สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกของประเทศไทย

Effect of Soil Properties on Phosphorus Sorption and Desorption in Orchard Soils of Eastern Thailand

นางสาวสุกัญญา แย้มประชา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2551

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
S
592.5
ส๖39ส

b.12596905
i.

เลขหมู่.....131055.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....21 พ.ค. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงควรอ้างอิงแต่น้อยที่สุด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) สมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกของประเทศไทย

แหล่งเงิน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2551 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ต.ค. 2550 ถึง ก.ย. 2551 /

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ดร. สุกัญญา แย้มประชา

หน่วยงานต้นสังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตร

บทคัดย่อ

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน ขึ้นอยู่กับความสามารถของดินในการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดิน จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่นำมาใช้ในการคาดคะเนปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับการเจริญเติบโตของพืช และพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยได้ดีขึ้น วัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ 1.) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่เป็นปัจจัยควบคุมการปลดปล่อยฟอสฟอรัส 2.) เพื่อสร้างสมการในการคาดคะเนการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสสำหรับดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก เก็บตัวอย่างดินความลึก 0-30 ซม. จากแปลงปลูกผลไม้จากจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด จำนวน 21 ตัวอย่าง มาศึกษาการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส โดยเติมสารละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเข้มข้น 0, 125, 250, 500, 1,000 และ 2,000 mg P kg^{-1} :ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.01 โมล่าร์ เขย่าเป็นเวลา 24 ชม. จนเข้าสู่จุดสมดุล วิเคราะห์การดูดซับของฟอสฟอรัส และสกัดฟอสฟอรัสจากดินด้วยวิธี Pi-strip test เพื่อศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัส จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันตามสมบัติของดิน ชุดดินท่าใหม่ดูดซับฟอสฟอรัสในระดับสูง โดยค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 74.11 ของฟอสฟอรัสสูงสุดที่เติมลงในดิน (2,000 mg P kg^{-1}) ชุดดินภูเก็ตดูดซับฟอสฟอรัสในระดับต่ำมาก-ต่ำ โดยค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดคิดเป็น ร้อยละ 8.88-15.93 ของฟอสฟอรัสสูงสุดที่เติมลงในดิน จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสร้างสมการถดถอย พบว่า สมบัติของดินที่มีผลต่อค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุด คือ ร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นในดินที่สกัดได้ด้วย Pi-strip test มีผลต่อพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัส จากการใช้สมบัติของดินทั้งสองประการนี้จึงสามารถคาดคะเนการดูซับฟอสฟอรัสในดินได้

คำสำคัญ : การดูดซับฟอสฟอรัส การปลดปล่อยฟอสฟอรัส ภาคตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Effect of Soil Properties on Phosphorus Sorption and Desorption in Orchard Soils of Eastern Thailand

Researcher: Dr. Sukunya Yampracha

Faculty: Agricultural Technology **Department:** Plant Production Technology

ABSTRACT

Phosphorus (P) sorption and desorption are an important data to predicting phosphorus fertilizer recommendation for plant growth and improving fertilizer efficiency. The objectives of this study were 1.) to investigated the effect of soil physical and chemical properties on P sorption and desorption 2.) to developed the equation to predicting P sorption in orchard soils of Eastern Thailand. Twenty one orchard soil samples at 0-30 cm depth were collected from Rayong Chanthaburi and Trat province. The standard P solutions (KH_2PO_4) in 0.01 *M* $CaCl_2$ were added to the soil samples at the rate 0, 125, 250, 500, 1,000 และ 2,000 mg P kg^{-1} and shaken for 24 hr. The soil solutions were determined P sorption and the residual soils were analyzed P desorption using Pi-strip test method. The study revealed that the difference of P sorption was depended on soil properties. Thamai soil series was a highest P sorption capacity with 74.11 % P sorbed of total P added (2,000 mg P kg^{-1}). In contrast, Phuket soil series was a lowest P sorption capacity with 8.88- 15.93 % P sorbed of total P added. It might be due to clay content of Thamai soil series was higher than Phuket soil series which related to high soil colloid for P sorption. The correlation and regression analysis indicated that clay content and initial soil P as determined by Pi-strip test play an important role on P sorption in orchard soil.

Keywords : phosphorus sorption, phosphorous desorption, Eastern

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องสมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกของประเทศไทย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความร่วมมือและสนับสนุนของคณาจารย์และนักศึกษาในหลักสูตรปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณนักศึกษา คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของหลักสูตรปฐพีวิทยาที่ให้การสนับสนุนการทำงานงานวิจัยเรื่องนี้ด้วยดี รวมถึงเกษตรกรเจ้าของสวนผลไม้ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ในสามารถเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกไม้ผลของทุกท่าน "การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551"

ดร. สุกัญญา แย้มประชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
Abstract II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง V
สารบัญภาพ VI
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 สมมุติฐานงานวิจัย 2
1.5 คำสำคัญของการวิจัย 3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 10
3.1 การรวบรวมข้อมูลและเก็บตัวอย่างดิน 10
3.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ 10
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 14
4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน 14
4.2 สมบัติเบื้องต้นของตัวอย่างดิน 14
4.3 การดูดซับฟอสฟอรัส 17
4.4 การปลดปล่อยฟอสฟอรัส 18
4.5 การคำนวณการดูดซับฟอสฟอรัสด้วยสมการ Langmuir 19
4.6 สมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัส 25
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 27
บรรณานุกรม 28
ประวัตินักวิจัย 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน ชุดดิน soil family pH สัดส่วนขนาดอนุภาคดิน และเนื้อดิน 15
4.2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ใช้ในการทดลอง 16
4.3 ความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุดและค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัสของตัวอย่างดิน 21 ตัวอย่าง 20
4.4 ระดับการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน 21
4.5 ระดับการดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดิน 9 ชุดดิน 24
4.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (*r*) ระหว่างสมบัติดิน ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดและค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัส 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 แผนผังแสดงการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับและปลดปล่อย 12
4.1 การดูดซับฟอสฟอรัสในดินของชุดดิน 9 ชุดดิน 18
4.2 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินของชุดดิน 9 ชุดดิน 19
4.3 การดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินคลองซาก(Kc) แกลง(Kl) ห้วยโป่ง(Hp) และลำภูรา(Ll)ที่ได้จากการทดลองและการคำนวนในสมการ Langmuir 22
4.4 การดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินมะขาม(Mak) ภูเก็ต(Py) ท่าใหม่ (Ti) และลำภูรา(Ll) ได้จากการทดลองและการคำนวนในสมการ Langmuir 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

การวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและการแนะนำปุ๋ยได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรที่ปลูกไม้ผล เนื่องจากใส่ปุ๋ยได้ถูกต้องตามความต้องการของพืชทำให้ประหยัดปุ๋ยที่ใช้ การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและการแนะนำปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในปัจจุบัน ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะอ้างอิงกับค่ามาตรฐาน (ค่าวิกฤตของธาตุอาหารในดินและพืช) และมักใช้คำแนะนำที่ศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งข้อมูลที่ใช้อยู่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามธาตุอาหารบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นในดินได้หลายชนิดนั้น ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพียงอย่างเดียว ยังไม่เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจกำหนดปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กับพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดิน (Phosphorus sorption-desorption) มาใช้ในการคาดคะเนปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต้องใส่ให้แก่พืช และพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยได้ดีขึ้น

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินที่ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าว ข้าวโพด และอ้อย แล้วนำผลการศึกษาดังกล่าวมาประกอบเพื่อใช้ในการคำนวนคำแนะนำปุ๋ย ทำให้ผลผลิตของเกษตรกรเพิ่มขึ้นและประหยัดค่าปุ๋ย (นัจภัค, 2550) การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน แต่การวิเคราะห์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสมีความซับซ้อนจึงไม่สามารถกระทำได้ในดินแต่ละตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ปลูกพืช ดังนั้น การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่ควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส แล้วนำมาสร้างสมการคาดคะเนการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส จะทำให้สามารถคาดคะเนการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินได้เพียงแค่วิเคราะห์สมบัติของดินที่มีอยู่ในสมการ

การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดิน เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน ขึ้นอยู่กับความสามารถของดินในการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส สมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งสมบัติเหล่านั้น ได้แก่ pH เนื้อดิน อินทรียวัตถุ ปริมาณเหล็กและอะลูมินั่ม ปริมาณประจุบวก เมื่อดินมีค่า pH ต่ำหรือเป็นกรด ฟอสฟอรัสถูกดูดซับได้มากขึ้น เนื่องจากที่ pH ต่ำ เหล็กและอะลูมินั่มจะอยู่ในรูปซึ่งสามารถตกตะกอนกับฟอสฟอรัสได้ง่าย จึงทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับไว้อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะลดการดูดซับของฟอสฟอรัสในดิน เพราะกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ จากการศึกษาใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างประเทศพบว่า สามารถคำนวณปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต้องใส่ให้แก่พืชได้ โดยการนำข้อมูลการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสมาใช้ในการประเมินฟอสฟอรัสในดิน เช่น millet ข้าวฟ่าง บาร์เล่ย์ ถั่วลิสง หญ้าเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น (Fox and Kamprath, 1970; Shailaja and Sahrawat, 1990 และ Singh and Jones, 1976) Fox and Kamprath (1970) ได้ศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดิน ที่มีความแตกต่างของสมบัติทางเคมีและกายภาพ พบว่า เนื้อดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส และได้ใช้สมบัติดังกล่าวในการคาดคะเนปริมาณปุ๋ยสำหรับการปลูก millet นอกจากนี้ Russell และคณะ (1988) ได้ใช้ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสมาคาดคะเนปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ควรจะให้แก่หญ้าเลี้ยงสัตว์ในดินทรายทางตะวันตกของประเทศออสเตเลีย โดยใช้ปริมาณอะลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้และปริมาณการอิ่มตัวของโซเดียมเป็นปัจจัยในการคาดคะเน ซึ่งการดูดซับของฟอสฟอรัสจะลดลงเมื่อดินมีค่าโซเดียมที่อิ่มตัวในปริมาณสูง เนื่องจาก ionic strength ของโซเดียมมีค่าสูง ยังผลให้การแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่บริเวณ exchange site เกิดได้ยาก ซึ่งการใช้สมบัติดังกล่าวในการคาดคะเนปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับหญ้าเลี้ยงสัตว์ทำให้ประหยัดค่าปุ๋ยขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าการวัดความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินสามารถนำมาใช้ในการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาในดินที่ปลูกไม้ผลของประเทศไทย การศึกษาเรื่องดังกล่าวจึงเป็นเรื่องสำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์แก่การพัฒนาการผลิตไม้ผล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่เป็นปัจจัยควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส

2.) เพื่อสร้างสมการในการคาดคะเนการดูดซับฟอสฟอรัสสำหรับดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

พื้นที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก

1.4 สมมุติฐานงานวิจัย

การดูดซับฟอสฟอรัสในดินเป็นการวัดความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดิน ทำให้ทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้ สมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งสมบัติเหล่านั้นได้แก่ pH เนื้อดิน อินทรียวัตถุ ปริมาณเหล็กและอะลูมินั่มและปริมาณประจุบวก เมื่อดินมีค่า pH ต่ำหรือเป็นกรดฟอสฟอรัสถูกดูดซับได้มากขึ้น เนื่องจากที่ pH ต่ำ เหล็กและอะลูมินั่มจะอยู่ในรูปซึ่งสามารถตกตะกอนกับฟอสฟอรัสได้ง่ายจึงทำให้ฟอสฟอรัสถูกดูดซับไว้อยู่ในรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะลดการดูดซับของฟอสฟอรัสในดินเพราะกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ออกมาได้ ดังนั้นการศึกษาการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน จะทำให้สามารถทราบว่าสมบัติของดินข้อใดที่มีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสและสามารถคาดคะเนการดูดซับฟอสฟอรัสในดินจากสมบัติของดินเหล่านั้น และข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

ภาษาไทย : ไม้ผล, ฟอสฟอรัส, การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส

ภาษาอังกฤษ : Orchard, Phosphorus, Phosphorus Sorption-Desorption

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินปลูกไม้ผล

1.6.2 สามารถสร้างสมการเพื่อคาดคะเนความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินที่ปลูกไม้ผล

1.6.3 ได้รับข้อมูลพื้นฐานในการแนะนำการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินปลูกไม้ผลพื้นที่ภาคตะวันออก

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

กรมวิชาการเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร สถาบันการศึกษา และกลุ่มเกษตรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในสารละลายดินเป็นแหล่งของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทันทีแก่พืช ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินจะขึ้นอยู่กับกระบวนการเปลี่ยนรูปในดิน ได้แก่ กระบวนการ precipitation กระบวนการdissolution กระบวนการsorption-desorption และกระบวนการ mineralization–immobilizationของอินทรีย์ฟอสฟอรัส ดังนั้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินจึงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและอย่างต่อเนื่อง และมีความผันแปรไปในดินต่างๆ ในดินเขตร้อนบางชนิดความเข้มข้นของ P ในสารละลายดินมีน้อยกว่า 0.0003 μg P ml^{-1} ส่วนในดินที่มีการใส่ปุ๋ยมากอาจมีความเข้มข้นมากกว่า 3 μg P ml^{-1} และยังมีฟอสฟอรัสในรูปอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในสารละลายดินด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชได้โดยการเปลี่ยนรูปเป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Siddique *et al.*, 2003) ในการวัดความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แก่พืชจึงมักวัดความเข้มขข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดิน และฟอสฟอรัสที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดินด้วย การตรึงฟอสฟอรัสในดินจึงเป็นกระบวรการสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในสารละลายดิน

2.1.2 การตรึงฟอสฟอรัสในดิน

การตรึงฟอสฟอรัสในดินเป็นการเปลี่ยนฟอสฟอรัสจากรูปที่ละลายได้ง่ายไปอยู่ในรูปที่ละลายได้ยากขึ้น การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบลงไปในดิน ปุ๋ยเคมีจะปลดปล่อยฟอสเฟตไอออนที่ละลายง่ายออกมาอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งปริมาณของฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกระบวนการตรึงฟอสฟอรัสในดินที่สำคัญมี ดังนี้

1.) การตกตะกอนทางเคมี (chemical precipitation) เป็นการทำปฏิกิริยากันระหว่างฟอสเฟตไอออนในสารละลายดินกับแคตไอออนของเหล็ก อะลูมินั่ม แมงกานีส แคลเซียม และแมกนีเซียม แล้วตกตะกอนเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ในดินกรดฟอสเฟตไอออนทำปฏิกิริยากับไอออนของเหล็กอะลูมินั่ม และแมงกานีส ส่วนในดินด่างฟอสเฟตไอออนทำปฏิกิริยากับไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียม

2.) ปรากฏการณ์การดูดยึด (adsorption phenomena) เป็นปรากฏการณ์ที่ฟอสเฟตไอออนถูกดูดซับที่ผิวของแร่ดินเหนียว หรือ sesquioxide ด้วยแรง electrostatic bonding เมื่อดินเหล่านี้เป็นกรดและเกิดการเติมโปรตอน (protonation) ทำให้ประจุลบของฟอสเฟตไอออนถูกดูดยึดกับประจุบวกของแร่ดินเหนียว หรือ sesquioxide ซึ่งไม่สามารถสกัดได้ด้วยสารละลายเกลือที่เป็นด่าง

3.) ปฏิกิริยาแทนที่ด้วยไอออนที่มีขนาดไอออนเท่ากัน (isomorphous replacement reaction) ไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินทำปฏิกิริยาแทนที่ hydroxyl หรือ silicate ที่ผลึกของแร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินเหนียว ทำให้โครงสร้างของผลึกไม่คงที่อยู่อย่างเดิม เพราะขนาดของไอออนฟอสเฟตกับไอออนที่มันแทนที่ไม่เท่ากันต้องมีการจัดเรียงตัวใหม่เพื่อให้ได้โครงสร้างและรูปร่างของผลึกที่คงที่ ไอออนฟอสเฟตจึงถูกจับติดแน่นเป็นองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวชนิดใหม่อย่างถาวร ดังนั้นฟอสเฟตจำนวนนี้ ก็จะถูกตรึงโดยที่ไม่มีโอกาสหลุดออกมาอยู่ในสารละลายดินอีก นอกจากแร่ดินเหนียวชนิดใหม่นี้จะถูกทำให้สลายตัว

2.1.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรึงฟอสฟอรัสในดิน

1.) ปฏิกิริยาดิน ฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่ดินมีค่า pH ประมาณ 6 - 7 ถ้าดินมีค่า pH ต่ำกว่า 6 ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะถูกตรึงด้วย Fe/Al oxides เกิดการตกตะกอนเป็น $FePO_4$ และ $AlPO_4$ ส่วนดินที่มีค่า pH สูงกว่า 7 ฟอสฟอรัสจะตกตะกอนกับ Ca^{2+} เกิดเป็นแร่ที่มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และถูกตรึงโดย $CaCO_3$ (วาสนา, 2510)

2.) อุณหภูมิ การตรึงฟอสฟอรัสในดินจะเกิดได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมี โดยทั่วไปดินในเขตร้อนจะมีการตรึงฟอสฟอรัสได้มากกว่าดินในเขตอบอุ่น เนื่องจากอุณหภูมิในเขตร้อนทำให้ดินมีปริมาณไฮดรัสออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินั่มเพิ่มขึ้น

3.) ชนิดและปริมาณของแคตไอออนในดิน ไอออนเหล็กและอะลูมินัมที่ละลายอยู่ในดินจะทำปฏิกิริยากับไอออนฟอสเฟตเกิดเป็นสารประกอบ hydroxy phosphate ที่ไม่ละลายน้ำ และมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของไอออนฟอสเฟตในดินลดต่ำลง ดังสมการ

$$Al^{3+} + H_2PO_4^- + 2H_2O \longrightarrow 2H^+ + Al(OH)_2H_2PO_4$$

ปริมาณอะลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Al) เป็นปัจจัยสำคัญในการตรึงฟอสฟอรัส เนื่องจาก 1 meq ของอะลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ต่อดิน 100 กรัม สามารถตกตะกอนกับฟอสฟอรัสได้มากถึง 100 mg P/l ในสารละลาย

ไอออนฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม (Ca^{2+}) และแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เกิดเป็นสารประกอบ $Ca_3(PO_4)_2$ ที่ไม่ละลายน้ำ

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca^{2+} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 4H^+$$

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaCO_3 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 2CO_2 + 2H_2O$$

การตรึงฟอสฟอรัสในดินกรด 12 ชนิด ที่มีปริมาณเหล็กออกไซด์อิสระแตกต่างกัน พบว่า การตรึงฟอสฟอรัสในดินมีสหสัมพันธ์กับปริมาณเหล็กออกไซด์ที่สกัดด้วยไดไธโอไนท์ (dithionite) คือ r = 0.77 และปริมาณเหล็กที่สกัดได้ด้วยออกซาเลต (oxalate) มีสหสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกตรึง คือ r = 0.95 (อัมภวัลย์, 2510) ในดินที่มีปริมาณเหล็กและอะลินั่มสูง พบว่ามีการดูดซับฟอสฟอรัสสูง โดยเฉพาะเมื่อเหล็กและอะลูมินั่มอยู่ในรูปของ amorphous ซึ่งสามารถวัดปริมาณเหล็กและอะลูนั่มในรูป amorphous ได้โดยใช้น้ำยาสกัดออกซาเลต ซึ่งจากความสัมพันธ์ดังกล่าว Yuan และ Lavkulich (1994) ได้สมการขึ้นคะเนการดูดซับของฟอสฟอรัสในดิน Spodosols ประเทศโคลัมเบียจากปริมาณเหล็และฟอสฟอรัสที่สกัดด้วยน้ำยาสกัดออกซาเลต (oxalate extraction) ซึ่งนำไปใช้ในการจัดการดินในป่าไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว ฟอสฟอรัสถูกดูดซับได้สูงในดินที่มีปริมาณแร่ดินเหนียวสูง เนื่องจากมีพื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซับฟอสฟอรัสได้มากกว่าอนุภาคชนิดอื่น (Duffera and Robarge, 1999) ดินที่มีแร่ดินเหนียวมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ จะตรึงฟอสฟอรัสจากสารละลายดินได้เกือบทั้งหมดภายใน 2 สัปดาห์ ส่วนดินที่มีแร่ดินเหนียวต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถตรึงฟอสฟอรัสได้หมด แม้ดินจะอยู่ในสภาพน้ำขังนานเกือบ 30 วัน ดินที่มีแร่ดินเหนียวชนิด 1:1 เช่น kaolinite สามารถตรึงฟอสฟอรัสได้เป็นปริมาณมากกว่าดินที่มีแร่ดินเหนียวชนิด 2:1 เช่น montmorillonite เนื่องจากแร่ kaolinite มีหมู่ OH^- ในชั้น Al interlayer มาก จึงสามารถแลกเปลี่ยนกับไอออนฟอสเฟตได้ แร่ชนิดนี้พบมากในดินที่มีการผุพังสลายตัวสูง นอกจากนี้แร่ kaolinite ยังมีประจุที่ขอบผิวของแร่เปลี่ยนแปลงไปตามค่า pH ดิน (pH dependent charge) ทำให้สามารถตรึงฟอสฟอรัสได้ ส่วนแร่ montmorillonite มักเกิดจากไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินทำปฏิกิริยากับธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) ที่ดูดยึดอยู่กับประจุลบที่ผิวของอนุภาคแร่ดินเหนียวแล้วเกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า clay-Ca-phosphate linkage

5.) อินทรียวัตถุ อิทธิพลของอินทรีย์วัตถุต่อการตรึงฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับ ชนิด ปริมาณ และระยะเวลาที่อินทรียวัตถุย่อยสลาย อินทรียวัตถุมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มที่สามารถแยกตัวเป็นแอนไอออนเป็นจำนวนมาก ผลิตผลที่ได้จากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ เช่น กรดอินทรีย์และฮิวมัสสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยา chelation กับ Fe/Al oxides ดังนั้นจึงเป็นการป้องกันมิให้ Fe/Al oxides ไปทำปฏิกิริยากับไอออนฟอสเฟต กรณีนี้ก็จะเป็นการลดการตรึงฟอสฟอรัสให้น้อยลง (Singh and Jones, 1977) การใส่มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งนี้คงเป็นเพราะการสลายตัวของมูลไก่ก่อให้เกิดกรดอินทรีย์ซึ่งสามารถดูดยึดกับเหล็กและอะลูมินั่มในดิน ทำให้ลดการตรึงฟอสฟอรัสของเหล็กและอะลูมินั่ม ได้ฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในไม้ผล

จากผลการศึกษาสมบัติของดินปลูกทุเรียนของเกษตรในภาคตะวันออก พบว่า 91% ของตัวอย่างดินมีค่า pH < 5.5 ซึ่งเป็นกรด และ 75% ของตัวอย่างดินมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับปานกลางถึงสูง (พรทิวา และ สุมิตรา, 2548) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินถูกดูดซับได้น้อยลงและสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้มากขึ้นเมื่อดินมี pH สูงขึ้น เนื่องจากที่ pH ต่ำ อะลูมินั่มและเหล็กซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการควบคุมการดูดซับฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ง่าย

ปัจจุบันการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในการเพาะปลูกไม้ผล เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากกว่าความต้องการของพืช จากปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดินทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ในดินเนื่องจากฟอสฟอรัสสูญหายไปจากดินค่อนข้างยาก จากผลการวิจัยในโครงการการจัดการธาตุอาหารพืชในมะม่วง ที่ได้รับการสนับสนุนจาก สกว. โดยทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในมะม่วงทั้งต้น (ใบ กิ่ง ก้าน และทุกๆ ส่วนของราก) เพื่อต้องการทราบว่ามะม่วง 1 ต้น จะนำธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารจากดินไปใช้เท่าใด และพบว่า เมื่อหาค่าเฉลี่ยออกมา ในมะม่วงทั้งต้นหนัก 1 กิโลกรัม มีฟอสฟอรัส 1.5 กรัม และในผลมะม่วงสด 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนัก ฟอสฟอรัส 0.86 กรัม และเมื่อนำค่าศักยภาพของดินที่สามารถให้ธาตุอาหารดังกล่าวที่ได้จากผลการวิเคราะห์ดินมาประกอบจะพบว่าพืชใช้ฟอสฟอรัสน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาตามสัดส่วนของธาตุอาหาร N-P-K มะม่วงต้องการธาตุอาหาร N และ K ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่ต้องการฟอสฟอรัสน้อยกว่า แต่เกษตรกรมักปฏิบัติในการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ตรงกันข้าม คือ ให้ฟอสฟอรัสสูงมากกว่า ทั้งๆ ที่พืชต้องการน้อยกว่า (นันทกร บุญเกิด : การจัดการธาตุอาหารพืชอ่งุ่น และมะม่วง) และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยนี้อย่างต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสมดุลของธาตุอาหารในดิน โดยจะมีฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินในปริมาณที่สูง หรืออาจขัดขวางความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุ เช่น สังกะสีและโบรอน นอกจากนี้ฟอสฟอรัสอาจถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงเป็นการสิ้นเปลืองต้นทุนค่าปุ๋ยอีกด้วย

2.2.2 การศึกษาการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดิน

Phosphorus sorption isotherm เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการศึกษาการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน เพื่อประเมินความต้องการฟอสฟอรัสของพืช โดยนำดินที่ทราบปริมาณแน่นอนมาผสมกับสารละลายฟอสฟอรัส นำสารละลายดินที่ได้ไปเขย่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้สารละลายดินเข้าสู่สมดุล (equilibrium) ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่หายไปหลังเข้าสู่สมดุลจะถือว่าถูกดูดซับโดยดิน การศึกษาการดูดซับฟอสฟอรัสใช้ในการอธิบายกลไกการดูดซับฟอสฟอรัสโดยของแข็งที่อุณหภูมิและความดันคงที่ โดยแสดงให้เห็นถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับเป็นฟังก์ชันกับความเข้มข้นของสารละลายที่สมดุล (นัจภัค, 2550) การดูดซับฟอสฟอรัสในดินเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสเมื่อดินได้รับฟอสฟอรัส จึงทำให้ทราบปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่เหลือจากการดูดซับและคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ Ravan และ Hossner (1994) ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสมาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวโพด พบว่า ค่าความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุด มีความสัมพันธ์กับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินที่ปลูกข้าวโพด ดังนั้นการนำสมบัติของดินมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุด จึงเป็นวิธีการหนึ่งในการคาดคะเนความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อลักษณะการดูดซับฟอสฟอรัสในดินแต่ละชนิด คือ สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณฟอสฟอรัส

Kamprath and Watson (1980) กล่าวว่า Phosphorus sorption isotherm เป็นเทคนิคที่นิยมนำไปใช้ในการคาดคะเนความต้องการฟอสฟอรัสของพืช เนื่องจากให้รายละเอียดเกี่ยวกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดิน (intensity) และปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดิน (quantity) ที่สมดุล ซึ่งโดยทั่วไปมักถือว่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายดิน 0.2 mg P/l ที่สมดุล เป็นค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ทำให้พืชเจริญเติบโตสูงสุด และปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดินที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายดิน 0.2 mg P/l นี้ เรียกว่า Phosphorus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

buffer capacity ซึ่งเป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ในการให้คำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัส Ozanne and Shaw (1967) พบว่า เมื่อนำเทคนิคนี้ไปใช้คาดคะเนความต้องการฟอสฟอรัสของดินที่ใช้ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ สามารถอธิบายความผันแปรของปริมาณความต้องการฟอสฟอรัสในดินได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ และยังพบสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชต้องการ จนกระทั่งได้มีการนำเอาวิธีของ Ozanne and Shaw (1967) มาใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวัดการดูดซับฟอสฟอรัสของดินใน Western Australia (Bolland *et al.*, 2003) Fox and Kamprath (1970) ได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันกับ Ozanne and Shaw (1967) โดยนำไปใช้ในการประเมินความต้องการฟอสฟอรัสของข้าวสาลี หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวสาลีที่ปลูกในกระถาง พบว่า ที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายดิน 0.2 mg P/l เพียงพอที่จะทำให้ข้าวสาลีให้ผลผลิต 90 % ของผลผลิตสูงสุด จึงได้สรุปว่า การประเมินความต้องการฟอสฟอรัสวิธีนี้เป็นวิธีที่ดีมากในการนำไปใช้คาดคะเนคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัส แต่ต่อมา Singh and Jones (1977) ได้ให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับการนำเทคนิค Phosphorus sorption isotherm ไปใช้ในการประเมินความต้องการฟอสฟอรัส โดยทำการศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการละลายและความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อผักกาดหอมห่อ (lettuce) ผลการศึกษาพบว่า การใช้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายจากการทดลอง Phosphorus desorption isotherm เป็นดัชนีที่ดีที่สุดในการนำไปใช้คาดคะเนความต้องการฟอสฟอรัสของผักกาดหอมห่อ เพราะเมื่อทดลองปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร (solution culture) พบว่า ค่าวิกฤตฟอสฟอรัสในสารละลายมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายที่ได้จากการทดลอง Phosphorus desorption isotherm เนื่องจากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินขึ้นอยู่กับอัตราการนำฟอสฟอรัสไปใช้ของพืช

2.2.3 อิทธิพลของสมบัติดินต่อการดูดซับฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินถูกดูดซับได้น้อยลงและสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้มากขึ้นเมื่อดินมี pH สูงขึ้น เนื่องจากที่ pH ต่ำ อะลูมินั่มและเหล็กซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการควบคุมการดูดซับฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ง่าย ดังนั้นในดินที่มีปริมาณเหล็กและอะลูมินั่มสูงพบว่ามีการดูดซับฟอสฟอรัสสูง โดยเฉพาะเมื่อเหล็กและอะลูมินั่มอยู่ในรูปของ amorphous ซึ่งสามารถวัดปริมาณเหล็กและอะลูมินั่มในรูป amorphous ได้โดยใช้น้ำยาสกัดออกซาแลต ซึ่งจากความสัมพันธ์ดังกล่าว Yuan และ Lavkulich (1994) ได้สร้างสมการขึ้นเพื่อคาดคะเนการดูดซับของฟอสฟอรัสในดิน Spodosols ประเทศโคลัมเบียจากปริมาณเหล็กและฟอสฟอรัสที่สกัดด้วยน้ำยาสกัดออกซาเลต (oxalate extraction) ซึ่งนำไปใช้การจัดการดินในป่าไม้

อิทธิพลของอินทรียวัตถุมีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับ ชนิด ปริมาณ และระยะเวลาที่อินทรียวัตถุย่อยสลาย ซึ่งผลการศึกษาส่วนใหญ่ระบุว่าปริมาณอินทรียวัตถุจะไปลดการดูดซับฟอสฟอรัสเพราะกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ออกมาได้ (Singh and Jones, 1977) ฟอสฟอรัสถูกดูดซับได้มากในดินที่มีอนุภาคดินเหนียวในปริมาณสูงเนื่องจากอนุภาคดินเหนียวมีพื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซับฟอสฟอรัสที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุภาคดินชนิดอื่นๆ (Duffera and Robarge, 1999) ซึ่งการสร้างสมการขึ้นจากสมบัติต่างๆ ของดินเหล่านี้จะทำให้สามารถคาดคะเนการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินพื้นที่อื่น เพียงแค่วิเคราะห์สมบัติของดินที่มีอยู่ในสมการ เพราะการวิเคราะห์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสมีความซับซ้อนจึงไม่สามารถกระทำได้ในดินทุกตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูลและเก็บตัวอย่างดิน

ทำการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพื้นที่ไม้ผลและชุดดินที่มีการปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน จากนั้นเลือกพื้นที่และชุดดินที่ใช้ปลูกไม้ผลจำนวน 21 จุด ซึ่งแต่ละจุดเป็นแปลงปลูกไม้ผลซึ่งมีชุดดินที่แตกต่างกัน โดยใช้ปริมาณพื้นที่เป็นเกณฑ์ในการเลือกชุดดิน แต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก เท่ากับ 0-30 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และบดตัวอย่างร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

3.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.2.1 การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของดิน

1.) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยทำการชั่งดินมา 20 กรัม บรรจุในกระป๋องพลาสติกเติมน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันและคนเป็นครั้งคราว ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ทำการวัดสารละลายที่ได้ด้วยเครื่อง pH meter

2.) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยใช้วิธี wet oxidation โดยออกซิไดซ์ดินด้วย Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) และกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น แล้วหาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนโดยการไทเทรตกับสารละลาย Ferrous sulfate (FeSO4) นำค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ได้คูณด้วย 1.724

3.) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ชั่งดินประมาณ 2 - 4 กรัม บรรจุดินใน leaching tube ที่รองก้นด้วย filter pulp (กระดาษกรองชิ้นเล็ก ๆ ต้มในน้ำเดือดจนยุ่ย) แล้วชะดินด้วยสารละลาย NH_4OAc pH 7.0 ปริมาณ 100 มิลลิลิตร จนดินอิ่มตัวด้วย NH_4^+ (saturation) ล้าง NH_4OAc ที่เกินด้วย ethyl alcohol ปริมาณ 100 มิลลิลิตร และแทนที่ NH_4^+ ด้วย acidified NaCl 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปกลั่นด้วย NaOH โดยใช้ H_3BO_3 จับปริมาณ NH_4^+ จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตกับ H_2SO_4 จนสาระลายเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหาค่า CEC

4.) ความเป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ และ Na^+) สกัดดินด้วย NH_4OAc pH 7.0 นำสารละลายที่ได้ไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer สำหรับแคลเซียม แมกนีเซียม เติม strontium chloride (ชั่ง $SrCl_2$ 72 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรใน Volumetric flask 1,000 มิลลิลิตร โดยใช้ในปริมาณ 25% ของปริมาตรสุดท้าย) แล้วนำไปเทียบความเข้มข้นกับ standard solution

5.) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) สกัดดินด้วย Bray II และวิธี Iron oxide impregnated strip test (van der Zee et al., 1987) นำสารละลายที่ได้ develop สีด้วย Reagent B (Ammonium paramolybdate, Ascorbic acid) เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วทำการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของ P ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหา P

6.) อะลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (Al) สกัดดินด้วย 1*N* KCl นำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตรด้วย 1*N* KCl ปิเปตสารละลายที่ปรับปริมาตรแล้ว 2 มิลลิลิตร เติม Thioglycolic 2 มิลลิลิตร แล้วเติม Aluminum Buffer และน้ำกลั่นอีกอย่างละ 10 มิลลิลิตร นำไปต้มใน Water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที นำออกมาตั้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วทำการวัดค่าความเข้มข้นของ Al ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหา Al

7.) อะลูมินั่งและเหล็ก สกัดด้วยน้ำยาสกัด ammonium oxalate ที่ pH 3 และ dithionite วัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Adsorption Spectroscopy

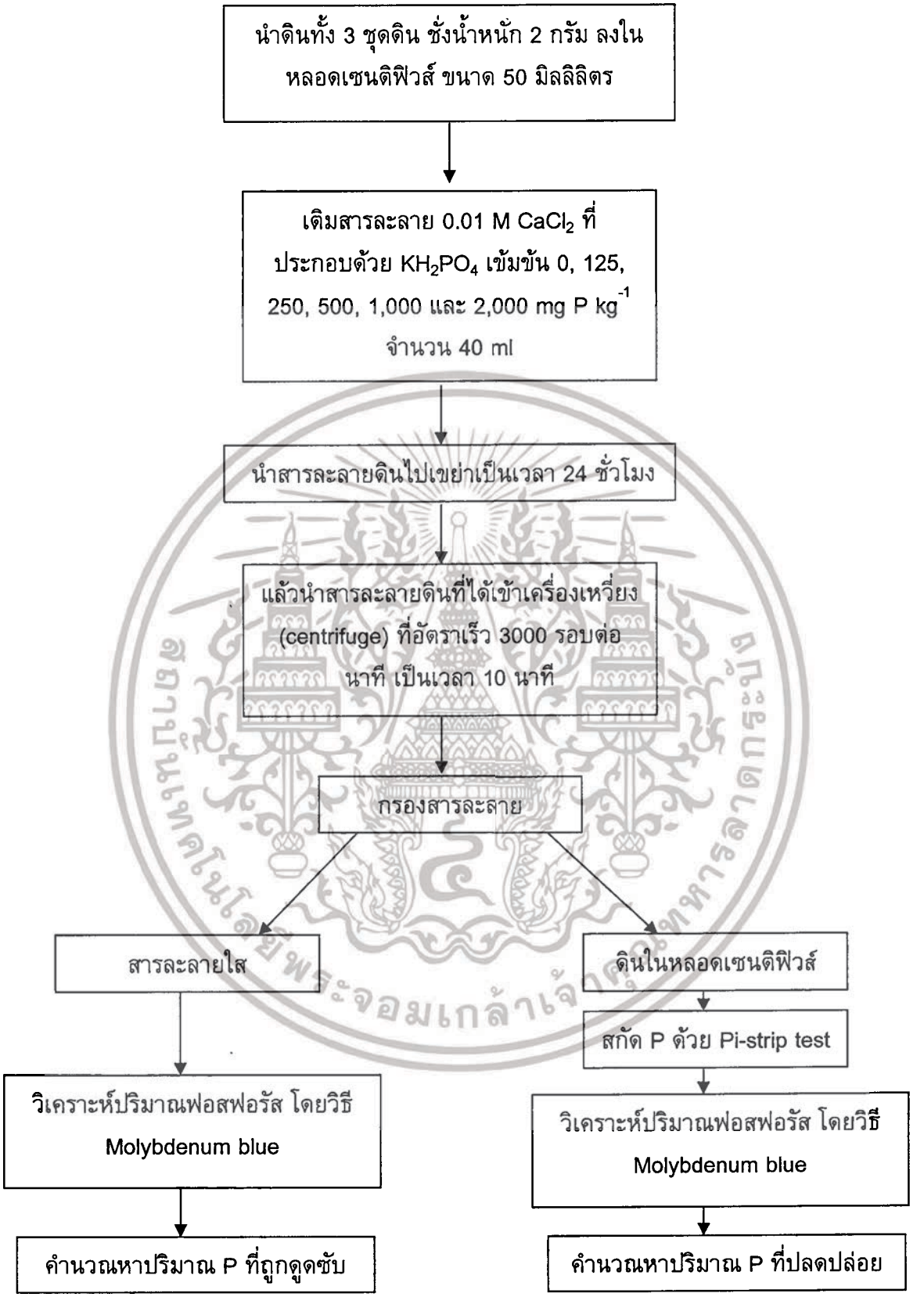
3.2.2 วิเคราะห์การดูดซับฟอสฟอรัส

ชั่งตัวอย่างดิน 2 กรัม ใส่ลงในหลอดcentrifuge ขนาด 50 ml เติมสารละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเข้มข้น 0, 125, 250, 500, 1,000 และ 2,000 mg P kg^{-1} :ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.01 โมล่าร์ จำนวน 40 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นจุดสมดุล (equilibrium) ของปฏิกิริยาการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน (Fox and Kamprath, 1970) จากนั้นนำหลอดcentrifuge เหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบ เป็นเวลา 10 นาที กรองสารละลายส่วนที่ใส แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่จุดสมดุลด้วยวิธี molybdenum blue วัดความเข้มของสีโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 nm

3.2.3 การปลดปล่อยของฟอสฟอรัส

นำตัวอย่างดินในหลอด centrifuge จากการทดลองการดูดซับของฟอสฟอรัสในดินมาวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Iron-oxide impregnated strip test (Pi-strip test) ทำได้โดยการซึ่งกระทำได้โดยการใช้กระดาษกรองเคลือบด้วยสารละลาย $Fe(OH)_3$ ซึ่งเรียกว่า Pi-strip เขย่าตัวอย่างดินกับ Pi-strip ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นนำ Pi-strip มาเขย่ากับ 0.5 *N* H_2SO_4 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (van der Zee et al., 1987) ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จะบ่งบอกถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกปลดปล่อยออกมา และเป็นปริมาณที่แสดงถึงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับและปลดปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การคำนวณการดูดซับของฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดินสามารถคำนวนได้จากผลต่างของปริมาณฟอสฟอรัสที่เติมลงไปในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ที่จุดสมดุล

ลักษณะการดูดซับฟอสฟอรัสในดินแต่ละตัวอย่างสามารถอธิบายได้โดย การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดสมดุล ด้วยสมการ Langmuir สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$S = \frac{S_{max} kC}{1 + kC}$$

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

C = ปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดสมดุล (มิลลิกรัม/ลิตร)

S_{max} = ปริมาณฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

k = ค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัส

3.2.5 วิเคราะห์สมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับฟอสฟอรัส

การศึกษาสมบัติของดินซึ่งมีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัสในดินสามารถทำได้โดยนำสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับฟอสฟอรัส เช่น เนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณดินเหนียว ปริมาณอะลูมินั่มและเหล็ก ปริมาณแคลเซียม เป็นต้น มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุด (S_{max}) ซึ่งคำนวนได้จากสมการ Langmuir ด้วยวิธี Stepwise regression analysis ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะทำให้ทราบว่าสมบัติใดของดินควบคุมการดูดซับฟอสฟอรัสของดิน และสามารถคาดคะเนการดูดซับของฟอสฟอรัสจากสมบัติของดินนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร จำนวน 21 ตัวอย่าง จากแปลงปลูกไม้ผล ในจังหวัดตราด จันทบุรี และระยอง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1 โดยดินทั้ง 21 ตัวอย่างอยู่ในอันดับอัลติโซลส์ (Ultisols) อินเซปติโซลส์ (Inceptisols) และออกซิโซลส์ (oxisols) ซึ่งเป็นดินในอันดับอันดับอัลติโซลส์และออกซิโซลส์ เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง ภาพรวมของความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำและดินในอันดับออกซิโซลส์อาจมีการตรึงฟอสฟอรัสได้สูง ส่วนดินในอันดับอินเซปติโซลส์เป็นดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินทราย ดินส่วนมากจึงเป็นดินเนื้อหยาบและมีอินทรียวัตถุต่ำจึงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อย่างไรก็ตามตัวอย่างดินทั้ง 21 ตัวอย่างเก็บจากแปลงที่ปลูกไม้ผลจึงมีการจัดการดินและปุ๋ยที่แตกต่างกันจึงทำให้มีสมบัติทางเคมี ธาตุอาหาร และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกัน

เมื่อจำแนกเป็นชุดดินสามารถจำแนกตามแผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน ได้จำนวน 9 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินแกลง (Kl) และชุดดินภูเก็ต (Pk) ชุดดินละ 4 ตัวอย่าง ชุดดินห้วยโป่ง (Hp) และชุดดินชุมพร (Cp) ชุดดินละ 3 ตัวอย่าง ชุดดินคลองซาก (Kc) และชุดดินนาทวี (Nat) ชุดดินละ 2 ตัวอย่าง ชุดดินมะขาม(Mak) ชุดดินลำภูรา(Ll) และชุดดินท่าใหม่(Ti) ชุดดินละ 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินทั้ง 21 ตัวอย่างเก็บจากแปลงที่ปลูกไม้ผล ชนิดของไม้ผล ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ สละ และลองกอง ซึ่งสวนโดยส่วนใหญ่ปลูกไม้ผลหลายชนิดคละกัน

4.2 สมบัติเบื้องต้นของตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินทั้ง 21 ตัวอย่างเป็นดินกรดโดยมีค่า pH อยู่ในพิสัย 4.4-6.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ซึ่งมีความเป็นกรดอยู่ในระดับกรดจัดรุนแรง มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบและเนื้อปานกลาง ได้แก่ เนื้อดินประเภทดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียว ดินร่วนปนทราย และดินทรายปนร่วน โดยมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดทราย และทรายแป้งอยู่ในพิสัย 1-31, 44-89 และ 10-30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 % และอยู่ในพิสัย 0.59-2.52 %

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สกัดด้วยน้ำยาสกัด Bray 2 อยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 163.10 mg P kg^{-1} อย่างไรก็ตามบางตัวอย่างมีฟอสฟอรัสในระดับต่ำ อยู่ในพิสัย 1.88-796.34 mg P kg^{-1} เมื่อสกัดฟอสฟอรัสด้วยวิธี Pi-strip test พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ย และอยู่ในพิสัยเท่ากับ 48.15 และ 3.24-253.45 mg P kg^{-1} ตามลำดับ เนื่องจากเนื้อดินของตัวอย่างดินที่นำมาศึกษาอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบและเนื้อปานกลาง และมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำจึงทำให้มีค่าเฉลี่ยความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยและพิสัย เท่ากับ 7.45 และ 2.73-15.35 $cmol_c$ kg^{-1} ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน ชุดดิน soil family pH สัดส่วนขนาดอนุภาคดิน และเนื้อดิน

ตัวอย่างที่	สถาณที่	ชุดดิน	Soil family	pH	%clay	%sand	%silt	เนื้อดิน
1	ต. เขาสมิง อ.เขาสะมิง จ.ตราด	คลองชาก(Kc)	isohyperthermic Typic Kandihumults	4.6	31	54	15	sandy clay loam
2	ต. เขาสมิง อ.เขาสะมิง จ.ตราด	คลองชาก(Kc)	isohyperthermic Typic Kandihumults	5.1	26	44	30	clay loam
3	ต. ทุ่งนนทรี อ.เขาสะมิง จ.ตราด	แกลง (Kl)	isohyperthermic Typic Plinthaquults	6.1	11	59	30	sandy loam
4	ต. ทุ่งนนทรี อ.เขาสะมิง จ.ตราด	แกลง (Kl)	isohyperthermic Typic Plinthaquults	4.9	11	74	15	sandy loam
5	ต. บ่อพลอย อ.บ่อไร่ จ.ตราด	แกลง (Kl)	isohyperthermic Typic Plinthaquults	4.7	11	74	15	sandy loam
6	ต. พริ้ว อ. แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี	ห้วยโป่ง (Hp)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.1	16	69	15	sandy loam
7	ต. เกวียนหัก อ. ขลุง จ. จันทบุรี	ภูเก็ต (Pk-y)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.3	1	84	15	loamy sand
8	ต. ซึ้ง อ. ขลุง จ. จันทบุรี	ห้วยโป่ง (Hp)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.0	11	74	15	sandy loam
9	ต. ตรอกนอง อ. ขลุง จ. จันทบุรี	ห้วยโป่ง (Hp)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.1	16	74	10	sandy loam
10	ต. อ่างคีรี อ. มะขาม จ. จันทบุรี	ภูเก็ต (Pk-y)	isohyperthermic Typic Kandiudults	4.8	1	89	10	loamy sand
11	ต. ปัถวี อ. มะขาม จ. จันทบุรี	ลำภูรา (Ll)	isohyperthermic Typic Palehumults	4.9	11	64	25	sandy loam
12	ต. ทับไทร อ. โป่งน้ำร้อน จ. จันทบุรี	ชุมพร (Cp)	isohyperthermic Typic Paleudults	4.9	26	49	25	sandy clay loam
13	ต. ปัถวี อ. มะขาม จ. จันทบุรี	มะขาม (Mak)	isohyperthermic Fluvaquentic Eutrudepts	4.7	6	79	15	loamy sand
14	ต. แสลง อ. เมือง จ. จันทบุรี	ภูเก็ต (Pk-y)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.3	6	69	25	sandy loam
15	ต. เขาบายศรี อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี	ท่าใหม่ (Ti)	isohyperthermic Typic Hapludox	5.5	31	49	20	sandy clay loam
16	ต. ท่าใหม่ อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี	นาทวี (Nat)	isohyperthermic Typic Kandiudults	5.4	6	79	15	loamy sand
17	ต. ท่าใหม่ อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี	นาทวี (Nat)	isohyperthermic Typic Kandiudults	4.4	11	79	10	loamy sand
18	ต. สองพี่น้อง อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี	ภูเก็ต (Pk-y)	isohyperthermic Typic Kandiudults	4.8	6	84	10	loamy sand
19	ต. สนามไชย อ. นายายอาม จ. จันทบุรี	ชุมพร (Cp)	isohyperthermic Typic Paleudults	4.5	21	59	20	sandy loam
20	ต. นายายอาม อ. นายายอาม จ. จันทบุรี	ชุมพร (Cp)	isohyperthermic Typic Paleudults	4.7	11	69	20	sandy loam
21	ต. ทางเกวียน อ. แกลง จ. ระยอง	แกลง (Kl)	isohyperthermic Typic Plinthaquults	4.8	16	69	15	sandy loam

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างที่	OM	P_Bray 2	Pi	CEC	K	Na	Ca	Mg	Al_KCl	Al ox	Al-di	Fe_ox	Fe_di
	%	----mg kg^{-1}---		cmol kg^{-1}	----------mg kg^{-1}----------				----------g kg^{-1}----------			-----g kg^{-1}----	
1	1.85	32.64	9.01	8.22	46.51	21.91	44.82	7.97	0.44	0.48	0.19	3.82	6.97
2	0.97	1.88	4.27	5.97	20.73	32.94	627.98	39.68	0.15	0.37	0.13	3.30	6.47
3	2.15	734.47	144.01	15.35	376.48	32.41	1788.54	108.70	0.00	0.82	0.36	5.46	8.56
4	1.17	796.34	211.39	6.47	67.96	117.06	168.65	22.82	0.29	0.40	0.14	3.42	6.58
5	0.79	3.57	4.63	6.09	24.60	5.50	146.00	19.00	0.40	0.38	0.14	3.33	6.49
6	1.40	218.61	57.38	7.12	26.20	30.38	457.17	19.92	0.59	0.43	0.16	3.56	6.72
7	0.59	156.87	44.31	2.73	32.48	29.04	135.83	12.80	0.18	0.22	0.05	2.55	5.74
8	2.13	90.09	13.97	7.93	26.59	35.42	120.04	10.91	0.39	0.47	0.18	3.75	6.90
9	1.40	41.68	17.25	7.67	70.16	37.06	503.95	47.43	0.67	0.45	0.17	3.69	6.84
10	0.76	135.66	41.81	4.48	9.09	27.08	53.36	4.94	0.29	0.30	0.10	2.96	6.13
11	1.05	83.37	31.72	5.74	37.60	49.21	381.89	56.10	0.33	0.36	0.13	3.25	6.42
12	2.10	4.17	8.57	10.54	34.46	35.16	494.02	139.44	0.76	0.59	0.24	4.35	7.49
13	1.33	23.71	14.77	6.60	24.21	28.56	242.09	28.66	0.37	0.40	0.15	3.45	6.61
14	1.18	121.78	40.62	5.51	30.98	29.98	495.02	30.88	0.11	0.35	0.12	3.19	6.36
15	2.28	534.02	253.45	11.09	86.71	24.31	992.06	124.01	0.28	0.62	0.26	4.48	7.61
16	1.23	27.88	8.20	5.69	29.40	23.60	176.00	29.00	0.31	0.36	0.13	3.24	6.40
17	2.52	249.42	52.44	9.79	26.90	27.70	51.00	10.00	0.41	0.55	0.23	4.18	7.32
18	1.04	65.88	16.01	5.80	21.34	63.74	362.65	27.67	0.44	0.37	0.13	3.26	6.43
19	2.08	14.63	6.03	11.50	47.01	27.99	206.18	47.81	1.22	0.64	0.27	4.57	7.70
20	0.85	3.76	3.24	5.92	21.81	25.60	55.78	13.94	0.48	0.37	0.13	3.29	6.45
21	1.09	84.69	28.17	6.34	39.84	30.18	497.01	62.75	0.35	0.39	0.14	3.39	6.55

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ คือ โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าเฉลี่ย 52.43, 34.99, 380.95 และ 4.16 mg kg^{-1} ตามลำดับ อะลูมินั่มสกัดด้วยน้ำยาสกัด 3 ชนิด คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ แอมโมเนียมออกซาเลต และไดไทโอไนท์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40, 0.45 และ 0.17 g Al kg^{-1} ตามลำดับ เหล็กที่สกัดด้วยแอมโมเนียมออกซาเลต และไดไทโอไนท์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 และ 6.80 g Fe kg^{-1} ตามลำดับ ทั้งอะลูมินั่มและเหล็กเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการตรึงฟอสฟอรัสในดินกรด ดินที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจะมีปริมาณอะลูมินั่มและเหล็กในปริมาณสูง ทำให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสได้สูง

4.3 การดูดซับฟอสฟอรัส

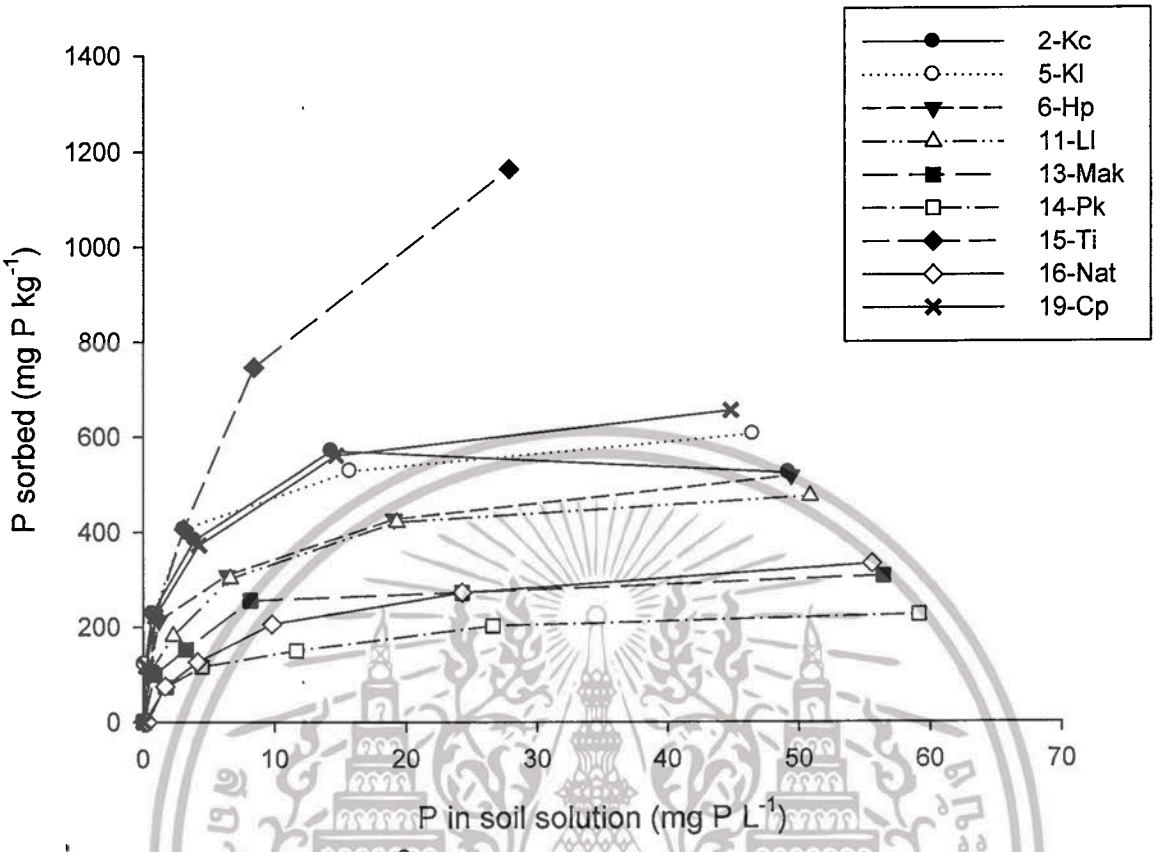
การดูดซับฟอสฟอรัส (Phosphorus sorption) เป็นกระบวนการที่ฟอสฟอรัสถูกดูดซับอยู่ที่ผิวหน้าของของแข็ง (solid-phase surface) ในดิน เกิดการสร้างพันธะที่แข็งแรงกว่าพันธะอิเล็กตรอนธรรมดา (simple electrostatic bond) เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายดินที่สมดุล (intensity) และความจุฟอสฟอรัสของดินเพื่อให้พืชนำไปใช้ระหว่างการเจริญเติบโต (capacity) การศึกษานี้จึงได้ทำการศึกษารูปแบบและปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัส (Phosphorus sorption isotherm)

เมื่อศึกษาความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัส (P) ของทุกชุดดิน พบว่า การดูดซับฟอสฟอรัสมีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบเอกโพเนนเชียล (exponential) คือ ปริมาณ P ที่ถูกดูดซับในทุกชุดดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระดับความเข้มข้นของ P ในสารละลายดินที่เพิ่มขึ้นและคงที่เมื่อเข้าสู่จุดสมดุล (ภาพที่ 4.1) ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระดับต่ำดินสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงจึงทำให้กราฟมีความชันมาก และความชันของกราฟจะลดลงเมื่อฟอสฟอรัสในสารละลายดินและที่ดูดซับอยู่ที่คอลลอยด์ดินเข้าสู่สมดุล หรืออาจเรียกรูปแบบการดูดซับนี้ว่าเป็นการดูดซับแบบ L-curve

จากภาพที่ 4.1 เห็นได้ว่าชุดดินคลองซาก แกลง ห้วยโป่ง ลำภูรา มะขาม ภูเก็ต ท่าใหม่ นาทวี และชุมพร มีรูปแบบการดูดซับฟอสฟอรัสมีลักษณะเป็นแบบ L-curve คือ ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายต่ำ ดินทั้ง 9 ชุดดินสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูง และเข้าสู่จุดสมดุลเมื่อฟอสฟอรัสในสารละลายดินมีความเข้มข้นต่ำกว่า 10 mg P kg^{-1} จึงทำให้ความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสไว้ได้มีความเข้มข้นไม่เกิน 600 mg P kg^{-1} ยกเว้นชุดดินท่าใหม่ซึ่งสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงมากกว่านั้น และยังไม่มีแนวโน้มที่จะถึงจุดสมดุลแม้ว่าจะเติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 2000 mg P kg^{-1} แสดงให้เห็นว่าชุดดินท่าใหม่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสสูงมากอาจเป็น เพราะชุดดินท่าใหม่เป็นดินสีแดงที่มีองค์ประกอบของออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินั่มในปริมาณสูง ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสของแต่ละชุดดินขึ้นอยู่กับสมบัติของดินแต่ละชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

131055



ภาพที่ 4.1 การดูดซับฟอสฟอรัสในดินของชุดดิน 9 ชุดดิน

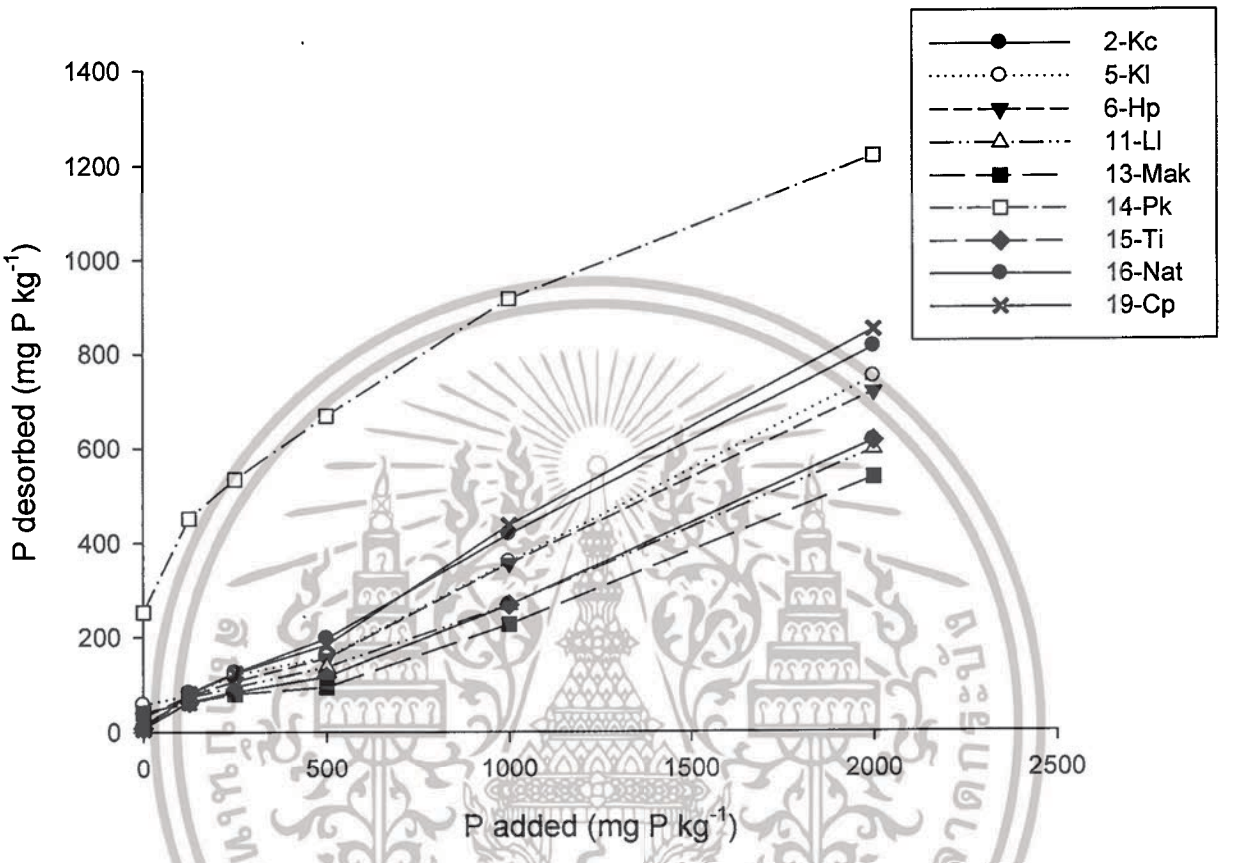
ส่วนชุดดินที่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสต่ำสุด คือ ชุดดินภูเก็ต ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียว อะลูมินั่ม และเหล็กในปริมาณต่ำ ซึ่งชุดดินมะขามและนาทวี ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ต่ำเช่นเดียวกับชุดดินภูเก็ต โดยฟอสฟอรัสที่สามารถดูดซับได้สูงสุดประมาณ 200 mg P kg^{-1} สำหรับชุดดินลำภูรา และห้วยโป่ง ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงสุดประมาณ 400 mg P kg^{-1} ส่วนชุดดินแกลง คลองซาก และชุมพรสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงสุดมากกว่า 500 mg P kg^{-1} อย่างไรก็ตาม ทั้ง 8 ชุดดิน เข้าสู่จุดสมดุลเมื่อมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายดินต่ำกว่า 10 mg P kg^{-1} ซึ่งลำดับในการดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินทั้ง 9 ชุด เป็นดังนี้ Ti>Cp>Kl>Kc>Hp>Ll>Nat>Mak>Pk

4.4 การปลดปล่อยของฟอสฟอรัส

เมื่อนำดินที่ผ่านการเขย่า 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี Pi-strip test ฟอสฟอรัสส่วนที่สกัดได้คือฟอสฟอรัสที่ปลดปล่อยออกมาจากดิน พบว่าการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินทั้ง 9 ชุดดินเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น โดยชุดดินท่าใหม่มีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 1219 mg kg^{-1} ชุดดินที่ปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้ต่ำสุด คือ ชุดดินภูเก็ตซึ่งปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้ 537.74 mg kg^{-1} ซึ่งลำดับในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 ชุด เป็นดังนี้ Ti>Cp>Kl>Kc>Hp>Ll>Nat>Mak>Pk ลำดับในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสสอดคล้องกับการดูดซับฟอสฟอรัส แสดงให้เห็นว่าดินที่ดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้สูง ทั้งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายและสมบัติของดินแต่ละชนิด



ภาพที่ 4.2 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินของชุดดิน 9 ชุดดิน

4.5 การคำนวณการดูดซับของฟอสฟอรัสด้วยสมการ Langmuir

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดินสามารถคำนวนได้จากผลต่างของปริมาณฟอสฟอรัสที่เติมลงไปในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ที่จุดสมดุล

ลักษณะการดูดซับฟอสฟอรัสในดินแต่ละตัวอย่างสามารถอธิบายได้โดย การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดสมดุล ด้วยสมการ Langmuir สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$S = \frac{S_{max} kC}{1 + kC}$$

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

C = ปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดสมดุล (มิลลิกรัม/ลิตร)

S_{max} = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

k = ค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำการดูดซับฟอสฟอรัสของตัวอย่างดินทั้ง 21 ชุดดินมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดสมดุล ด้วยสมการ Langmuir พบว่าดินที่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสอยู่ได้สูงสุดในช่วง 177.75-1482.20 mg P kg^{-1}ชุดดดินที่มีค่าการดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงสุดคือ ชุดดินท่าใหม่ (ตารางที่ 4.3)สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ที่ 1482.20 mg P kg^{-1} ชุดดดินที่มีค่าการดูดซับฟอสฟอรัสได้ต่ำสุดคือ ชุดดินมะขาม 177.75 mg P kg^{-1}

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ดินสามารถดูดซับได้สูงสุดและค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัสของตัวอย่างดิน 21 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ชุดดิน	S_{max} (mg kg^{-1})	k	RMS
1	คลองซาก(Kc)	1070.80	0.7445	7984.40
2	คลองซาก(Kc)	553.00	0.9541	2757.20
3	แกลง (Kl)	351.00	0.2138	1409.60
4	แกลง (Kl)	482.60	0.0977	4973.42
5	แกลง (Kl)	593.40	0.7896	1991.00
6	ห้วยโป่ง (Hp)	497.90	0.4337	1950.10
7	ภูเก็ต (Pk-y)	593.40	0.4803	4989.52
8	ห้วยโป่ง (Hp)	482.60	0.5498	13295.11
9	ห้วยโป่ง (Hp)	635.03	0.5423	107.75
10	ภูเก็ต (Pk-y)	177.75	0.4860	4373.93
11	ลำภูรา (Ll)	504.20	0.2574	475.30
12	ชุมพร (Cp)	939.88	0.5621	29661.88
13	ภูเก็ต (Pk-y)	314.00	0.3918	361.30
14	มะขาม (Mak)	237.90	0.2023	122.60
15	ท่าใหม่ (Ti)	1482.20	0.1268	1744.90
16	นาทวี (Nat)	374.70	0.1236	109.80
17	นาทวี (Nat)	755.70	0.3263	3264.00
18	ภูเก็ต (Pk-y)	318.70	0.6711	393.40
19	ชุมพร (Cp)	661.90	0.4199	2099.00
20	ชุมพร (Cp)	565.30	1.0078	3187.20
21	แกลง (Kl)	635.03	0.5173	29299.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดของดินแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันแม้ว่าจะเป็นดินชุดเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ชุดดินชุมพรตัวอย่างที่ 19 มีค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดอยู่ที่ 661.90 mg P kg^{-1} ในขณะที่ตัวอย่างที่ 20 มีค่า 565.30 mg P kg^{-1} แสดงให้เห็นว่าสมบัติของดินมีผลต่อค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุด

ค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัส เป็นค่าที่จะบ่งบอกถึงเวลาในการเข้าสู่สมดุลของการดูดซับฟอสฟอรัส เมื่อมีค่าต่ำ หมายความถึง ต้องใช้เวลานานการดูดซับฟอสฟอรัสจึงเข้าสู่จุดสมดุล และในทางตรงข้ามเมื่อมีค่าสูงแสดงถึงการดูดซับฟอสฟอรัสที่เข้าสู่จุดสมดุลอย่างรวดเร็ว ซึ่งค่าคงที่ของพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.0977-1.0078 โดยชุดดินที่มีค่า k ต่ำสุด คือ ชุดดินแกลงตัวอย่างที่ 4 และมีค่าสูงสุดในชุดดินชุมพรตัวอย่างที่ 20

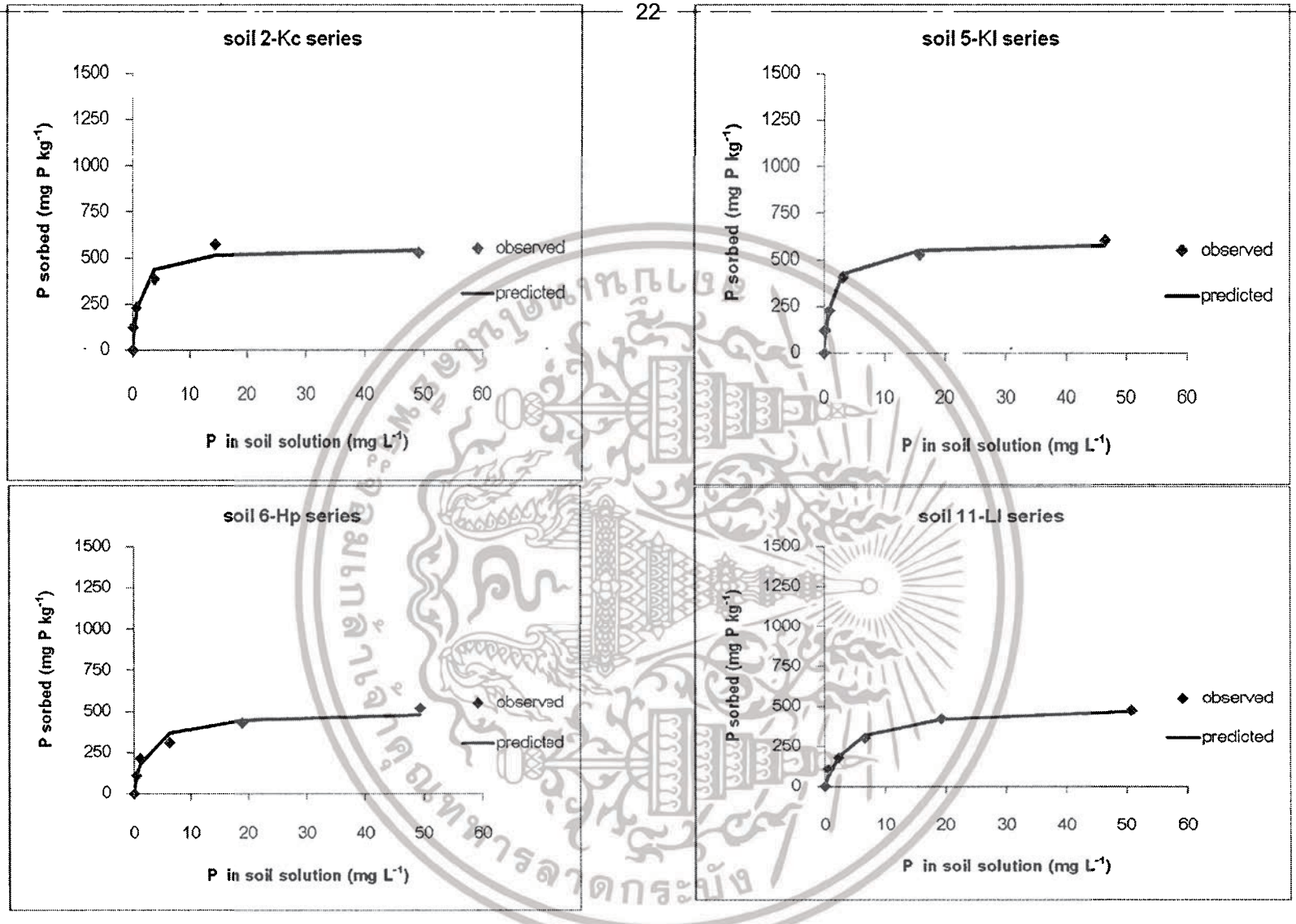
เมื่อนำค่าการดูดซับฟอสฟอรัสที่ได้จากการทดลองสร้างกราฟเปรียบเทียบกับฟอสฟอรัสที่คำนวนได้จากจากสมการ Langmuir แสดงในภาพที่ 4.3 และ 4.4 พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวนด้วยสมการ Langmuir มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นค่าที่ได้จากการคำนวนด้วยสมการสามารถใช้ในการอธิบายการดูดซับของฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินทั้ง 21 Rayment และ Higginson (1992) ได้แบ่งระดับของการดูดซับฟอสฟอรัสออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 4.4 ดังนั้นจึงใช้ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดในการแบ่งระดับการดูดซับฟอสฟอรัสของตัวอย่างดินทั้ง 21 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตามค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดที่นำมาคำนวนควรมาจากการทดลองที่การดูดซับของฟอสฟอรัสถึงจุดสมดุล

ตารางที่ 4.4 ระดับการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน

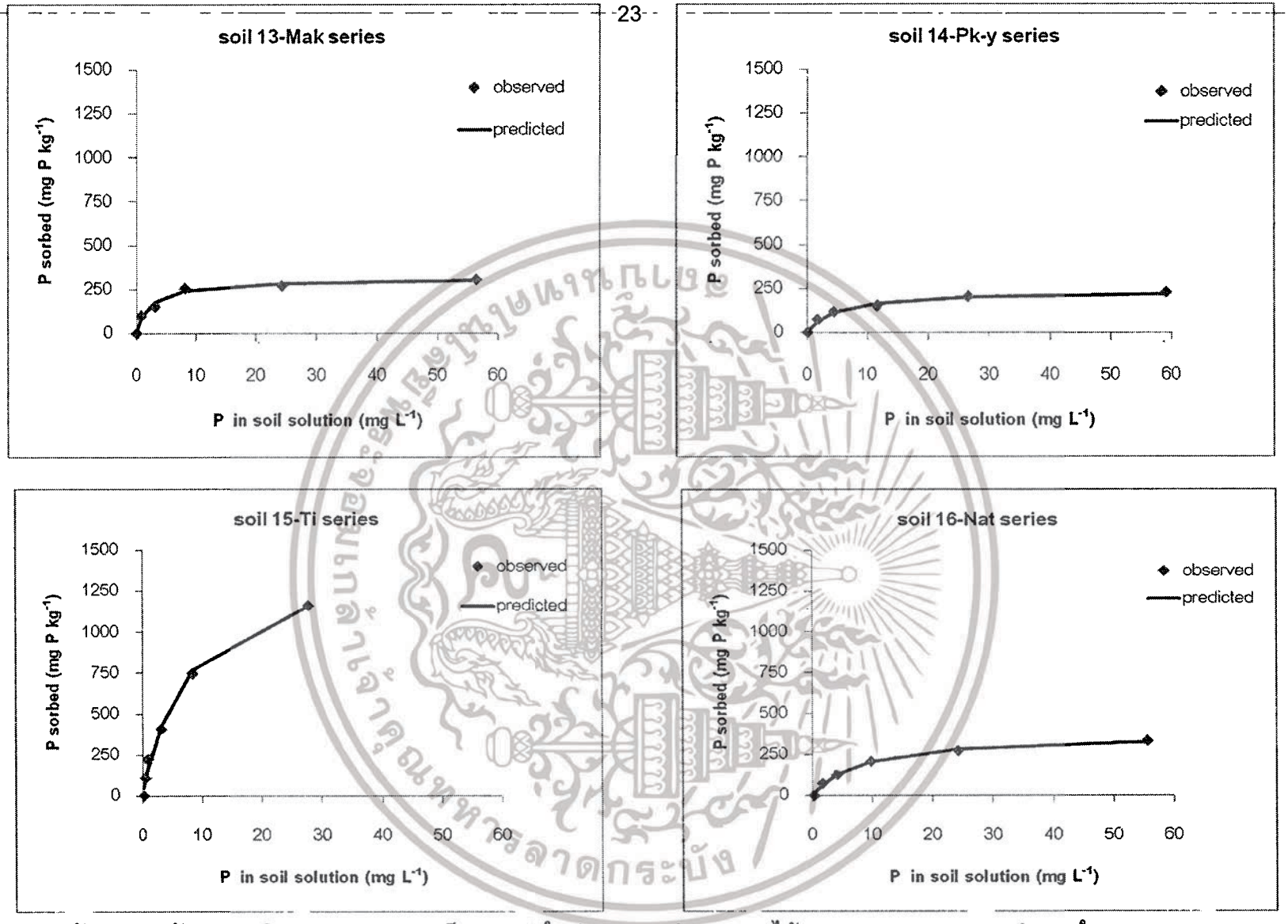
ระดับ	ร้อยละของการดูดซับฟอสฟอรัส*
ต่ำมาก	<10
ต่ำ	10-30
ปานกลาง	30-60
สูง	60-90
สูงมาก	>90

*เมื่อเทียบกับฟอสฟอรัสที่เติมลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 การดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินคลองซาก(Kc) แกลง(Kl) ห้วยโป่ง(Hp) และลำภูรา(Ll)ที่ได้จากการทดลองและการคