะถันในระดับตื้น (0-50 เซนติเมตร) จากผิวดิน

2) ดินเปรี้ยวจัดที่มีกรดรุนแรงปานกลาง (Moderately acid sulfate soils) พบชั้นกรดกำมะถันในระดับลึกปานกลาง (50-100 เซนติเมตร) จากผิวดิน

3) ดินเปรี้ยวจัดที่มีกรดรุนแรงน้อย (Slightly acid sulfate soils) พบชั้นกรดกำมะถันในระดับลึก (100-150 เซนติเมตร) จากผิวดิน

2.5.2.2 ดินมีอายุนาน มีการชะล้างสูง ดินที่มีการสร้างตัวมานานและมีการชะล้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดินที่มีเนื้อหยาบ แคตไอออนที่มีสภาพด่างในดินเหล่านี้ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบของดิน ในรูปคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต หรือซัลเฟตแคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งละลายน้ำได้ดีจึงถูกชะล้างได้ง่าย นอกจากนั้นธาตุเหล่านี้ยังถูกพืชดูดใช้เป็นธาตุอาหาร โดยตลอดขณะที่พืชได้รับไฮโดรเจนในรูปของน้ำทำให้สัดส่วนของไอออนไฮโดรเจนในสารละลายดินเพิ่มขึ้นตามอายุของดินความเป็นกรดของดินจึงเพิ่มขึ้น

2.5.2.3 การจัดการระบบนิเวศและการเกษตร ในระบบนิเวศด้านการเกษตร โดยที่วัฏจักรคาร์บอน, ไนโตรเจน และ กำมะถัน ล้วนมีขั้นตอนในการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนได้ทั้งสิ้น เช่น การเกิดกรดอินทรีย์หรือคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคาร์บอนซึ่งได้กรดคาร์บอนิกในดินและในอากาศ การเกิดไนเทรตจากการสลายตัวของโปรตีนหรือกรดอะมิโน หรือการเกิดซัลเฟตจากการสลายตัวของกำมะถันอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีหลายชนิด เช่นแอมโมเนียมซัลเฟต ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ยูเรียซูเปอร์ฟอสเฟตล้วนมีผลตกค้างเป็นกรด เช่น ในสภาพดินเนื้อหยาบและอินทรียวัตถุต่ำ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือไดแอมโมเนียมฟอสเฟตในอัตราสูง ๆ ติดต่อกันสามารถทำให้ค่า pH ของดินลดลงได้ 1 หน่วยในระยะเวลาเพียงประมาณ 10 ปี

2.5.2.4 ผลจากการอุตสาหกรรม ในด้านผลจากการอุตสาหกรรม การปล่อยก๊าซของกำมะถัน และไนโตรเจน จากการใช้น้ำมันปิโตรเลียมปริมาณมหาศาลทำให้เกิดกรดกำมะถันและกรดไนตริกบรรยากาศ และตกลงมากับฝนเป็นฝนกรด ความเป็นกรดของดินในเขตอบอุ่นและเขตหนาวจากกรณีฝนกรดเช่นนี้ถือว่ารุนแรงมากและเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้ป่าสนในเขตเหล่านี้มีพื้นที่ลดลง (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.5.3 ลักษณะของดินเปรี้ยว

ดินเปรี้ยวหรือดินกรดจัดจะมีดินชั้นบนเป็นดินเหนียวสีเทาหรือสีเทาเข้มถึงดำลึกประมาณ 20-40 เซนติเมตร อาจจะมีจุดประสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดงโดยดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทาถึงสีเทามีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาลสีแดงหรือสีเหลืองฟางข้าว ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของดินเหนียวที่มีกรดกำมะถันอยู่มากในชั้นดินโดยชั้นดินที่ลึกลงไปประมาณหนึ่งฟุตจะสังเกตเห็นมีจุดสีเหลืองสีน้ำตาล พืชที่ปลูกบนพื้นที่ดินเปรี้ยวจะมีการเจริญเติบโตช้า สภาพต้นจะเตี้ยแคระ แกร็น ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยผลผลิตถดถอยอ่อนแอต่อโรคและแมลงสภาพดิน โดยรวมจะแน่นแข็งเนื่องจากโครงสร้างทางด้านระบบนิเวศน์ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขาดสิ่งมีชีวิตเข้ามาทำกิจกรรมหนุนเนื่องส่งผลให้พืชเจริญเติบโตแบบขาดแคลน (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.5.4 ปัญหาของดินเปรี้ยว

จากความหมายของดินเปรี้ยวที่กล่าวข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าดินเปรี้ยวจัดเป็นดินที่มีสภาพกรดที่รุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (pH 3.5 – 5.0) เกิดจากสารประกอบซัลไฟด์และซัลเฟตในชั้นดินจึงมีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปเกิดจากความเป็นกรด ดังนี้

2.5.4.1 ความเป็นกรดจัดทำให้ขาดความสมดุลดิน น้ำ พืช

2.5.4.2 ความเป็นพิษของอะลูมินัม เหล็ก แมงกานีส และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำลายระบบรากพืช

2.5.4.3 สภาวะขาดแคลนธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส รวมทั้งอาหารรองและธาตุต่าง ๆ พืชจะแคระแกร็นหรือตาย

2.5.4.4 กิจกรรมจุลินทรีย์ต่ำกว่าปกติ เนื่องจากกรดทำให้ขบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุต่ำมาก

2.5.4.5 การเจริญเติบโตของรากพืชถูกจำกัด เมื่อปลายรากพืชถึงดินชั้นล่างที่มีความเป็นกรดรุนแรง

2.5.4.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำเป็นกรด ทำลายระบบนิเวศ พืชและสัตว์น้ำ และทำลายกัดกร่อนโครงสร้างคอนกรีตและโลหะ (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.6 ดินเค็ม

2.6.1 ความหมายของดินเค็ม

ดินเค็ม (Saline soil) หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายอยู่ในสารละลายดินเป็นปริมาณมากจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณผลผลิต คุณภาพของผลผลิต และอาจถึงขั้นทำให้พืชตายได้ เกลือที่ละลายได้ส่วนใหญ่จะเป็นเกลือของธาตุโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม โดยที่แคลเซียมแมกนีเซียมและโพแทสเซียมนั้นเป็นธาตุอาหารพืช ดังนั้นในสภาพดินเค็ม สารมลพิษที่สำคัญคือ โซเดียมและคลอไรด์ (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.6.2 การวัดค่าดินเค็ม

ความเค็มของดินไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณ เกลือโซเดียมที่มีอยู่ทั้งหมดในดิน แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือโซเดียมที่ละลายได้ในน้ำในดิน โดยสภาพละลายได้ (Solubility) ของเกลือจะใช้สภาพละลายได้ของยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) เป็นค่ามาตรฐาน เกลือที่มีสภาพละลายสูงกว่ายิปซัมถือได้ว่าละลายได้ดีสามารถทำให้ดินเค็ม ส่วนเกลือที่มีสภาพละลายได้ต่ำกว่ายิปซัมถือว่าละลายได้ต่ำและไม่

ทำให้เกิดดินเค็ม โดยเกลือชนิดต่าง ๆ ที่มีการละลายได้ต่างกันแสดงดังตาราง 2.4 ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าแม้เกลือซัลเฟตของโซเดียมจะมีสภาพละลายได้ต่ำกว่าเกลือคลอไรด์ของโซเดียมแต่ก็ยังสามารถทำให้เกิดดินเค็มได้ ทั้งนี้เกลือส่วนที่ไม่ทำให้เกิดดินเค็ม คือ แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น (ศุภมาศ และคณะ, 2559) อย่างไรก็ตามการกำหนดความมาก-น้อยของความเค็มต้องกำหนดจากความเป็นพิษของโซเดียมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตาราง 2.4 ตัวอย่างเกลือชนิดต่าง ๆ ที่มีสภาพละลายได้แตกต่างกัน

ชนิดแร่	องค์ประกอบ	สภาพละลายได้ (Moles. Liter^{-1})
Calcite	$CaCO_3$	0.00014
Gypsum	$CaSO_4.2H_2O$	0.0154
-	$CaCl_2.6H_2O$	7.38
Magnessite	$MgCO_3$	0.001
Hexahydrite	$MgSO_4.6H_2O$	4.15
Epsomite	$MgSO_4.7H_2O$	3.07
Bischofite	$MgCl_2.6H_2O$	5.84
(Washing soda)	$Na_2CO_3.10H_2O$	2.77
(Baking soda)	$NaHCO_3$	1.33
Mirabilite	$Na_2SO_4.10H_2O$	1.96
Thenardite	$NaSO_4$	3.45
Halite	NaCl	6.15

ที่มา : ศุภมาศ และคณะ (2559)

เกลือที่มีบทบาทยับยั้งความเป็นพิษของเกลือโซเดียมในสภาพดินเค็มคือเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียม ดังนั้นการวัดค่าความเค็มของดินจึงนิยมวัดด้วยค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable sodium percentage : ESP) หรือสัดส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium adsorption ratio : SAR) ซึ่งค่าดังกล่าวสามารถหาได้ดังสมการ 2.6 และ 2.7

$$ESP = \frac{Na}{CEC} \times 100 \qquad \text{สมการ 2.6}$$

เมื่อ ESP คือ ร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีหน่วยเป็น %

Na คือ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม

CEC คือ ค่าความสามารถในการดูดซับแคตไอออนของดิน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} \qquad \text{สมการ 2.7}$$

เมื่อ SAR คือ สัดส่วนการดูดซับโซเดียม

Na, Ca และ Mg คือ ปริมาณโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม

ในดินที่มีโซเดียมที่ละลายได้สูง นอกจากโซเดียมจะเป็นพิษต่อพืชแล้วยังมีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยโซเดียมเป็นตัวการฟุ้งกระจาย (Dispersing agent) หากมีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินเหนียวตั้งแต่ร้อยละ 15 ขึ้นไปซึ่งจะไม่เกาะยึดกันเป็นเม็ดดิน ดินเหนียวโซเดียมเช่นนี้เมื่อดินมีความชื้นสูงส่วนใหญ่จะไม่เกาะกันเป็นเม็ดดิน แต่จะฟุ้งกระจายอยู่ในสารละลายดิน เมื่อน้ำในดินไหลซึมลงล่าง ดินเหนียวโซเดียมเหล่านี้ก็จะไหลตามไปด้วย และไปกระจุกตัวในช่องของดินทำให้ช่องของดินถูกอุดตัน ดินเหนียวโซเดียมเหล่านี้จึงทับถมกันเป็นแผ่นดานดินเหนียว (Clay pan) อยู่ใต้ดินทำให้ดินระบายน้ำไม่ดี การอุ้มน้ำของดินจะลดลง ในสภาพดินแห้งอากาศจะซึมผ่านชั้นดินดานนี้ได้ยาก ทำให้รากพืชชอนไชได้ลำบาก ส่วนดินเหนียวโซเดียมที่ยังอยู่ผิวหน้าดินเมื่อดินแห้งก็จะทำให้เกิดแผ่นคราบแข็งหน้าดิน (Surface crust) ทำให้การซาบซึม (Infitration) น้ำได้ของดินลดลงมาก ดินเกิดการกัดกร่อนและเกิดน้ำไหลบ่าได้ง่าย ดินมีการถ่ายเทอากาศได้น้อยลง รากพืชชอนไชได้ลำบาก และยอดต้นกล้าไม่สามารถงอกแทงทะลุผ่านขึ้นมาได้

แคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นตัวการตกตะกอน (Flocculating agent) ในอนุภาคดินเหนียวที่ดูดซับแคลเซียมและแมกนีเซียมไว้มาก จะมีขนาดของอนุภาคดินเหนียวเล็กลงเมื่อเปียก เนื่องจากแคตไอออนมีวาเลนซี +2 ขณะที่โซเดียมมีวาเลนซี +1 ดังนั้นหากธาตุเหล่านี้ไปไล่ที่โซเดียมจะไว้ทำให้อนุภาคดินมีขนาดเล็กลง ดังนั้นการกำหนดประเภทของดินเค็มจึงต้องพิจารณาจากปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ถูกดูดซับไว้ด้วย (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.6.3 ประเภทของดินเค็ม

จากการกำหนดของ U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) สามารถจำแนกประเภทของดินเค็มออกได้เป็น 3 ชนิด SAR คือ ดินเค็ม (Saline soil), ดินโซดิก (Sodic soil) และดินเค็มโซดิก (Saline-sodic soil) ดังตาราง 2.5 โดยอาศัยค่า EC_e และค่า SAR

ตาราง 2.5 การจำแนกประเภทของดินเค็ม

ประเภท	EC_e (dS/m)	SAR	ESP (%)	pH
Saline soil	>4	<13	<15	<8.5
Sodic soil	<4	>13	>15	>8.5
Saline-sodic soil	>4	>13	>15	<8.5

ที่มา : ศุภมาศ และคณะ (2559)

2.6.3.1 ดินเค็ม ดินชนิดนี้มีค่า EC_e มากกว่า 4 dS/m และมีค่า SAR น้อยกว่า 13 จากค่าดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความเค็มของดินชนิดนี้ไม่เป็นดินที่เค็มจากการละลายได้ของเกลือโซเดียม โดยทั่วไปดินมีค่า pH ต่ำกว่า 8.5 เกลือที่พบมักเป็นเกลือคลอไรด์ และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

2.6.3.2 ดินโซดิก ดินชนิดนี้มีค่าการนำไฟฟ้าไม่สูง คือค่า EC_e น้อยกว่า 4 dS/m แต่เป็นดินที่เค็มด้วยอิทธิพลของเกลือโซเดียมเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีค่า SAR มากกว่า 13 ดินชนิดนี้อาจมี pH ได้มากกว่า 8.5 ถ้าเกลือของโซเดียมในดินส่วนใหญ่เป็นเกลือไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) หรือเกลือคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) เพราะเมื่อดินเหนียวโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับน้ำก็จะเกิดไอออนไฮดรอกซิล (OH^-) ทำให้ pH ของดินสูงขึ้นได้มาก ดังสมการ 2.8, 2.9 และ 2.10

$$\text{Na-clay} + H_2O \longrightarrow \text{H-clay} + Na^+ + OH^- \qquad \text{สมการ 2.8}$$

$$HCO_3^- + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 + OH^- \qquad \text{สมการ 2.9}$$

$$CO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow HCO_3^- + OH^- \qquad \text{สมการ 2.10}$$

2.6.3.3 ดินเค็มโซดิก เป็นดินเค็มและก็เป็นดินโซดิกด้วย กล่าวคือ เกลือที่ละลายได้มีปริมาณมากเกินไปทำให้ค่า EC_e มากกว่า 4 dS/m ขณะเดียวกันก็ยังมีเกลือโซเดียมที่ละลายได้มากอีกด้วยทำให้ค่า SAR มากกว่า 13 ดินชนิดนี้อาจมีค่า pH น้อยกว่า 8.5 ได้ ถ้าเกลือของโซเดียมในดินส่วนใหญ่เป็นเกลือไบคาร์บอเนต หรือเกลือคาร์บอเนตอยู่มาก (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.6.4 สาเหตุการแพร่กระจายดินเค็ม

การแพร่กระจายของดินเค็มอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการพาเกลือไปสะสมในที่ต่าง ๆ ที่น้ำไหลผ่าน ซึ่งสาเหตุของการเกิดการแพร่กระจายดินเค็มอาจเกิดจากธรรมชาติหรือมนุษย์ ดังนี้

2.6.4.1 สาเหตุจากธรรมชาติ

หินหรือแร่ที่อมเกลืออยู่เมื่อสลายตัวหรือผุพังไป โดยกระบวนการทางเคมีและทางกายภาพก็จะปลดปล่อยเกลือต่าง ๆ ออกมาเกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่ หรือเคลื่อนตัวไปกับน้ำแล้วซึมสู่ชั้นล่างหรือซึมกลับมาบนผิวดินได้ โดยการระเหยของน้ำไปโดยแสงแดดหรือถูกพืชนำไปใช้ น้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับใกล้ผิวดินเมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นบนดินก็จะนำเกลือขึ้นมาด้วย ภายหลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้วก็จะทำให้มีเกลือเหลือสะสมอยู่บนผิวดินและที่ลุ่มที่เป็นแหล่งรวมของน้ำ น้ำแหล่งนี้ส่วนมากจะมีเกลือละลายอยู่เพียงเล็กน้อยก็ได้นาน ๆ เข้าก็เกิดการสะสมของเกลือโดยการระเหยของน้ำพื้นที่แห่งนั้นอาจเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบเก่าก็ได้

2.6.4.2 สาเหตุจากมนุษย์

การทำนาเกลือทั้งวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือวิธีการขูดคราบเกลือจากผิวดินมาต้มทิ้งจะมีปริมาณเกลือที่อยู่ในน้ำมากพอที่จะทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็ม การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือการมีน้ำใต้ดินเค็มอาจทำให้เกิดการยกระดับของน้ำใต้ดินขึ้นมา ทำให้พื้นที่โดยรอบและบริเวณใกล้เคียงเกิดเป็นพื้นที่ดินเค็มได้ การชลประทานที่ขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็มมักก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้น ๆ แต่ถ้ามีการคำนึงสภาพพื้นที่และศึกษาเรื่องปัญหาดินเค็มจะเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาดินเค็มได้วิธีหนึ่ง ส่วนการตัดไม้ทำลายป่าทำให้สภาพการรับน้ำของพื้นที่ไม่มีประสิทธิภาพอาจทำให้เกิดปัญหาตามมา เนื่องจากสภาพทางอุทกธรณีของน้ำเปลี่ยนแปลงที่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.6.5 ลักษณะของดินเค็ม

2.6.5.1 เป็นบริเวณที่ไม่ห่างจากฝั่งทะเลมากนัก และมีน้ำทะเลขึ้นท่วมถึงหรือเคยเป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำทะเลท่วมถึงมาก่อน

2.6.5.2 บริเวณพื้นที่ดินเค็มจะมีพืชที่สามารถทนเค็มได้ดีขึ้นอยู่ เช่น ชะคราม จากแสม โกงกาง ลำแพน ลำพูน เหงือกปลาหมอ หนามแดง หญ้าทนเค็มบางชนิด ฯลฯ ถ้ามีพืชพรรณชนิดนี้ขึ้นอยู่ในบริเวณพื้นที่นั้น ๆ จะเป็นพื้นที่ดินเค็ม

2.6.5.3 บนผิวดินมักพบคราบเกลือสีขาวปรากฏอยู่บนผิวดินเป็นหย่อม ๆ หรืออาจพบเนื้อดินฟุ้งกระจายเม็ดดินแตกสลายเมื่อเปียกน้ำจะพองตัว เนื่องจากดินมีเกลือโซเดียมคาร์บอเนตสูง บางแห่งเป็นดินแน่นทึบไม่มีพืชขึ้นอยู่เลย

2.6.5.4 พืชที่ปลูกบริเวณนั้นตายเป็นหย่อม ๆ อาการของพืชจะปรากฏให้เห็นซึ่งเกิดจากผลของความเค็ม เช่น ขอบใบจะไหม้ พืชแคระแกร็นไม่เจริญเติบโต เป็นต้น

2.6.5.5 เมื่อชิมดินและน้ำ หากมีรสกร่อยแสดงว่ามีอันตรายต่อพืชหรือน้ำเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.6.6 ปัญหาของดินเค็ม

2.6.6.1 ดินเค็มกับสมบัติทางฟิสิกส์ของดินและการกร่อนจากเกลือ

1) สภาพสเถียรของเม็ดดิน (Aggrerate stability) ต่ำเนื่องจากไอออนโซเดียมเป็นตัวการฟุ้งกระจาย

2) ดินมีความหนาแน่นรวม (Bulk density) สูงเมื่อดินมีการเชื่อยึดเป็นเม็ดดินได้น้อย ความหนาแน่นรวมของดินย่อมสูงขึ้นอันดัชนีแสดงว่าดินแน่นทึบดินมีปริมาณช่องในดินลดลง

3) สภาพให้ซึมได้ (Permeability) ของดินลดลง กล่าวคือ น้ำและอากาศซึมผ่านดินได้ช้าลงเนื่องจากดินมีปริมาณช่องในดินลดลง นอกจากนั้นอนุภาคดินเหนียวโซเดียมในสารละลายดินฟุ้งกระจายยิ่งทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านดินได้ช้าลง

4) ดินมีปัญหาการระบายน้ำและอากาศ

5) ดินมีการดูดยึดความชื้นสูง (Moisture retention) กล่าวคือน้ำในดินนอกจากมีแรงดูดยึดโดยอนุภาคดินด้วยแรงแคพิลารีแล้วยังมีแรงออสโมติกที่เพิ่มขึ้นอีกทำให้พืชต้องใช้พลังงานสูงในการจะเอาชนะแรงดูดยึดน้ำของดิน

6) การเกิดชั้นดานดินเหนียว ดินเค็มทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมลง และโซเดียมเป็นตัวการในการทำให้อนุภาคดินเหนียวฟุ้งกระจายในสารละลายดิน ดังได้อธิบายไว้แล้วอนุภาคดินเหนียวเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปกับน้ำที่ไหลซึมลงล่าง และไปกระจุกตัวทับถมกันในช่องของดินใกล้ผิวดินเกิดชั้นดานดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินโซดิก รากพืชส่วนใหญ่จะเจริญได้เฉพาะในส่วนเหนือชั้นดานดินเหนียวเพราะข้อจำกัดในการซึมได้ของน้ำและอากาศผ่านชั้นดานดินเหนียวนี้ เมื่อดินแห้งแผ่นดานดินเหนียวจะแข็งยากที่รากพืชจะงอกทะลุผ่านได้

7) การเกิดแผ่นคราบแข็งหน้าดิน การเกิดแผ่นดานหน้าดินเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในดินโซดิก การไถคลุกชั้นดานดินเหนียวซึ่งมีดินเหนียวโซเดียมอยู่สูงทับหน้าดินทำให้สภาพเม็ดดินมีความเสถียรน้อยลง เมื่อโดนเม็ดฝนตกกระแทกก็จะแตกได้ง่าย ดินเหนียวโซเดียมที่ฟุ้งกระจายอยู่หน้าดินก็จะทับถมกันเป็นแผ่นดานหน้าดินเมื่อดินแห้งทำให้ต้นกล้าไม่สามารถงอกทะลุผ่านได้

8) การกร่อนของโลหะในสิ่งก่อสร้าง เช่น เหล็ก เมื่อฝังตัวในดินเค็มจะเกิดสนิมได้ง่าย

9) การกร่อนของคอนกรีต สารละลายดินที่มีไอออนซัลเฟต (SO_4^{2-}) อยู่มาก สามารถละลายคอนกรีตได้ โดยซัลเฟตในสารละลายดินจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมในคอนกรีตเกิดเป็น $CaSO_4$ ซึ่งไม่ใช่สารซีเมนต์ทำให้คอนกรีตกร่อนได้ (ศุภมาศ และคณะ, 2559)

2.6.6.2 ดินเค็มกับการเจริญเติบโตของพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชโดยเกลือโซเดียมนั้นส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของแรงดันออสโมซิสในสารละลายดินเมื่อมีเกลือละลายอยู่มากเกินไปทำให้รากพืชดูดน้ำและธาตุอาหารที่ละลายในสารละลายดินได้ยากต้องใช้พลังงานมาก ซึ่งเป็นการลดพลังงานของพืชที่ควรนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตทำให้พืชที่ปลูกในดินเค็มเติบโตช้าและให้ผลผลิตต่ำ หากแรงดันออสโมซิสมีมากเกินไปน้ำก็จะไหลกลับออกจากเซลล์พืชสู่สารละลายดินทำให้พืชเหี่ยวถึงตายได้ ดินในสภาพเค็มมากอาจมีไอออนที่ละลายออกมาได้มากจนเป็นพิษกับพืชได้ เช่น โซเดียมจะมีผลโดยตรงต่อไม้ยืนต้น โดยทำให้ใบแห้ง ไหม้หรือตายได้ โดยโซเดียมอาจสะสมที่ใบเมื่อพืชคายน้ำ คลอไรด์ทำให้ปลายใบแก่แห้งไหม้ และลามตามขอบใบ

เกลือโซเดียมทำให้สมบัติทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือ โซเดียมเมื่อดูดซับกับอนุภาคดินเหนียวจะทำให้อนุภาคฟุ้งกระจายในสารละลายดินทำให้อัตราการซาบซึมน้ำได้ของดินต่ำมาก ดินมีการระบายน้ำต่ำ เมื่อมีฝนตกทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและดินกร่อนง่าย และเมื่อดินแห้งก็จะทำให้เกิดแผ่นแข็งหน้าดินปิดกั้นการแทงยอดอ่อนและการไชชอนของราก การมีเกลือที่มากเกินไปมีผลต่อสภาพกรดด่างของดิน และความสมดุลของธาตุอาหารพืชจุลินทรีย์ดินเจริญได้ช้าทำให้การสลายตัวของอินทรียวัตถุที่จะให้ธาตุอาหารแก่พืชเป็นไปได้ช้าและในปริมาณที่ต่ำกว่าดินสภาพปกติทั่วไปความหลากหลายของจุลินทรีย์ดินและพืชพรรณก็จะมีน้อยส่งผลโดยรวมต่อสภาพความอุมสมบูรณ์และสภาพเสถียรของความอุดมสมบูรณ์ของดินในที่สุด (ศุภมาศ และคณะ, 2559 ; กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภกร บุญยืน และคณะ (2558) ได้ศึกษาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอย โดยเตรียมตัวอย่างของเปลือกหอยแมลงภู่ หอยหวาน และหอยแครง ในรูปแบบผงนำไปเผาในช่วงอุณหภูมิ 500 700 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดและกรองผ่านตะแกรงคัดกรองขนาด 100 ไมโครเมตร พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยการนำมาวิเคราะห์ด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) และวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-emmelt-teller (BET)

ผลการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยทุกชนิดประกอบด้วยโครงสร้างอะราโกไนต์เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดการเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ ส่วนการเผาเปลือกหอยแมลงภู่จะเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ได้ดีกว่าเปลือกหอยแครง และเปลือกหอยหวาน ตามลำดับ นอกจากนี้แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยแครงยังมีความไวต่อความชื้น ซึ่งเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ง่าย

นราธิป วิทยากร (2557) ได้ศึกษาการเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) จากเปลือกไข่มาประยุกต์ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมอิเล็กโทรเซรามิก พบว่ามีสารประกอบที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ที่น่าสนใจอยู่ 6 ระบบ ได้แก่ $CaNb_2O_6$ $Ca_4Nb_2O_9$ $CaZrO_3$ $CaWO_4$ $CaCu_3Ti_4O_{12}$ และ $Ca_3Co_4O_9$ โดยนำแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกไข่มาใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โดยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid state reaction) จากนั้นศึกษาพฤติกรรมทางความร้อนของสารผสมระหว่างสารตั้งต้นโดยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกอะนาไลซิส (Thermogravimetric analysis; TGA) พบว่า $CaWO_4$ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาแคลไซต์อยู่ที่ 600 องศาเซลเซียส $Ca_4Nb_2O_9$ และ $CaCu_3Ti_4O_{12}$ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาแคลไซนต์อยู่ที่ 800 องศาเซลเซียส $CaNb_2O_6$ $CaZrO_3$ และ $Ca_3Co_4O_9$ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาแคลไซต์อยู่ที่ 900 องศาเซลเซียส จากนั้นนำผงผลึกที่ผ่านการเผาแคลไซนต์มาศึกษาการเกิดเฟสและโครงสร้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray diffraction : XRD) พบว่า สารทั้ง 6 ระบบมีตำแหน่งพีคที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับฐานข้อมูลมาตรฐาน JCPDS ผลจากเทคนิครามานสเปกโตรสโกปี (Raman spectroscopy : Raman) และฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform infrared spectroscopy : FTIR) พบว่าพีกที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับโหมดการสั่นของพันธะของสารในแต่ละระบบอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope : SEM) พบว่าอนุภาคที่ได้ของทั้ง 6 ระบบมีลักษณะหลายเหลี่ยมและขนาดอนุภาคเฉลี่ยขึ้นกับอุณหภูมิในการเผาแคลไซต์ และตรวจสอบสมบัติไดอิเล็กทริกของสารที่เตรียมได้ พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเซรามิกมีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกและค่าการสูญเสียไดอิเล็กทริกที่คงที่และมีค่าใกล้เคียงกันในทุก ความถี่ที่ทำการวัด

โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ (2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจาก จ. ชลบุรี และ จ. ฉะเชิงเทรา เพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งสองจังหวัดเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ โดยผลการศึกษาพบว่าดินจาก จ. ฉะเชิงเทราเป็น

ดินร่วนปนทรายและดินจาก จ. ชลบุรีเป็นดินร่วนปนเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองสมบัติทางแร่ที่มีโครงสร้างของควอตซ์เป็นหลักส่วนสมบัติอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุนรวม และความชื้น ซึ่งจะเห็นว่าดินใน จ. ฉะเชิงเทรา มีทรายเป็นองค์ประกอบมากกว่า ร้อยละ 80 จึงทำให้มีความหนาแน่นดินรวมสูง แต่มีความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน และความชื้นน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ จ. ชลบุรี สำหรับผลการทดลองด้านเคมี พบว่าดินจาก จ. ชลบุรี และ จ. ฉะเชิงเทรา ไม่มีโลหะในปริมาณที่เป็นอันตราย และดินใน จ. ชลบุรี มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารมากกว่า จ. ฉะเชิงเทรา

เสาวภา ไวยสุศรี (2558) ได้ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับฟอสฟอรัสในรูปของออโธฟอสเฟตด้วย $CaCO_3$ จากเปลือกไข่และ CaO จากเปลือกไข่ไก่เผา การวิเคราะห์หาปริมาณออโธฟอสเฟตด้วยวิธีกรดแอสคอร์บิก พบว่า ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการดูดซับเมื่อใช้ $CaCO_3$ จากเปลือกไข่ไก่เป็นตัวดูดซับ คือ pH เริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 1 เวลาในการดูดซับ 180 นาที และปริมาณตัวดูดซับ 2.0 กรัม โดยประสิทธิภาพในการดูดซับออโธฟอสเฟตมากกว่าร้อยละ 80 ส่วนการใช้ CaO จากเปลือกไข่ไก่เผาเป็นตัวดูดซับ พบว่า pH เริ่มต้นอยู่ในช่วง 4-11 เวลาในการ ดูดซับ 30 นาที และปริมาณตัวดูดซับ 0.1 และ 0.5 กรัม ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับออโธฟอสเฟตมากกว่าร้อยละ 97 การศึกษาไอโซเทอร์มของตัวดูดซับที่ใช้ในการดูดซับออโธฟอสเฟต สามารถวิเคราะห์และทำนายได้จากไอโซเทอร์มของการดูดซับแบบเชิงเส้นตรงของฟรุนดิชและแลงเมียร์ ซึ่งในการใช้ $CaCO_3$ จากเปลือกไข่ไก่เป็นตัวดูดซับพบว่ามีความสอดคล้องกับไอโซเทอร์มการดูดซับของฟรุนดิชได้ดีกว่าแลงเมียร์ แสดงให้เห็นว่าลักษณะการดูดซับดังกล่าวเป็นแบบหลายชั้นหรือ เป็นการดูดซับทางกายภาพมากกว่าทางเคมี ส่วนการใช้ CaO จากเปลือกไข่ไก่เผาเป็นตัวดูดซับจะสอดคล้องกับไอโซเทอร์ม การดูดซับของแลงเมียร์ได้ดีกว่าฟรุนดิช แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวของตัวดูดซับเป็นแบบเดียวกันหมด ตัวถูกดูดซับจะเรียงตัวเพียงชั้นเดียวบนพื้นผิวดูดซับ ในการศึกษาความสามารถในการดูดซับออโธฟอสเฟตในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก โดยการใช้สภาวะที่เหมาะสมจากการศึกษาน้ำตัวอย่างสังเคราะห์ พบว่า ผลการทดลองมีความสอดคล้องกันโดยประสิทธิภาพในการดูดซับมากกว่าร้อยละ 73 และ 99 เมื่อใช้ $CaCO_3$ จากเปลือกไข่ไก่ และ CaO จากเปลือกไข่ไก่เผาเป็นตัวดูดซับตามลำดับ

ทีปกร พรไชย (2561) ได้ศึกษาการสังเคราะห์แคลเซียมออกไซด์จากเศษเปลือกไข่ไก่จากอุตสาหกรรมโดยนำไปแคลไซต์ที่ 800 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 4 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแคลเซียมออกไซด์ ผลการศึกษาสารประกอบออกไซด์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ และโครงสร้างผลึกของออกไซด์ด้วยเทคนิคเอ็กเรย์ฟลูออเรสเซนต์ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจากเปลือกไข่ไก่เป็นแคลเซียมออกไซด์ได้อย่างสมบูรณ์ ในระยะเวลาแคลไซต์

4 ชั่วโมง โดยมีความสมบูรณ์ของแคลเซียมออกไซด์ที่ร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก การตรวจสอบลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของแคลเซียมออกไซด์ของที่ได้จากแคลไซน์เปลือกไข่ไก่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จะมีลักษณะพื้นผิวเป็นรูปทรงคล้ายแท่งดัมเบลล์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการแคลไซต์เป็นหนึ่งปัจจัยที่กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแคลเซียมออกไซด์ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังเป็นสภาวะใหม่ที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่ไก่ที่เป็นของเสียอุตสาหกรรมซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเปรียบได้กับแคลเซียมออกไซด์ทางการค้า

เอกรัฐ อักษรเผือก (2556) ได้ศึกษาการเคราะห์ตัวดูดซับตัวดูดซับแคลเซียมออกไซด์ด้วย วิธีโซลเจล และวิธีตกตะกอน โดยใช้เซทิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Cetyltrimethylammonium bromide : CTAB) และศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่าง Ca^{2+} : CTAB ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพของตัวดูดซับแคลเซียมออกไซด์ และประสิทธิภาพในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณ CTAB มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพจองตัวดูดซับแคลเซียมออกไซด์ ในกรณีของวิธีเจล พบว่า CTAB ขัดขวางการรวมตัวของอนุภาคทำให้ได้แคลเซียมออกไซด์มีพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนสูง โดยอัตราส่วนของ Ca^{2+} : CTAB ที่ 10 : 3.0 ทำให้เกิดพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.85 ตารางเมตร/กรัม และ 0.31 ลูกบาศเมตร/กรัม ตามลำดับ และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพการในการกักเก็บ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าให้ค่าการผันแปรสูงสุดที่ร้อยละ 82.4 และร้อยละ 68.6 ในรอบแรกและรอบที่ 11 ตามลำดับ ในกรณีของวิธีตกตะกอนพบว่า CTAB ช่วยลดขนาดอนุภาคแคลเซียมออกไซด์โดยอัตราส่วน Ca^{2+} : CTAB ที่ 25 : 6 มีพื้นที่ผิวและปริมาตรูพรุนสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.66 ตารางเมตร/กรัม และ 0.06 ลูกบาศเมตร/กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพการ ในการกักเก็บ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ค่าการผันแปรสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 54.60 และร้อยละ 56.60 ในรอบแรก และรอบที่ 11 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการสังเคราะห์ตัวดูดซับด้วยวิธีตกตะกอน ทำให้ค่าแปลงผันเพิ่ม เมื่อจำนวนรอบในการดูดซับและคายซับมากขึ้น หรือเรียกว่า “Self-Reactivation”

กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาเปลือกไข่เป็ดที่บดเป็นผงและเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 200 ถึง 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ พบว่าตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องและตัวอย่างที่เผาจนถึงอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส มีเฟสเป็นแคลไซต์ เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เฟสของแคลไซต์ลดลงในขณะที่มีเฟสใหม่ของแคลเซียมออกไซด์เกิดขึ้น เฟสของแคลเซียมออกไซด์สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 700 ถึง 900 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสตัวอย่างมีลักษณะเป็น

รูพรุนและเปราะ มีสีขาว แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกไข่เป็ดจะไวต่อความชื้นและเปลี่ยนเฟสเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งการเปลี่ยนเฟสนี้ได้ยืนยันด้วยวิธีการเรียทเวลด์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่เป็ดสามารถใช้เป็นตัวดูดความชื้นเชิงพาณิชย์ได้

ธนธรณ์ ปวงแก้ว (2555) ได้ศึกษาการเตรียมแคลเซียมออกไซด์บริสุทธิ์สูงมากกว่าร้อยละ 95 จากเปลือกหอยแครง เพื่อใช้ในการผลิตผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ โดยนำมากำจัดอินทรียสารออกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 เจือจางในน้ำอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร แช่ทิ้งไว้ 3 วัน และนำไปแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส 900 องศาเซลเซียส และ 950 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้องค์ประกอบทางแร่ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงความร้อนในการเลือกอุณหภูมิแคลไซต์ ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ภายใต้การสันดาปสมบูรณ์เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นแคลเซียมออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูง จากนั้นบดด้วยหม้อบดความเร็วสูงให้เป็นผงละเอียด แล้วนำไปตรวจสอบขนาดอนุภาคเฉลี่ยพื้นที่ผิวขนาดรูพรุนและปริมาตรรูพรุน มีค่าเท่ากับ 77 ไมโครเมตร 140 ตารางเมตร/กรัม 65 นาโนเมตร และ 0.23 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ด้วยวิธีการตกตะกอนร่วมทางเคมี พบสภาวะที่เหมาะสมคือผงแคลเซียมออกไซด์บริสุทธิ์สูงปริมาณ 30 กรัม ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตปริมาณ 28.76 กรัม เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทิ้งไว้อีก 10 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง และแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ตรวจสอบขนาดอนุภาคเฉลี่ยพื้นที่ผิว ขนาดรูพรุน ปริมาตรรูพรุนและร้อยละผลผลิตที่ได้ มีค่าเท่ากับ 20 ไมโครเมตร 18 ตารางเมตร/กรัม 259 นาโนเมตร 0.12 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และ 91.76 ตามลำดับ

ชาลินี ปลัดพรม (2560) ได้ศึกษา การปรับปรุงดินเค็มโดยการใช้อนุภาคนาโนคาร์บอนและอนุภาคนาโนของเหล็กประจุศูนย์ผสมผสานกับการใช้พืชบำบัดด้วยหญ้ารูซี่ โดยใช้ตัวอย่างดินเค็มจากตำบลสำโรง อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา การทดลองศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ศึกษาประสิทธิภาพและกำหนดปริมาณที่เหมาะสมของอนุภาคนาโนในการลดค่าความเค็ม (2) ศึกษาประสิทธิภาพในการลดและกำจัดความเค็มของการผสมผสานการใช้อนุภาคนาโนกับวิธีการพืชบำบัด (หญ้ารูซี่) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติ T-test และ ANOVA ผลการศึกษาพบว่า (1) อนุภาคนาโนคาร์บอนมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดค่าความเค็มได้ดีกว่าอนุภาคนาโนของเหล็กประจุศูนย์โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มเท่ากับร้อยละ 11.97 และ 12.04 ตามลำดับ และมีปริมาณที่เหมาะสมของอนุภาคนาโนคาร์บอนเท่ากับ 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สามารถลดค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็มได้ดีที่สุด เท่ากับ 10.9 6 เดซิซีเมน/เมตร และ 9.50 พีพีที ตามลำดับ และปริมาณที่เหมาะสมของอนุภาคนาโนของเหล็กประจุศูนย์ เท่ากับ 100 มิลลิกรัม /กิโลกรัม สามารถลดค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มได้ดีที่สุดเท่ากับ 11.51 เดซิซีเมน/เมตร และ 9.98 พีพีที ตามลำดับ และ (2) การผสมผสานการใช้อนุภาคนาโนคาร์บอนกับวิธีการพืชบำบัด (หญ้ารูซี่) มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเค็มได้ดีที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 39.88 และ 31.85 ตามลำดับ

นงคราญ มณีวรรณ และคณะ (2558) ได้ศึกษาทดลองปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตที่เป็นกรดจัด โดยใช้ปูนมาร์ล (อัตรา 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ คือ 50 75 100 และ 125 กิโลกรัม/ไร่) เพื่อเพิ่มผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง ผลการทดลองสองปี พบว่า ให้ผลไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ ปูนมาร์ลมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการแตกหน่อของหน่อไม้ฝรั่ง การไม่ใช้ปูนมาร์ลให้ผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งต่ำกว่าปูนมาร์ลทุกอัตราอย่างเด่นชัดถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยเคมี และพบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปูนมาร์ล และปุ๋ยเคมีมีอัตราต่างๆ คือการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ 50 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปูนมาร์ลอัตราสูง 1.5 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 711 กิโลกรัม/ไร่ ในปีแรก และถ้าใช้ปุ๋ยอัตราสูงขึ้นเป็น 75-100 กิโลกรัม/ไร่ จะได้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใช้ร่วมกับปูนมาร์ลอัตรา 1.0 และ 0.5 ตัน/ไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยอัตราสูงสุดให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใช้ร่วมกับปูน 1.5 ตัน/ไร่ คือ 808 กิโลกรัม/ไร่ ในปีแรก และผลผลิตในปีที่ 2 ได้ 1,177 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนในทาง เศรษฐกิจและพบว่า ผลผลิตที่ได้ปีแรกให้ผลตอบแทนไม่สูงนัก คือ ได้รายได้สุทธิ 8,392 บาท/ไร่ เมื่อใช้ปูนมาร์ล 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ย 125 กิโลกรัม/ไร่และในปีที่ 2 ได้ผลตอบแทนสูงมากเมื่อเทียบกับการปลูกข้าวในดินเปรี้ยว คือผลตอบแทนสูงสุด 16.035 บาท/ไร่ เมื่อใช้ปูน 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 กิโลกรัม/ไร่ และในปีที่ 2 ได้ผลตอบแทนสูงมากเมื่อเทียบกับการปลูกข้าวในดินเปรี้ยว คือได้ผลตอบแทนสูงสุด 16,035 บาท/ไร่ เมื่อใช้ปูน 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 กิโลกรัม/ไร่ การใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวทุกอัตราให้ผลตอบแทนต่ำกว่าต้นทุนและจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน พบว่าหลังจากมีการใส่ปูนมาร์ลปรับปรุงดินเปรี้ยวแล้วดินมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีในทางที่ดีขึ้นคือ pH สูงขึ้น มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้น เหล็กและอลูมินัม ที่สกัดได้มีน้อยลงตามอัตราปูนและปุ๋ยที่สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 รูปแบบงานวิจัย

งานศึกษางานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลายโดยสถานที่ ๆ ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ได้แก่ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ ดังนี้

3.2 สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

3.2.1.2 เครื่องตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE6006

3.2.1.3 เครื่องเตาเผา ยี่ห้อ HYSC รุ่น MF-SERIES

3.2.1.4 กระดาษกรองเบอร์ 42

3.2.1.5 ถ้วยกระเบื้อง

3.2.1.6 บีกเกอร์

3.2.1.7 ขวดรูปชมพู่

3.2.1.8 กระบอกตวง

3.2.1.9 ไฮโดรมิเตอร์

3.2.1.10 pH meter

3.2.1.11 EC soil meter

3.2.1.12 ตะแกรงร่อนขนาด 200 150 100 ไมครอน

3.2.1.13 Hot plate

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.2.5.1 HCl

3.2.5.2 NH_4OH

3.2.5.3 Bromocresol purple (Indicator) $C_{21}H_{16}\ Br_2O_5S$

3.2.5.4 $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ หรือ Di-Ammonium oxalate monohydrate

3.2.5.5 Calgon ($(NaPO_3)_6$ 5% pH 8.1 ปรับ pH ด้วย Na_2CO_3)

3.2.5.6 KCl

3.3 การเตรียมแคลเซียมออกไซด์สำหรับการปรับปรุงคุณภาพดิน

3.3.1 เตรียมเปลือกหอยลายสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมออกไซด์

ดำเนินการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อคัดขนาดอนุภาค ซึ่งจะได้ผงเปลือกหอยที่มีขนาดอนุภาคเนื้อเดียวกัน

3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมออกไซด์

นำเถ้าเปลือกหอยที่ได้ในแต่ละอุณหภูมิมาวัดปริมาณแคลเซียมออกไซด์ เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการสังเคราะห์แคลเซียมออกไซด์ โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริก 10 มิลลิลิตร และล้างปากบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งระเหยสารละลายให้แห้ง จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริก อีก10 มิลลิลิตร ระเหยให้แห้งอีกครั้ง เติมกรดไฮโดรคลอริกอีก 5 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา ต้มบนเครื่องอังน้ำจนเกลือละลายหมดเหลือแต่ตะกอน แล้วกรองตะกอนโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 5-6 ครั้ง เก็บสารละลายไว้ในบีกเกอร์ นำสารละลายมาตกตะกอนด้วย 1 : 1 สารละลายแอมโมเนีย โดยปริมาณใช้โบรโมครีซอลเพอร์เพิลเป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้วกรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 เก็บสารละลายไว้ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 5-6 ครั้ง นำสารละลายที่ได้มาทำให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนำไปอุ่นบน Hot pate ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เติมแอมโมเนียมออกซาเลตโมโนไฮเดรทประมาณ 1 กรัม และ ทำให้เป็นด่างด้วย 1 : 1 NH_4OH เติม Excess เล็กน้อยจะได้ตะกอนของแคลเซียมออกไซด์ทิ้งไว้ 6-8 ชั่วโมง จากนั้นนำตะกอนที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที และชั่งน้ำหนัก

3.4 การทดสอบความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลาย

3.4.1 เก็บตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยได้เลือกพื้นที่ในอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน 5 จุด จากตำแหน่ง 4 มุม และตำแหน่งกึ่งกลางของแปลงเพาะปลูก โดยให้มีความลึก 0-30 เซนติเมตร

3.4.2 การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์

นำตัวอย่างดินทั้งหมดมาตากไว้ในที่ร่มและผึ่งลมให้แห้งจากนั้นคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนแล้วนำตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มาลดขนาดด้วยครกหินหลังจากนั้นนำมาคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนอีกครั้ง

3.4.3 การปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลาย

เตรียมตัวอย่างดินน้ำหนัก 1 กิโลกรัมและแคลเซียมออกไซด์น้ำหนัก 100 กรัม คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำตัวอย่างดินทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพในพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังหัวข้อ 3.4.4 และตาราง 3.1

3.4.4 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ

หลังจากปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์และบ่มเป็นเวลา 7 วัน นำดินเปรี้ยวและดินเค็มทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ไว้ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 วิธีวิเคราะห์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

พารามิเตอร์	**วิธีการวิเคราะห์**	**หน่วย**
องค์ประกอบของอนุภาคดิน	Hydrometer	-
ความชื้น	Drying method	ร้อยละ
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter	-
ความนำไฟฟ้า	Electrical conductivity meter	dS/m
ความเค็ม	Electrical conductivity meter	ร้อยละ
ไนโตรเจนทั้งหมด	Semi Micro kjeldahl method	ร้อยละ
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	Vanadomolybdate method	ร้อยละ
โพแทสเซียมทั้งหมด	Atomic absorption spectroscopy	ร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน ได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลาย ที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ได้ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่แตกต่างกัน 2) ทดสอบความสามารถของแคลเซียมออกไซด์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยมีผลการทดลองก่อนและหลังปรับปรุงดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลของอุณหภูมิที่ใช้เผาต่อปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลาย

การเผาเปลือกหอยลายเป็นกระบวนการสำคัญในการผลิตแคลเซียมออกไซด์ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ช่วยในการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมออกไซด์ จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำหนักเปลือกหอยลายและปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในอุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ผลของการศึกษาอุณหภูมิในการเผาต่อปริมาณ แคลเซียมออกไซด์แสดงดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ปริมาณแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแคลเซียมออกไซด์โดยเฉลี่ย (ร้อยละ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
800	84.16	0.77
900	87.11	0.80
1,000	91.93	0.34
1,100	95.04	0.38

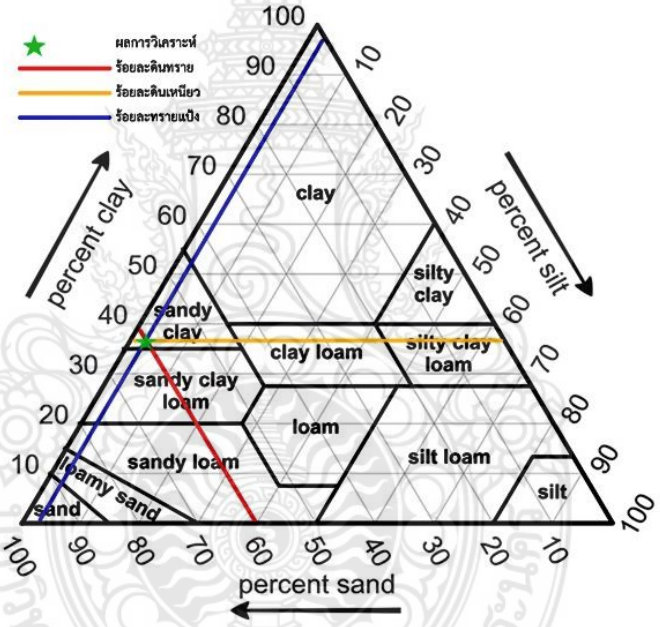
n=5

จากตาราง 4.1 พบว่าการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส จะได้ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมออกไซด์อยู่ที่ร้อยละ คือ 84.16 87.11 91.93 และ 95.04 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเผาเปลือกหอยด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะได้ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มากขึ้นด้วย เนื่องจากยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีความสามารถในการทำให้สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกหอยลายเกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซมากขึ้น โดยอุณหภูมิที่มีปริมาณ

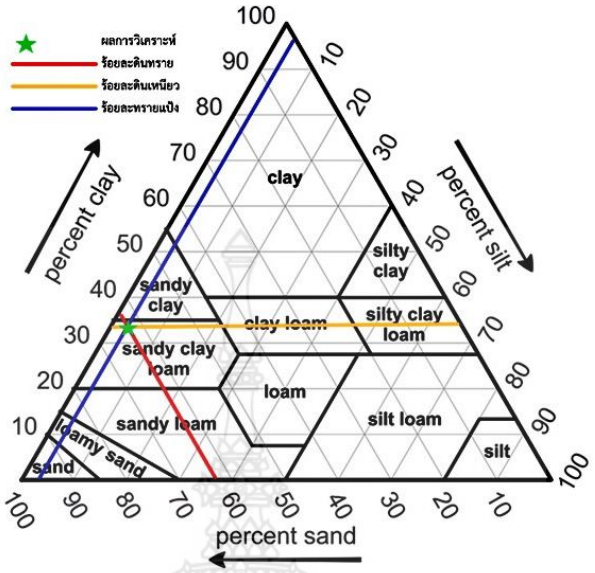
แคลเซียมออกไซด์ที่ได้มากที่สุด คือ 1,100 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 95.04) ส่วนอุณหภูมิที่ได้น้อยที่สุด คือ 800 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 84.16) ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน คือ 1,100 องศาเซลเซียส

4.2 องค์ประกอบของอนุภาคดิน

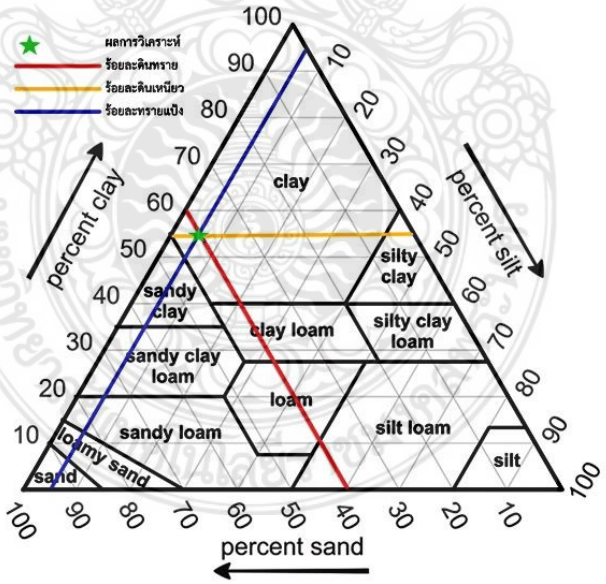
การวิเคราะห์องค์ประกอบของอนุภาคดินด้วยเครื่องมือไฮโดรมิเตอร์จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าดินตัวอย่างนั้นเป็นดินชนิดใด โดยการใช้สามเหลี่ยมดินในการเทียบอัตราส่วนของดินทราย (Sand) ดินทรายแป้ง (Silt) และ ดินเหนียว (Clay) ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาแสดงดังภาพ 4.1 – 4.4



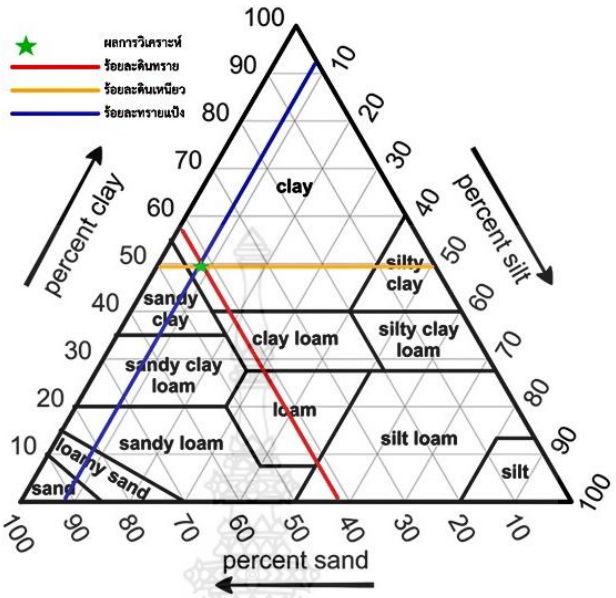
ภาพ 4.1 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์



ภาพ 4.2 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์



ภาพ 4.3 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเค็มก่อนปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์



ภาพ 4.4 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินเค็มหลังปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์

จากภาพ 4.1-4.4 แสดงให้เห็นว่า ประเภทของดินเปรี้ยวที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) ซึ่งอัตราส่วนที่ได้ คือ ดินทราย ร้อยละ 60.35 ดินทรายแป้ง ร้อยละ 2.24 และดินเหนียว ร้อยละ 37.41 หลังจากปรับปรุงดินเปรี้ยวด้วย แคลเซียมออกไซด์ทำให้ประเภทของดินมีการเปลี่ยนแปลงเป็น ดินเหนียวร่วนปนทราย (Sand clay loam) โดยอัตราส่วนที่เปลี่ยนไป คือ ดินทราย ร้อยละ 62.81 ดินทรายแป้ง ร้อยละ 2.44 ดินเหนียว ร้อยละ 34.75 ส่วนประเภทดินเค็มในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ดินเหนียว ซึ่งอัตราส่วนที่ได้ คือดินทราย ร้อยละ 39.68 ดินทรายแป้ง ร้อยละ 5.57 ดินเหนียว ร้อยละ 54.75 หลังจากปรับปรุงด้วย แคลเซียมออกไซด์ประเภทของดินเค็มยังคงเป็นดินเหนียว ซึ่งอัตราส่วนที่ได้ คือ ดินทราย ร้อยละ 41.25 ดินทรายแป้ง ร้อยละ 9.33 และ ดินเหนียว ร้อยละ 49.41 ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของดินก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

ตัวอย่างดิน	ร้อยละ			Textural Class
	Sand	Silt	Clay	
ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุง	60.35	2.24	37.41	Sandy clay
ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุง	62.81	2.44	34.75	Sandy clay loam
ดินเค็มก่อนปรับปรุง	39.68	5.57	54.75	Clay
ดินเค็มหลังปรับปรุง	41.25	9.33	49.41	Clay

n=3

4.3 ความชื้น

การวิเคราะห์หาความชื้นในดินใช้วิธีการอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นของดินก่อนอบและหลังอบ เพื่อให้ทราบถึงการเก็บความชื้นของดิน ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชว่ามีความแตกต่างมากน้อยเพียงใดจากการปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยความชื้นก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

ตัวอย่างดิน	ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุง	10.96	0.64
ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุง	10.02	0.40
ดินเค็มก่อนปรับปรุง	15.79	0.66
ดินเค็มหลังปรับปรุง	15.32	0.23

n=5

จากตาราง 4.3 จะเห็นได้ว่า ดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 10.96 และ 10.02 ดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 15.79 และ 15.32 และจากค่าข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแคลเซียมออกไซด์ทำให้ความชื้นในดินลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ดินเปรี้ยวมีการเก็บความชื้นได้น้อยกว่าดินเค็มเนื่องจากมีความร่วนซุยมากกว่า มีความหนาแน่นน้อยกว่า

4.4 ค่า pH

การวิเคราะห์ค่า pH ในดินจะแสดงให้เห็นถึงสมบัติที่มีอิทธิพลต่อขบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช จึงได้ทำการทดลองดิน 2 ชนิดและเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ ผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ย pH ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

ตัวอย่างดิน	ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นกรดด่าง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุง	3.39	0.01
ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุง	6.92	0.09
ดินเค็มก่อนปรับปรุง	6.49	0.05
ดินเค็มหลังปรับปรุง	9.11	0.07

n=5

จากตาราง 4.4 และตาราง 2.2 จะพบได้ว่า ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 3.39 ซึ่งอยู่ในระดับความเป็นกรดรุนแรงมาก ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงคุณภาพดินมีค่า pH เท่ากับ 6.92 ซึ่งมีสภาพเป็นกลาง ส่วนดินเค็มก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีสภาพเป็นกลางโดยมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.49 แต่ดินเค็มหลังปรับปรุงคุณภาพดินมีค่า pH เท่ากับ 9.11 มีความเป็นด่างจัดมาก ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่า แคลเซียมออกไซด์มีคุณสมบัติเป็นด่าง จึงทำให้ดินทั้ง 2 ชนิดหลังปรับปรุง มีค่า pH สูงขึ้น

4.5 การนำไฟฟ้าในดิน

การวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดินเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน ซึ่งค่าที่ได้ใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดิน ผลการวิเคราะห์การนำไฟฟ้าของดินเปรี้ยวและดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ แสดงได้ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

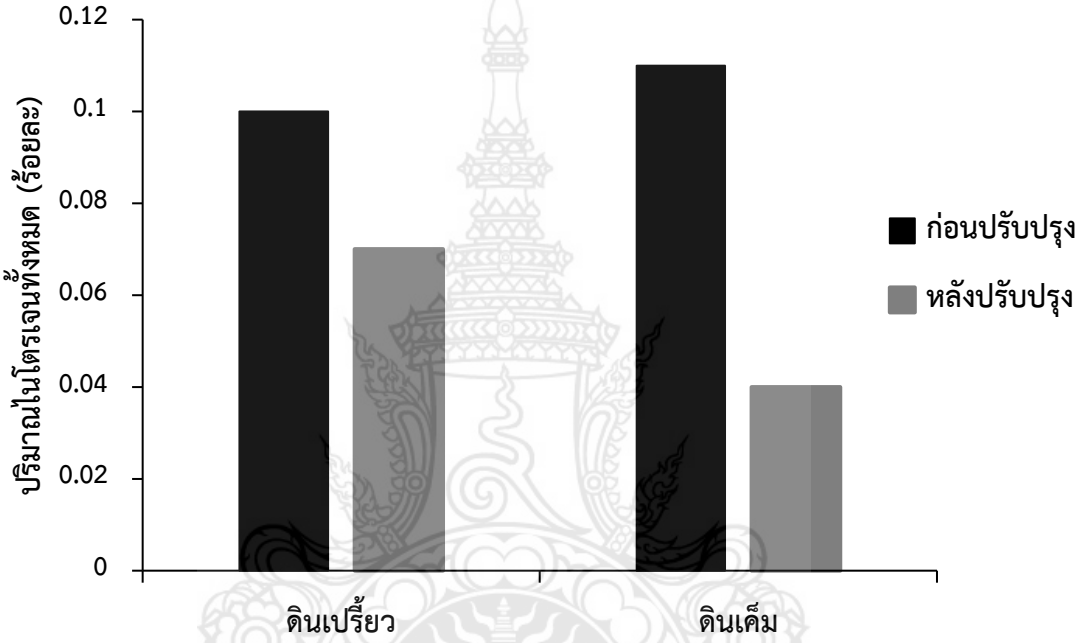
ตัวอย่างดิน	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า (dS/m)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุง	0.87	0.03
ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุง	1.24	0.11
ดินเค็มก่อนปรับปรุง	14.37	0.40
ดินเค็มหลังปรับปรุง	18.80	0.10

n=5

จากตาราง 4.5 พบว่า ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีความสามารถในการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 dS/m ซึ่งไม่มีความเค็ม หลังปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 1.24 dS/m ไม่มีความเค็มเช่นกัน และดินเค็มก่อนก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีความสามารถในการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 14.37 dS/m จะมีความเค็มในระดับที่เค็มจัด หลังปรับปรุงปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 18.80 dS/m ซึ่งมีความเค็มในระดับที่เค็มจัดมาก จากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่า หลังการปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ทำให้การนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นและทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นด้วย

4.6 ไนโตรเจนทั้งหมด

ไนโตรเจนทั้งหมดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืช ช่วยให้พืชมีสีเขียวเร่งการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น ซึ่งในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงว่าแคลเซียมออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอย่างไร ผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังภาพ 4.5

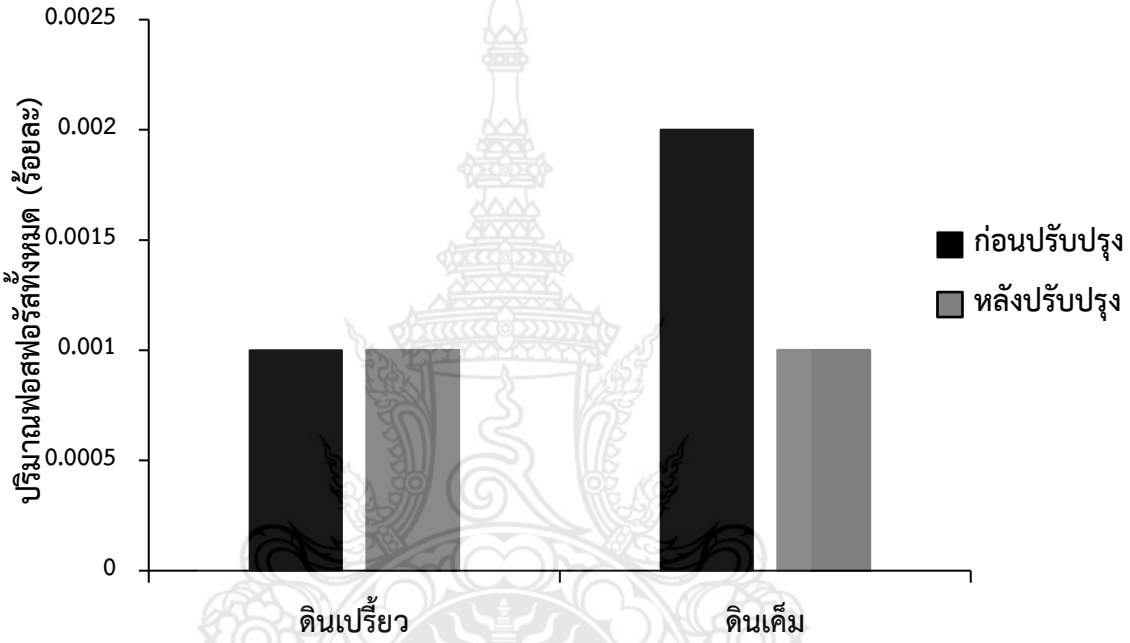


ภาพ 4.5 ปริมาณไนโตเจนทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

จากภาพ 4.5 การศึกษาวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดของดินเปรี้ยวและดินเค็มทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ จะเห็นได้ว่าดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงดินมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.10 และ 0.07 ตามลำดับ ส่วนดินเค็มก่อนและปรับปรุงคุณภาพดินดินมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.11 และ 0.04 ตามลำดับ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแคลเซียมออกไซด์มีผลทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดในดินลดลงทั้งในดินเปรี้ยวและดินเค็ม

4.7 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นอย่างมากอีกชนิดหนึ่งเช่นกัน เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากพืช เพิ่มความต้านทานต่อโรคพืช ช่วยเร่งการสุกแก่ของพืชให้เร็วขึ้น เร่งการออกดอกและการสร้างสร้างเมล็ดพืช ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังภาพ 4.6

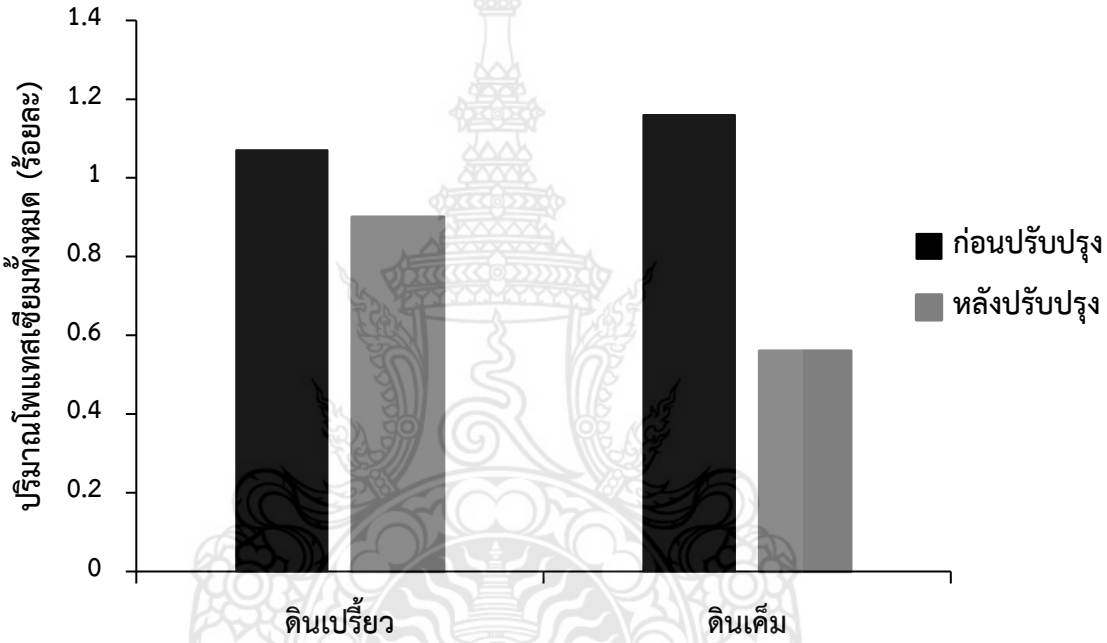


ภาพ 4.6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

จากภาพ 4.6 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินเปรี้ยวและดินเค็มทั้งก่อนและปรับปรุงคุณภาพดินด้วยดินทั้ง 2 ชนิด พบว่า แคลเซียมออกไซด์ไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดินหรือมีการส่งผลในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.001 ส่วนดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.002 และ 0.001 ตามลำดับ

4.8 โพแทสเซียมทั้งหมด

โพแทสเซียมทั้งหมดเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการใช้ในการช่วยสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลในพืช ช่วยเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากใบไปสู่ผลและพืชหัว ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว ต้านทานต่อโรคและแมลง ให้พืชมีรสชาติดี อีกทั้งยังควบคุมระบบหายใจและการเปิดปิดใบของพืช ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ที่ผลิตจากการเผาด้วยอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส แสดงได้ดังภาพ 4.7



ภาพ 4.7 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์

จากภาพ 4.7 ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมดของดินเปรี้ยวและดินเค็มทั้งก่อนและหลังปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ พบว่า ดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงคุณภาพดินมีค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 1.07 และ 0.90 ตามลำดับ ดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงคุณภาพดินมีค่าโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 1.16 และ 0.56 ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า แคลเซียมออกไซด์มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลง

4.9 อภิปรายผล

4.9.1 อุณหภูมิที่ใช้เผาต่อปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลาย

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการเผาเปลือกหอยด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะได้ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ ทีปกร (2561) ที่ระบุว่าการเผาวัสดุ ใด ๆ ที่มีส่วนประกอบของหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบที่อุณหภูมิมากกว่า 825 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้สารประกอบแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งจากการทดลองอุณหภูมิที่ยิ่งสูงยิ่งทำให้ได้แคลเซียมออกไซด์บริสุทธิ์ในปริมาณที่มาก แต่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมเพื่อนำแคลเซียมออกไซด์ไปใช้งานจริง หากมีการใช้อุณหภูมิที่สูงมากก็จะยิ่งมีการสิ้นเปลืองพลังงานมาก จึงอาจจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อใช้พิจารณาว่าอุณหภูมิเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุดในการผลิตแคลเซียมออกไซด์ (ทีปกร, 2561)

4.9.2 องค์ประกอบอนุภาคดิน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบอนุภาคดิน แสดงให้เห็นว่าดินทั้ง 2 ชนิดหลังจากปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์แล้ว มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอนุภาคดิน โดยร้อยละของดินทราย และร้อยละของทรายเพิ่มขึ้น ส่วนร้อยละของดินเหนียวลดลง สะท้อนว่าแคลเซียมออกไซด์ทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น เนื่องจากแคลเซียมออกไซด์เป็นสารที่ก่อให้เกิดการเกาะกลุ่มและสารเชื่อมที่ดี เมื่อใส่แคลเซียมออกไซด์ลงไปจะทำให้ดินร่วนขึ้นทำให้การแทรกซึมน้ำได้สะดวกขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

4.9.3 ความชื้น

จากผลการทดลองนี้พบว่า การเติมแคลเซียมออกไซด์ทำให้ค่าความชื้นของดินลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่แคลเซียมออกไซด์สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้เมื่อมีความชื้น (วรรณี, 2548) ดังนั้นเมื่อเติมแคลเซียมออกไซด์เพื่อปรับปรุงดิน แคลเซียมออกไซด์จะดูดความชื้นจากดินและเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อเป็นการชดเชยความชื้นในดินที่ลดลงในการนำไปประยุกต์ใช้อาจมีความจำเป็นที่จะต้องรดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับดิน

4.9.4 ค่า pH

เมื่อเติมแคลเซียมออกไซด์ลงในตัวอย่างดินทั้ง 2 ชนิด แคลเซียมออกไซด์จะทำให้ดินมีความเป็นด่างเพิ่มมากขึ้น จึงเหมาะสมกับการปรับปรุงดินที่มีสภาพเป็นกรด เนื่องจากจะสามารถปรับสภาพค่า pH ให้ใกล้เคียงกับสภาพเป็นกลางได้ เป็นที่ทราบกันว่าการเติมวัตถุที่มีองค์ประกอบของ

แคลเซียมออกไซด์ลงไปในดินจะทำให้ค่า pH ของดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยดินเปรี้ยวจากมีความเป็นกรดรุนแรงมากกลายเป็นกลาง ดินเค็มจากมีความเป็นกลางกลายเป็นด่างจัดมาก ซึ่งจากการทดลองพบว่า ดินหลังการปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์ ค่า pH เพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแคลเซียมออกไซด์จะรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออนทำให้ปริมาณไฮโดรเจนไอออนในดินลดลง แต่มีการอิ่มตัวด้วยด่าง (ไฮดรอกไซด์ไอออน) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

4.9.5 การนำไฟฟ้าในดิน

จากการวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดินที่แสดงให้เห็นว่าดินหลังปรับปรุงทั้ง 2 ชนิดมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดินซึ่งค่านี้สามารถใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินได้ อีกทั้งการวัดค่าความเค็มของดิน เป็นการวัดด้วยค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้หรือสัดส่วนของการดูดซับโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ดังนั้นเมื่อเติมแคลเซียมออกไซด์ลงไปจะทำให้สัดส่วนของการดูดซับโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและค่าความเค็มก็เพิ่มขึ้นด้วย จึงเหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่ใช้ในการปลูกพืชที่ทนความเค็มได้ดีหรือพืชที่ชอบเกลือ ดินเปรี้ยวจะไม่มีความเค็ม ดินเค็มจากระดับเค็มจัดกลายเป็นระดับเค็มจัดมาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

4.9.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ไนโตรเจน แสดงให้เห็นว่าดินทั้ง 2 ชนิด หลังจากปรับปรุงด้วยแคลเซียมออกไซด์แล้วมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากคาร์บอเนตบางส่วนเมื่อสัมผัสกับดินจะเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนบวกกับไฮโดรเจนไอออนที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กลายเป็นน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้ จะระเหยออกไปจากดินเป็นเหตุให้ผลการตรวจปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังการเติมแคลเซียมออกไซด์ลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

4.9.7 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์ซึ่งพบว่าแคลเซียมออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างดินที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดน้อยมาก ในการทดลองจึงตรวจพบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

4.9.8 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

การปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ส่งผลให้ปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมดในดินลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่โพแทสเซียมมีภาวะปฏิปักษ์ (Antagonistic effect) กับแคลเซียมและแมกนีเซียมในเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อเพิ่มอัตราธาตุใดธาตุหนึ่งจะส่งผลให้มีการสะสมของอีกธาตุหนึ่งลดลง ตัวอย่างเช่น การใส่ปุ๋ยโพแทชและแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในดินปลูกพาราจะพบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทชสูงขึ้น ยางพาราจะดูดใช้แมกนีเซียมได้ลงลง (นุชนารถ และ คณะ, 2537; สุนทรีย์ และจินตรา, 2549) ดังนั้นอิทธิพลของการเติมแคลเซียมออกไซด์ลงดิน ในการวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้น

จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงดินด้วยแคลเซียมออกไซด์มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินทั้งไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ดังนั้นในการประยุกต์ใช้แคลเซียมออกไซด์เพื่อการปรับปรุงดินทางการเกษตร ควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของธาตุอาหารที่ขาดหายไป กล่าวคือ อาจจำเป็นที่จะต้องใช้ร่วมกับปุ๋ยเพื่อให้ดินมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างครบถ้วน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดินได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน 1) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายที่ อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส 2) ทดสอบความสามารถของแคลเซียมออกไซด์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยมีผลการทดลองเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงดินด้วยแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแคลเซียมออกไซด์จากการเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ

พบว่าการเผาเปลือกหอยด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มากขึ้นโดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมออกไซด์อยู่ที่ร้อยละ 84.16 87.11 91.93 และ 95.04 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบจากน้ำหนักของเถ้าของเปลือกหอยลายกับปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ได้ ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิที่มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ได้มากที่สุดคือ 1,100 องศาเซลเซียส

5.1.2 ทดสอบความสามารถของแคลเซียมออกไซด์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน

5.1.2.1 องค์ประกอบของอนุภาคดิน

จากการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมออกไซด์มีความสามารถทำให้องค์ประกอบของดินต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปโดยทำให้สัดส่วนของดินทรายและทรายแป้งเพิ่มขึ้น สัดส่วนของดินเหนียวลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ดินมีแนวโน้มที่จะร่วนซุยมากขึ้น โดยดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงมีดินทราย ดินทรายแป้ง และ ดินเหนียว อยู่ร้อยละ 60.35 2.24 และ 37.41 ตามลำดับ ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงมีดินทราย ดินทรายแป้ง และ ดินเหนียว อยู่ร้อยละ 62.81 2.44 และ 34.75 ตามลำดับ ซึ่งมีเปลี่ยนแปลงจากดินเหนียวปนทรายเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนดินเค็มก่อนปรับปรุงมีดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว อยู่ร้อยละ 39.68 5.57 และ 54.75 ตามลำดับ ดินเค็มหลังปรับปรุงมีดินทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียวอยู่ร้อยละ 41.25 9.33 และ 49.41 ตามลำดับ ซึ่งดินเค็มเป็นดินเหนียวและไม่มีการเปลี่ยนแปลง

5.1.2.2 ความชื้น

จากการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมออกไซด์มีคุณสมบัติทำให้ความชื้นในดินลดลงเนื่องจากเมื่อแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ทำปฏิกิริยากับความชื้นในดินที่อยู่ในรูปของน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์หรือปูนขาว ($Ca(OH)_2$) โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นอยู่ร้อยละ 10.96 และ 10.02 ตามลำดับ ส่วนดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นอยู่ร้อยละ 15.79 และ 15.32 ตามลำดับ

5.1.2.3 ค่า pH

จากการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมออกไซด์ทำให้ดินมีค่า pH สูงขึ้น โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 3.39 และ 6.92 ตามลำดับ กล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงจากความเป็นกรดรุนแรงมากกลายเป็นกลาง ส่วนดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 6.49 และ 9.11 ตามลำดับ การเติมแคลเซียมออกไซด์ส่งผลให้ดินเค็มมีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเป็นกลางไปเป็นด่างจัดมาก

5.1.2.4 การนำไฟฟ้าในดิน

จากการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมออกไซด์มีคุณสมบัติในการเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าในดิน โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 0.87 dS/m และ 1.24 dS/mตามลำดับ ส่วนดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าเท่ากับ 14.37 dS/m และ 18.80 dS/m ตามลำดับ

5.1.2.5 ธาตุอาหารหลักในดิน

จากการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมออกไซด์มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลง โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 0.10 และ 0.07 ตามลำดับ ดินเค็มก่อนและปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 0.11 และ 0.04 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 0.001 ดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 0.002 และ 0.001 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลง โดยดินเปรี้ยวก่อนและหลังปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 1.07 และ 0.90 ตามลำดับ ดินเค็มก่อนและหลังปรับปรุงมีอยู่ร้อยละ 1.16 และ 0.56 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพดินของแคลเซียมออกไซด์ ควรมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดินเพิ่มเติม กล่าวคือ ควรเพิ่มเติมพารามิเตอร์ในส่วน

ของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช รวมทั้งการวิเคราะห์แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมจากเปลือกหอยลายเพิ่มเติมในสภาพแวดล้อมพื้นที่ที่เกิดปัญหาจริง

5.2.3 ในการเติมแคลเซียมออกไซด์ ควรมีการวิเคราะห์หาค่าความต้องการปูนของดินก่อนทุกครั้ง เพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหารเนื่องจากการเติมแคลเซียมมากเกินไป

5.2.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงของดินหลังจากเติมแคลเซียมออกไซด์

5.2.5 หากต้องการใช้เถ้าเปลือกหอยลายในการปรับปรุงคุณภาพดิน ควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของธาตุอาหารหลักต่าง ๆ ลงในดินด้วย เนื่องจากเถ้าเปลือกหอยลายมีผลทำให้ธาตุอาหารหลักในดินมีแนวโน้มลดลง

5.2.6 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงพลังงานที่ใช้ในการเผาต่อปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่ผลิตได้ เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิต

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. **คู่มือดินเปรี้ยวจัดและการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรในประเทศไทย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical04034 , 9 เมษายน 2562.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf, 8 มกราคม 2562.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2562. **การจัดการปัญหาดินเค็ม.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th/Web_Soil/salty.htm, 8 มกราคม 2562.

กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์ และคณะ. 2550. **“การวิเคราะห์เปลือกไข่เป็ดด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาฟิสิกส์). คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชาลินี ปลัดพรม. 2560. **“การปรับปรุงดินเค็มโดยการใช้อนุภาคนาโนคาร์บอนและอนุภาคนาโนของเหล็กประจุศูนย์ผสมผสานกับการใช้พืชบำบัดด้วยหญ้ารูซี”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม). คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ทีปกร พรไชย. 2561. **“การสังเคราะห์แคลเซียมออกไซด์ที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงจากเศษเปลือกไข่ไก่”.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม). คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธนธรณ์ ปวงแก้ว. 2555. **“การเตรียมแคลเซียมออกไซด์บริสุทธิ์สูงจากเปลือกหอยแครงเพื่อการผลิตผงไฮดรอกซีอะพาไทต์”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นงคราญ มณีวรรณ และคณะ. 2558. **“การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตกรดจัดโดยการใช้ปูนมาร์ลร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง”.** งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากกลุ่มปรับปรุงดินเปรี้ยวและดินอินทรีย์ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นราธิป วิทยากร. 2557. “**การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจากวัสดุเหลือทิ้งเพื่อเป็นสารตั้งต้นสำหรับผลิตเซรามิกขั้นสูงสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์**”. ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557. (ภาควิชาเคมี). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปศุสัตว์. 2561. **หอยลาย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://pasusat.com/หอยลาย, 3 ธันวาคม 2561.

วรนุช ละดีมัน และ วรินธร บุญยะโรจน์. 2559. “**การบำบัดฟอสเฟตจากน้ำเสียด้วยวัสดุกรองร่วมจากเปลือกหอย**”. ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีประมาณ 2559.
(ภาควิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

วรรณี อู่ไพบูรณ์. 2548. “การรักษาคุณภาพสินค้าด้วยสารดูดความชื้น”. **ในบทความวิทยุกระจายเสียงรายการสาระยามบ่าย ครั้งที่ 53.** หน้า 53, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพ.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และ บัญชา รัตนีทู. 2557. “การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนและอินทรียวัตถุ”. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร.** 6,1 (มกราคม-เมษายน) : 103-112.

ศูนย์เครือข่ายอาหารข้อมูลอาหารครบวงจร. 2555. **อุตสาหกรรมอาหารกับเทคโนโลยีสะอาด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/news_and_articles/article/0201/ อุตสาหกรรมอาหารกับเทคโนโลยีสะอาด, 1 ธันวาคม 2561.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. 2561. **ดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.lesa.biz/earth/lithosphere/soil/soil-texture, 3 ธันวาคม 2561. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา และคณะ. 2559. **มลพิษทางดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2562. **การตรวจวัดเนื้อดิน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=3913, 8 มกราคม 2562

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2562. **การตรวจวัดความชื้นในดิน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=3854, 8 มกราคม 2562

สุภกร บุญยืนและคณะ. 2558. “การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย”. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 4,2 (สิงหาคม) : 115-122.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2539. **เปลือกหอยลาย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.royin.go.th/?knowledges=เปลือกหอย, 3 ธันวาคม 2561.

เสาวภา ไวยสุศรี. 2558. “**การกำจัดฟอสเฟตในน้ำเสียโดยการดูดซับด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่ไก่”.** งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิย์ พ.ศ.2558. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

เอกรัฐ อักษรเผือก. 2556. **“การเตรียมแคลเซียมออกไซด์ที่มีความเสถียรสูงเพื่อใช้ในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์”.** วิทยานิพนธ์ปริญญโท. (ภาควิศวกรรมเคมี). คณะ วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โอภาส วงค์ทางประเสริฐ. 2558. “**การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

วรรณี อู่ไพบูรณ์. 2548. “การรักษาคุณภาพสินค้าด้วยสารดูดความชื้น”. **ในบทความวิทยุกระจายเสียง. รายการสาระยามบ่าย ครั้งที่ 53.** หน้า 53, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมตัวอย่างแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลายสำหรับการทดลอง

ภาคผนวก ก

การเตรียมตัวอย่างแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลายสำหรับการทดลอง

1. เตรียมเถ้าเปลือกหอยลายสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมออกไซด์

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยกระเบื้อง
3. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Compact muffle furnaces)
4. เดซิเคเตอร์
5. ครกบดยา

วิธีการ

1.1 ชั่งน้ำหนักเปลือกหอยน้ำหนัก 0.5 กรัม ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก1

ภาพภาคผนวก ก1 ชั่งน้ำหนักเปลือกหอย

1.2 เผาเปลือกหอยในอุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก2

ภาพภาคผนวก ก2 การเผาเปลือกหอย

1.3 บดให้ละเอียดจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดและร่อนด้วยตะแกรงเพื่อคัดขนาดอนุภาคที่ขนาด 150 ไมครอน ซึ่งจะได้ผงเปลือกหอยที่มีขนาดอนุภาคเนื้อเดียวกัน ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก3

ภาพภาคผนวก ก3 เถ้าเปลือกหอยลายหลังการบด

2. การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมออกไซด์

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องอังน้ำ (Water bath)
3. Hot plate
4. กระจกนาฬิกา
5. กรวยกรอง

6. กระดาษกรองเบอร์ 41

7. กรวยกรอง

8. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

9. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

10. ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

11. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Compact muffle furnaces)

12. เดซิเคเตอร์

สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

2. สารละลายแอมโมเนีย (NH_4OH)

3. โบรโมครีซอล เพอร์เพิล อินดิเคเตอร์ ($C_{21}H_{16}Br_2O_5S$)

4. แอมโมเนียมออกซาเลตโมโนไฮเดรท ($(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$)

5. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

6. แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($(NH_4)_2HPO_4$)

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียม 1:1 NH_4OH โดยนำสารละลาย แอมโมเนียมาผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาณ

2. เตรียมอินดิเคเตอร์ โดยการชั่ง โบรโมครีซอล เพอร์เพิล จำนวน 0.1 กรัม เติมสารละลาย แอมโมเนีย (NH_4OH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ลงไป 1.85 มิลลิลิตร เทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร

วิธีการ

2.1 ชั่งเถ้าเปลือกหอยลายประมาณ 0.5 กรัมด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก4

ภาคผนวก ก4 การชั่งน้ำหนักเถ้าเปลือกหอยลาย

2.2 เติมสาร HCl 10 มิลลิลิตร และล้างปากบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง

2.3 นำไปต้มบนเครื่องอังน้ำเพื่อระเหยสารละลายให้แห้ง

2.4 เติมสาร HCl 10 มิลลิลิตร วางบนเครื่องอังน้ำเพื่อระเหยให้แห้งอีกครั้ง

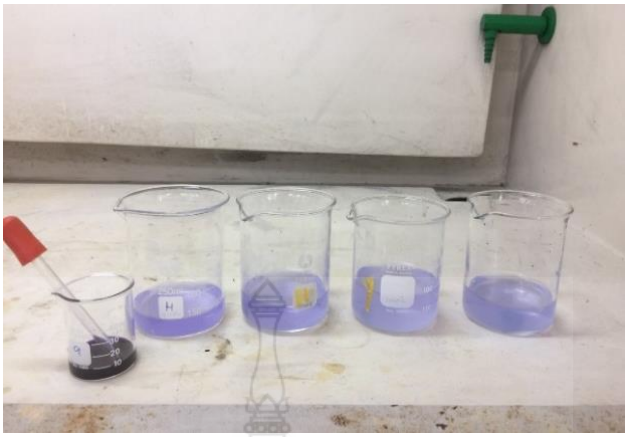
2.5 เติมสาร HCl 5 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา

2.6 ต้มบนเครื่องอังน้ำจนเกลือละลายหมดเหลือแต่ตะกอน

2.7 กรองตะกอนโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 41 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 5-6 ครั้ง เก็บสารละลายไว้ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก5

ภาพภาคผนวก ก5 การกรองตะกอนโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 41

2.8 นำสารละลายมาตกตะกอนด้วย 1 : 1 NH_4OH โดยปริมาณใช้ Bromocresol purple เป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก6



ภาพภาคผนวก ก6 สีของสารละลายภายหลังการเติมอินดิเคเตอร์

2.9 กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 เก็บสารละลายไว้ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 5-6 ครั้ง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก7

ภาพภาคผนวก ก7 กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41

2.10 นำสารละลายที่ได้มาทำให้เป็นกรด ด้วย HCl เข้มข้น จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง นำไปอุ่นบน Hot plate ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก8

ภาพภาคผนวก ก8 การอุ่นสารละลายที่บน Hot plate

2.11 เติม $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ ประมาณ 1 กรัม และ ทำให้เป็นด่างด้วย 1 : 1 NH_4OH เติม Excess เล็กน้อยจะได้ตะกอนของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ทิ้งไว้ 6-8 ชั่วโมง กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก9

ภาพภาคผนวก ก9 การกรองตะกอนจากการเติม $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41

2.12 นำตะกอนที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที และชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก10 และ ภาพภาคผนวก ก11

ภาพภาคผนวก ก10 การเผาตะกอนที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที

ภาพภาคผนวก ก11 การชั่งน้ำหนักตะกอนหลังการเผา

2.13 จดบันทึกและคำนวณหาปริมาณแคลเซียมออกไซด์ได้จากจากสมการดังนี้

$$\%Cao = \frac{W_2 \times 100}{W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตะกอนที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที

W_2 = น้ำหนักของเถ้าเปลือกหอยลายประมาณ 0.5 กรัม

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างดิน

อุปกรณ์

1. จอบ
2. พลั่ว
3. มีด
4. ผ้าใบขนาด 20x30 เซนติเมตร
5. ถังขนาด 50 ลิตร

วิธีการ

1.1 เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่เป้าหมาย เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยได้เลือกพื้นที่ใน อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข1 และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ภาพภาคผนวก ข1 พื้นที่เก็บตัวอย่างดินใน อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.2 ทำการเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุดใช้จอบขุดดินให้หลุมเป็นรูปตัว V โดยให้มีความลึก 30 เซนติเมตร นำดินในหลุมออกให้หมด ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข2

ภาพภาคผนวก ข2 การใช้จอบขุดดินให้หลุมเป็นรูปตัว V

1.3 ใช้พลั่วถากหน้าดินด้านใดด้านหนึ่งรูปตัว V ห่างจากปากหลุมประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากนั้นใช้พลั่วกดให้ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วช้อนดินขึ้นมา ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข3

ภาพภาคผนวก ข3 การใช้พลั่วกดให้ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร

1.4 ใช้มีดแบ่งดินบนพลั่วออกเป็น 3 ส่วน ทิ้ง 2 ส่วนด้านข้างเหลือไว้แต่ตรงกลางดังแสดงในภาพภาคผนวก ข4

ภาพภาคผนวก ข4 การใช้มีดแบ่งดินบนพลั่วออกเป็น 3 ส่วน

1.5 นำตัวอย่างดินที่ได้เก็บไว้ในวัสดุที่มิดชิดเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติในห้องปฏิบัติการต่อไป

2. ปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยลาย

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. กะละมังขนาด 40 เซนติเมตร
3. กระถางต้นไม้

วิธีการ

2.1 เตรียมตัวอย่างดินน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข5

ภาคผนวก ข5 ตัวอย่างดินน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

2.2 เติมแคลเซียมออกไซด์จำนวน 100 กรัมลงในตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข6

ภาพภาคผนวก ข6 การเติมแคลเซียมออกไซด์จำนวน 100 กรัมลงในตัวอย่างดิน

2.3 คลุกเคล้าดินและแคลเซียมออกไซด์ให้เข้ากัน ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข7

ภาพภาคผนวก ข7 ดินที่ผ่านการคลุกเคล้าแคลเซียมออกไซด์แล้ว

2.4 ทิ้งไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลา 7 วัน ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข8

3. การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์

อุปกรณ์

1. ผ้ากระสอบขนาด 1.5x2 เมตร
2. ครกดิน
3. ตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน
4. ตะแกรงร่อนขนาด 150 ไมครอน
5. ตะแกรงร่อนขนาด 100 ไมครอน

วิธีการ

3.1 นำตัวอย่างดินทั้งหมดมาตากไว้ในที่ร่มและพึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข9

ภาพภาคผนวก ข9 การตากตัวอย่างดินไว้ในที่ร่มและพึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3.2 นำตัวอย่างดินที่แห้งแล้วมาคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน เพื่อแยกหินเศษของพืช และดินที่มีขนาดใหญ่ ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข10

ภาพภาคผนวก ข10 การร่อนตัวอย่างดินที่แห้งด้วยตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน

3.3 นำตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่เกินไปมาบดด้วยครก ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข11

ภาพภาคผนวก ข11 การบดดินด้วยครก

3.4 นำตัวอย่างดินที่บดแล้วมามาคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด 150 ไมครอน และ 100 ไมครอน อีกครั้ง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ข12

ภาพภาคผนวก ข12 การคัดขนาดตัวอย่างดินที่บดแล้วด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 ไมครอน

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

1. การหาองค์ประกอบอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
3. บีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร
4. แท่งแก้วคนสาร
5. พีเอชมิเตอร์
6. ไฮโดรมิเตอร์
7. เทอร์โมมิเตอร์

สารเคมี

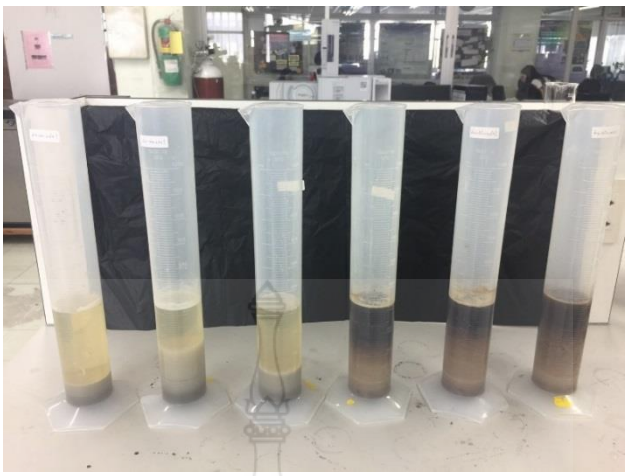
1. โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลายแคลกอล โดยการชั่ง โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต จำนวน 50 กรัม และโซเดียมคาร์บอเนตจำนวน 8.3 กรัมลงไปบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตรปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

วิธีการ

1.1 ชั่งตัวอย่างดินทั้งก่อนและหลังปรับประสิทธิภาพด้วยแคลเซียมออกไซด์จำนวน 50 กรัม เติมสารละลาย Calgon ($(NaPO_3)_6$ 5% ปรับ pH ด้วย Na_2CO_3 8.3 กรัม) 100 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว ทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค1



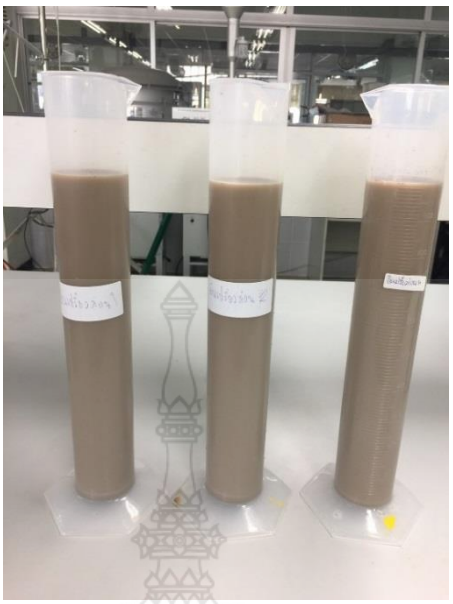
ภาพภาคผนวก ค1 ตัวอย่างดินเปรี้ยวและดินเค็มหลังทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง

1.2 ใช้แท่งแก้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนกว่าเม็ดดินที่จับกันเป็นก้อนแยกออกจากกัน เทลงในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตรเพื่อให้ตกตะกอนปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค2

ภาพภาคผนวก ค2 ตัวอย่างดินเปรี้ยวหลังปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

1.3 ใส่สารละลาย Calgon 5% ลงในกระบอกตวงอีกใบ ไว้อ่านค่าปรับแก้เนื่องจากอุณหภูมิ

1.4 ใช้แท่งแก้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันโดยสม่ำเสมอ แล้ววางลงจับเวลาทันที ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค3



ภาพภาคผนวก ค3 ตัวอย่างดินเปรี้ยวหลังใช้แท่งแก้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน

1.5 หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป อ่านค่าที่เวลา 40 วินาที และที่เวลา 2 ชั่วโมงวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ จดบันทึกค่าที่อ่านได้

1.6 นำค่าที่ได้มาแทนตัวแปรในสมการต่อไปนี้

B40 = b1+0.20(tb1-68) โดยB40 คือค่า Blank ที่แก้อุณหภูมิแล้ว ที่เวลา 40 วินาที

B2 = b2+0.20(tb2-68) โดยB2 คือค่า Blank ที่แก้อุณหภูมิแล้ว ที่เวลา 2 ชั่วโมง

R40 = r1+0.20(t1-68) โดยR40 คือค่าที่แก้อุณหภูมิแล้วจากตัวอย่างดินที่เวลา 40 วินาที

R2 = r2+0.20(t2-68) โดยR2 คือค่าที่แก้อุณหภูมิแล้วจากตัวอย่างดินที่เวลา 2 ชั่วโมง

เมื่อ b1 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์ที่เวลา 40 วินาที ของ Blank

b2 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์ที่เวลา 2 ชั่วโมง ของ Blank

tb1 = ค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ที่เวลา 40 วินาที ของ Blank

tb2 = ค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ที่เวลา 2 ชั่วโมง ของ Blank

t1 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์ที่เวลา 40 วินาที ของตัวอย่างดิน

t2 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์ที่เวลา 2 ชั่วโมง ของตัวอย่างดิน

r1 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์มที่เวลา 40 วินาที ของตัวอย่างดิน

r2 = ค่าจากไฮโดรมิเตอร์มที่เวลา 2 ชั่วโมง ของตัวอย่างดิน

1.7 จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ดังสมการต่อไปนี้

ดินทราย % = 100-2(R40-B40)

ดินทรายแป้ง % = 2(R40-B40) - 2(R2-B2)

ดินเหนียว % = 2(R2 - B2)

2. การหาความชื้นในดิน

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยกระเบื้อง
3. เดซิเคเตอร์

วิธีการ

2.1 นำตัวอย่างดินก่อนการเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยแคลเซียมออกไซด์ ไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค4

ภาพภาคผนวก ค4 ตัวอย่างดินก่อนอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส

2.2 นำไปตั้งที่ตู้ดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักดังแสดงในภาพภาคผนวก ค5

ภาพภาคผนวก ค5 การชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินหลังอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส

2.3 จดบันทึกค่าที่อ่านได้

2.4 นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักของความชื้นที่หายไป

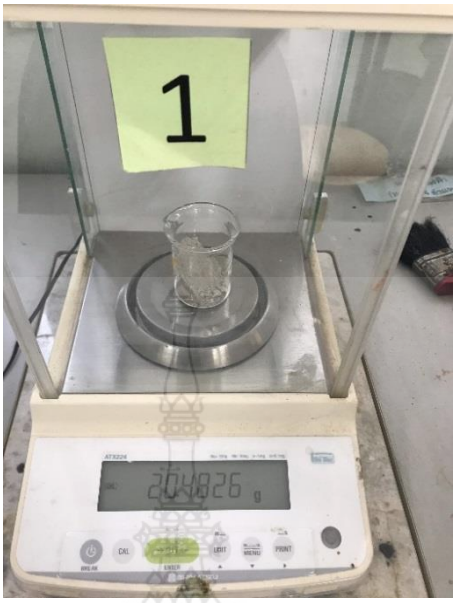
3. การวัดค่า pH

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. บิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. พีเอชมิเตอร์

วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างดินทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยแคลเซียมออกไซด์ จำนวน 20 กรัมดังแสดงในภาพภาคผนวก ค6



ภาพภาคผนวก ค6 การชั่งตัวอย่างดินเค็ม

3.2 ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ดินเกิดการอิ่มตัว

3.3 วัดตัวอย่างทั้งหมดด้วย pH meter (ก่อนวัด pH ต้องวัด pH meter ด้วย สารละลาย Buffer solution pH 4 และ pH 7 ก่อนจึงดำเนินการวัด pH ของตัวอย่างดิน) ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค7

ภาพภาคผนวก ค7 การตรวจวัด pH ดินด้วย pH meter

3.4 จดบันทึกค่าที่อ่านได้

4. การวัดความเค็มของดินจากคุณสมบัติการนำไฟฟ้าในดิน

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. กระดาษกรองเบอร์ 41
4. กรวยกรอง
5. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

วิธีการ

4.1 ชั่งตัวอย่างดินทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยแคลเซียมออกไซด์ จำนวน 20 กรัมในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตรดังแสดงในภาพภาคผนวก ค8

ภาพภาคผนวก ค8 การชั่งตัวอย่างดินเปรี้ยว

4.2 ค่อย ๆ เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันจนกระทั่งดินเกิดการอิ่มตัว ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง

4.3 กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค9

ภาพภาคผนวก ค9 การกรองตัวอย่างดินที่อิ่มตัวด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41

4.4 นำสารละลายดินที่ได้ไปหาการนำไฟฟ้า ด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter ใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมคลอไรด์ KCl 0.01 M ปรับค่าคงที่ (Cell constant) ของเครื่อง Electrical conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS/mหรือ 12.88 dS/m ดังแสดงในภาพภาคผนวก ค10

ภาพภาคผนวก ค10 การตรวจวัดค่า Electrical Conductivity

4.5 จดบันทึกค่าที่อ่านได้

5. การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

3. Hot plate

4. ขาตั้งและตัวจับบิวเรตต์

5. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

6. หลอดหยด

7. ปิเปตต์

สารเคมี

1. ภูไมท์ (Pumice)

2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

3. กรดบอริกเข้มข้น (conc. H_3BO_3)

4. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.H_2SO_{43})

5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

6. ตัวเร่งปฏิกิริยา Catalyst

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโดยการชั่งโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัมลงในบีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร เติมคอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($CuSO_4 .5H_2O$) 10 กรัม และ ซีลีเนียม(Se) 1 กรัม จากนั้นใช้แท่งแก้วคนสารกวนให้สารเป็นเนื้อเดียวกัน

วิธีการ

5.1 ชั่งน้ำหนักดิน 2 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

5.2 เติมสารผสมตัวเร่งปฏิกิริยา 10 กรัมและกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร

5.3 ทำการไดเจสโดยเปิด Hot plate ให้ร้อนพร้อมหมุนขวดรูปชมพู่ทุก ๆ 10 นาทีเป็นเวลา 20 นาที

5.4 ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง

5.5 เติมน้ำกลั่นปริมาณ 200 มิลลิลิตร

5.6 เติมกรดบอริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร และภูไมท์ 10 มิลลิกรัม

5.7 หล่อขวดรูปชมพู่ด้วยน้ำเย็น ค่อย ๆ เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ

5.8 ทำการกลั่นสารละลายจนเหลือปริมาตร 150 มิลิลิตร

5.9 ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง

5.10 ทำการไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

5.11 จดบันทึกปริมาณสารที่ใช้ในการไทเทรต

5.12 นำไปคำนวนหาปริมาณของไนโตรเจนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\%\text{nitrogen} = \frac{(A - E) \times C \times 1.4}{D}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

E = ปริมาณของกรดที่ใช้กับ Blank (มิลลิลิตร)

C = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

D = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

6. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร
4. กระจกนาฬิกา
5. หลอกแก้วทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร
6. กระดาษกรองเบอร์ 42
7. Hot plate
8. หลอดหยด
9. ปิเปตต์
10. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง(UV-Spectrophotometer)
11. ตู้ดูดควัน (Hood)

สารเคมี

1. โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4)
2. น้ำยาวานาโดมอลิบิวเดท (Vanadomolybdate)
3. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc.$HClO_4$)

4. กรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Standard phosphorus หรือ Stock standard solution) 50 มิลลิกรัม/ลิตร เตรียมโดยชั่ง โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) ซึ่งผ่านการอบแห้งที่ อุณหภูมิ 105 ℃ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 มิลลิกรัม/ลิตร หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 มิลลิกรัม/ลิตรก็ได้ โดยชั่งโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) 4.393 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บ ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ℃ เมื่อจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐานก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

2. เตรียมวานาโดมอลิบเดท (Vanadomolybdate) โดยชั่งแอมโมเนียมโมลิบเดท ((Ammonium molybdate) $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) 25 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร แอมโมเนียมเมตาวานาเดท (Ammonium meta vanadate – NH_4VO_3) 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด HNO_3 เข้มข้น ลงไป 250 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

วิธีทำ

6.1 ชั่งตัวอย่างที่ดิน 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

6.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มล. และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

6.3 นำขึ้นตั้ง Hot plate ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่นั้นด้วยกระจกนาฬิกา ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150 ℃

6.4 รอจนกว่าควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายไปควันจะเริ่มเป็นสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ ถ้าใช้เวลาในการย่อยนานกว่าประมาณ 30 นาที) ระวังอย่าให้สารละลายตัวอย่างแห่ง (ถ้าเกือบจะแห้งให้ยกลงจากเตาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน แล้วเติมกรดเล็กน้อยประมาณ 3-5 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อไป)

6.5 ใช้เวลาย่อยประมาณ 3-4 ชั่วโมงแล้วแต่ปริมาณเซลลูโลสของตัวอย่างย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใสและมีตะกอนขาวขุ่นของ Silica

6.6 ใช้น้ำอุ่นฉีดล้างภายใน ขวดรูปชมพูโดยรอบ โดยรอบพร้อมทั้งกระจกนาฬิการะวังอย่าให้น้ำกระเด็นออกจากขวดล้างตรงใต้ฝากระจกนาฬิกาลงไปด้วย ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผ่าน

กระดาษ กรองทำซ้ำหลายครั้งจนได้ปริมาณสารละลาย 80-90 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

6.7 ทำการย่อยสลายตัวอย่างด้วย Digestion Block โดยชั่งตัวอย่างในทำนองเดียวกับวิธีใช้เตานำความร้อนแต่ใส่ในหลอดแก้วสำหรับการย่อย (Digestion tube) ขนาด 250 มิลิลิตร

6.8 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลิลิตร

6.9 วางหลอดแก้วในเตาย่อย ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควันที่ 150 ℃ ระยะแรกจะมีควันสี น้ำตาลเกิดขึ้นเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงเมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีขาวให้ ตรวจดูตัวอย่างในหลอด ถ้าเปลี่ยนเป็นสารละลายใสแล้วแสดงว่าการย่อยเสร็จสมบูรณ์นำหลอดแก้วออกจากเตาย่อย วางในช่องใส่หลอด ที่เตรียมไว้ รอจนตู้ดูดควันไปจนหมด

6.10 เมื่อตัวอย่างเย็นใช้น้ำฉีดล้างตัวอย่างข้าง ๆ หลอด กรองลงในขวดวัดปริมาตร จนได้ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ สำหรับวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส ต่อไป

6.11 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร จากสารละลาย ฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 มิลลิกรัม/ลิตร ใส่ใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยาวานาโดมอลิบิวเดท 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส เป็น 0, 2, 4, 6, 8 มิลลิกรัม/ลิตร

6.12 การเตรียมสารละลายตัวอย่างโดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายลงใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยาวานาโดมอลิบเดท 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที

6.13 ก่อนการวัดให้อุ่นเครื่อง UV-Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (Wavelength) ของเครื่องที่ 420 นาโนเมตร ทำ Standard curve จากสารละลายมาตรฐาน 0, 2, 4, 6, 8 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนแล้วจึงวัด Blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

6.14 วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV- Spectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัส จดบันทึกค่าที่อ่านได้

6.15 นำไปคำนวณดังสมการต่อไปนี้

$$\%P = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6}$$

เมื่อ r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = Dilution Factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ P_2O_5 ใช้ Factor 2.2914 คูณค่า P ที่ได้

7. การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร
4. กระจกนาฬิกา
5. หลอกแก้วทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร
6. กระดาษกรองเบอร์ 42
7. Hot plate
8. หลอดหยด
9. ปิเปตต์
10. เครื่อง Flame Spectrophotometer
11. ตู้ดูดควัน (Hood)

สารเคมี

1. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc.$HClO_4$)
2. กรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3)
3. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

วิธีทำ

7.1 ชั่งตัวอย่างที่ดิน 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

7.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

7.3 นำขึ้นตั้ง Hot plate ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่นั้นด้วยกระจกนาฬิกา ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150 ℃

7.4 รอจนกว่าควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายไปควันจะเริ่มเป็นสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ ถ้าใช้เวลาในการย่อยนานกว่าประมาณ 30 นาที) ระวังอย่าให้สารละลายตัวอย่างแห้ง (ถ้าเกือบจะแห้งให้ยกลงจากเตาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน แล้วเติมกรดเล็กน้อยประมาณ 3-5 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อไป)

7.5 ใช้เวลาย่อยประมาณ 3-4 ชั่วโมงแล้วแต่ปริมาณเซลลูโลสของตัวอย่าง ย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใสและมีตะกอนขาวขุ่นของ Silica

7.6 ใช้น้ำอุ่นฉีดล้างภายใน ขวดรูปชมพูโดยรอบ โดยรอบพร้อมทั้งกระจกนาฬิการะวังอย่าให้น้ำกระเด็นออกจากขวดล้างตรงใต้ฝากระจกนาฬิกาลงไปด้วย ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษ กรองทำซ้ำหลายครั้งจนได้ปริมาณสารละลาย 80-90 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

7.7 ทำการย่อยสลายตัวอย่างด้วย Digestion Block โดยชั่งตัวอย่างในทำนองเดียวกับวิธีใช้เตานำความร้อนแต่ใส่ในหลอดแก้วสำหรับการย่อย ขนาด 250 มิลลิลิตร

7.8 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

7.9 วางหลอดแก้วในเตาย่อย ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควันที่ 150 ℃ ระยะแรกจะมีควันสี น้ำตาลเกิดขึ้นเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงเมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีขาวให้ ตรวจดูตัวอย่างในหลอด ถ้าเปลี่ยนเป็นสารละลายใสแล้วแสดงว่าการย่อยเสร็จสมบูรณ์ นำหลอดแก้วออกจากเตาย่อย วางในช่องใส่หลอด ที่เตรียมไว้ รอจนตู้ดูดควันไปจนหมด

7.10 เมื่อตัวอย่างเย็นใช้น้ำฉีดล้างตัวอย่างข้าง ๆ หลอด กรองลงในขวดวัดปริมาตร จนได้ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

7.11เตรียม Stock standard solution (1000 ppm K) โดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบแห้งที่ 110 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไป 12 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ℃ เพื่อไว้เตรียม Standard Solution ที่มีความเข้มข้น 100 ppm K โดยการปิเปต 10 มิลลิลิตร จาก Stock solution 1000 ppm K ลงใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

7.12 การเจือจางสารละลายมาตรฐาน ประกอบด้วยโพแทสเซียมที่มีความ เข้มข้นเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm

7.13 การวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง เปิดเครื่อง Flame Spectrophotometer ก่อนปฏิบัติงานประมาณ 30 นาทีเจือจางสารละลาย ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นใน อัตราส่วน 1:10 วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมใน สารละลายตัวอย่าง ถ้าค่าที่อ่านได้จากสารละลายตัวอย่างมีค่าเกิน Standard ต้องเจือจางสารละลาย ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น เป็น 1:20 หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม

7.14 จดบันทึกค่าที่อ่านได้และนำมาคำนวณดังสมการต่อไปนี้

$$\%K = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

เมื่อ r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = Dilution factor ควรจะเป็น 10/1 หรือ 20/1 หรือมากกว่า ถ้าไม่ได้เจือจาง สารละลาย ตัดค่า d.f. ออกไป

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ K_2O ใช้ Factor 1.205 คูณค่า K ที่ได้

ภาคผนวก ง

ผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ง

ผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

1. ผลวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมออกไซด์

จากการทดลองหาปริมาณแคลเซียมออกไซด์เฉลี่ยที่อุณหภูมิ 800 900 1,000 และ 1,100 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 5 ตัวอย่างพบว่า มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์เฉลี่ยร้อยละ 84.16 87.11 91.93 และ 95.04 ตามลำดับข้อมูลก่อนการเฉลี่ยแสดงดังตาราง ภาคผนวก ง1 ภาคผนวก ง2 ภาคผนวก3 และ ภาคผนวก ง4

ตารางภาคผนวก ง1 ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างดิน	อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส		ปริมาณแคลเซียมออกไซด์
	ก่อนย่อย	หลังย่อย	
ตัวอย่างที่ 1	0.53	0.45	84.48
ตัวอย่างที่ 2	0.57	0.48	84.78
ตัวอย่างที่ 3	0.56	0.47	83.48
ตัวอย่างที่ 4	0.53	0.44	83.22
ตัวอย่างที่ 5	0.51	0.44	84.87
ค่าเฉลี่ย	0.54	0.45	84.16
S.D.	0.02	0.02	0.77

ตารางภาคผนวก ง2 ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างดิน	อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส		ปริมาณแคลเซียมออกไซด์
	ก่อนย่อย	หลังย่อย	
ตัวอย่างที่ 1	0.56	0.48	86.01
ตัวอย่างที่ 2	0.54	0.48	87.87
ตัวอย่างที่ 3	0.57	0.50	87.40
ตัวอย่างที่ 4	0.57	0.50	86.56
ตัวอย่างที่ 5	0.53	0.47	87.70
ค่าเฉลี่ย	0.56	0.48	87.11
S.D.	0.02	0.01	0.80

ตารางภาคผนวก ง3 ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างดิน	อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส		ปริมาณแคลเซียมออกไซด์
	ก่อนย่อย	หลังย่อย	
ตัวอย่างที่ 1	0.51	0.47	92.14
ตัวอย่างที่ 2	0.54	0.50	91.67
ตัวอย่างที่ 3	0.52	0.48	91.63
ตัวอย่างที่ 4	0.53	0.49	92.41
ตัวอย่างที่ 5	0.53	0.49	91.78
ค่าเฉลี่ย	0.53	0.48	91.93
S.D.	0.01	0.01	0.34

ตารางภาคผนวก ง4 ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างดิน	อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส		ปริมาณแคลเซียมออกไซด์
	ก่อนย่อย	หลังย่อย	
ตัวอย่างที่ 1	0.58	0.55	95.61
ตัวอย่างที่ 2	0.54	0.52	95.03
ตัวอย่างที่ 3	0.53	0.50	94.56
ตัวอย่างที่ 4	0.55	0.52	94.88
ตัวอย่างที่ 5	0.53	0.50	95.10
ค่าเฉลี่ย	0.55	0.52	95.04
S.D.	0.02	0.02	0.38

2. ผลวิเคราะห์การหาองค์ประกอบอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของดินเปรี้ยวและดินเค็มที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เพื่อระบุชนิดของดินโดยการคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะจากไฮโดรมิเตอร์เพื่อหาร้อยละดินทราย ดินแป้ง และดินเหนียว เพื่อนำมาแบ่งแยกชนิดของดินใน 3 เหลี่ยมดินนั้น พบว่า ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงคุณภาพตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 นั้นเป็นดินประเภทดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) หลังจากปรับปรุงคุณภาพแล้วเปลี่ยนเป็นดินประเภท ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ดินเค็มก่อนปรับปรุงคุณภาพตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และ ตัวอย่างที่ 3 นั้นเป็นดินประเภทดินเหนียว (Clay) หลังจากปรับปรุงคุณภาพแล้วเปลี่ยนเป็นดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) ดังแสดงในตารางภาคผนวก ง5 และตารางภาคผนวก ง6

ตารางภาคผนวก ง5 ผลวิเคราะห์หาองค์ประกอบอนุภาคดินเปรี้ยวโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

ตัวอย่างดินเปรี้ยว	น้ำหนักดิน	Hydrometer Reading				ร้อยละ			Textural Class
		40 วินาที	อุณหภูมิ (°F)	2 ชั่วโมง	อุณหภูมิ (°F)	Sand	Silt	Clay	
สารละลายเทียบมาตราฐาน	-	5.6	73.4	5.6	71.6	-	-	-	-
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 1	50	26	71.6	24	69.8	59.92	4.00	36.08	SC
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 2	50	26	71.6	25	69.8	59.92	2.00	38.08	SC
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 3	50	25	73.4	25	69.8	61.20	0.72	38.08	SC
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 1	50	25	71.6	23	69.8	61.92	4.00	34.08	SCL
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 2	50	24	71.6	23	69.8	63.92	2.00	34.08	SCL
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 3	50	25	71.6	24	69.8	62.59	1.33	36.08	SCL
ค่าเฉลี่ยก่อนปรับปรุง	50	26	72	25	70	60.35	2.24	37.41	SC
S.D.	0	0.58	1.04	0.58	0	0.74	1.65	1.15	-
ค่าเฉลี่ยหลังปรับปรุง	50	25	72	23	70	62.81	2.44	34.75	SCL
S.D.	0	0.51	0.00	0.58	0.00	1.02	1.39	1.15	-

หมายเหตุ SC หมายถึง Sandy clay

SCL หมายถึง Sandy clay loam

ตารางภาคผนวก ง6 ผลวิเคราะห์หาองค์ประกอบอนุภาคดินเค็มโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

ตัวอย่างดินเค็ม	น้ำหนักดิน	Hydrometer Reading				ร้อยละ			Textural Class
		40 วินาที	อุณหภูมิ (°F)	2 ชั่วโมง	อุณหภูมิ (°F)	Sand	Silt	Clay	
สารละลายเทียบมาตราฐาน	-	5.6	73.4	5.6	71.6	-	-	-	-
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 1	50	36	71.6	33	69.8	39.92	6.00	54.08	Clay
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 2	50	36	71.6	34	69.8	39.92	4.00	56.08	Clay
ก่อนปรับปรุงตัวอย่างที่ 3	50	36	73.4	33	69.8	39.20	6.72	54.08	Clay
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 1	50	36	71.6	31	69.8	39.92	10.00	50.08	Clay
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 2	50	35	71.6	30	69.8	41.92	10.00	48.08	Clay
หลังปรับปรุงตัวอย่างที่ 3	50	35	71.6	31	69.8	41.92	8.00	50.08	Clay
ค่าเฉลี่ยก่อนปรับปรุง	50	36	22.67	33.33	21	39.33	5.6	55.07	Clay
S.D.	0	0	1.04	0.58	0	0.42	1.41	1.15	-
ค่าเฉลี่ยหลังปรับปรุง	50	35.33	23.33	30.67	21	40.4	9.87	49.73	Clay
S.D.	0	0.58	0	0.58	0	1.15	1.15	1.15	-

3. ผลวิเคราะห์หาความชื้นในดิน

จากการทดลองดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงคุณภาพมีปริมาณความชื้นที่หายไปเฉลี่ย 5.51 และดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงมีปริมาณความชื้นที่หายไปเฉลี่ยเท่ากับ 5.07 ดังตารางภาคผนวก ง7 ส่วนดินเค็มก่อนปรับปรุงปริมาณความชื้นที่หายไปเฉลี่ย 7.95 และดินเค็มหลังปรับปรุง ปริมาณความชื้นที่หายไปเฉลี่ย 7.71 ดังตารางภาคผนวก ง8

ตารางภาคผนวก ง7 ผลวิเคราะห์ความชื้นในดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตัวอย่างดินเปรี้ยว	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
	ก่อนอบ (กรัม)	หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้นที่หายไป(ร้อยละ)	ก่อนอบ (กรัม)	หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้นที่หายไป(ร้อยละ)
ตัวอย่างที่ 1	50.72	45.47	5.25	50.78	45.75	5.03
ตัวอย่างที่ 2	50.20	44.41	5.79	50.99	46.08	4.91
ตัวอย่างที่ 3	50.17	44.73	5.44	50.50	45.17	5.33
ตัวอย่างที่ 4	50.20	44.31	5.89	50.67	45.44	5.24
ตัวอย่างที่ 5	50.03	44.85	5.18	50.13	45.27	4.86
ค่าเฉลี่ย	50.27	44.75	5.51	50.61	45.54	5.07
S.D.	0.24	0.41	0.32	0.29	0.33	0.20

ตารางภาคผนวก ง8 ผลวิเคราะห์หาความชื้นในดินเค็มก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตัวอย่างดินเค็ม	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
	ก่อนอบ (กรัม)	หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้นที่หายไป(ร้อยละ)	ก่อนอบ (กรัม)	หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้นที่หายไป(ร้อยละ)
ตัวอย่างที่ 1	50.22	41.74	8.48	50.43	42.87	7.57
ตัวอย่างที่ 2	50.12	42.41	7.71	50.11	42.32	7.79
ตัวอย่างที่ 3	50.41	42.23	8.19	50.55	42.92	7.63
ตัวอย่างที่ 4	50.57	42.89	7.68	50.30	42.54	7.75
ตัวอย่างที่ 5	50.50	42.78	7.71	50.06	42.28	7.78
ค่าเฉลี่ย	50.36	42.41	7.95	50.29	42.58	7.71
S.D.	0.17	0.42	0.36	0.19	0.27	0.10

4. ผลวิเคราะห์ค่า pH

จากการทดลองวิเคราะห์ค่า pH ของดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ทำการทดลองทั้งหมด 5 ตัวอย่าง พบว่าค่า pH ของดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 และ ดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.92 ค่า pH ของดินเค็มก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง พบว่า ค่า pH ของดินเค็มก่อนปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.49 และ ดินเค็มหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.11 ดังตารางภาคผนวก ง9

ตารางภาคผนวก ง9 ค่า pH ของดินเปรี้ยวและดินเค็มก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตัวอย่าง	ดินเปรี้ยว		ดินเค็ม	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ตัวอย่างที่ 1	3.39	6.95	6.51	9.08
ตัวอย่างที่ 2	3.4	7.05	6.43	9.17
ตัวอย่างที่ 3	3.4	6.87	6.49	9.16
ตัวอย่างที่ 4	3.37	6.89	6.57	9.01
ตัวอย่างที่ 5	3.39	6.82	6.47	9.12
ค่าเฉลี่ย	3.39	6.92	6.49	9.11
S.D.	0.01	0.09	0.05	0.07

5. ผลวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดิน

จากการทดลองวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดินเปรี้ยว พบว่า ดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 และดินเปรี้ยวหลังปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24 ส่วนดินเค็มก่อนปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 14.37 dS/m และดินเค็มหลังปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 18.80 dS/m ดังตารางภาคผนวก ง10

ตารางภาคผนวก ง10 ค่าการนำไฟฟ้าในดินเปรี้ยวก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ตัวอย่าง	ดินเปรี้ยว (dS/m)		ดินเค็ม (dS/m)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ตัวอย่างที่ 1	0.88	1.41	13.68	18.67
ตัวอย่างที่ 2	0.85	1.21	14.45	18.79
ตัวอย่างที่ 3	0.87	1.17	14.43	18.94
ตัวอย่างที่ 4	0.91	1.28	14.6	18.85
ตัวอย่างที่ 5	0.84	1.14	14.69	18.77
ค่าเฉลี่ย	0.87	1.24	14.37	18.80
S.D.	0.03	0.11	0.40	0.10

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวเบญญาภา ธันวารชร

วัน เดือน ปี 14 สิงหาคม พ.ศ. 2540

ภูมิลำเนา เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวรรัตน์ศึกษา	2554

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 61/45 ถนนบางขุนนนท์ แขวงบางขุนนนท์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

ทุนการศึกษา

ทุนโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวปวีณธนกร ปาปะวิมุด

วัน เดือน ปี 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541

ภูมิลำเนา อำเภอบางเสาธง สมุทรปราการ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) สมุทรปราการ	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) สมุทรปราการ	2554

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 181/57 หมู่ที่ 16 ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง สมุทรปราการ 10540

ทุนการศึกษา

ทุนโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นาย ฐาวุฒิ ต่อศรีเจริญ

วัน เดือน ปี 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

ภูมิลำเนา เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนกุหลาบวิทยา	2554

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 256/11 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

ทุนการศึกษา

ทุนโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร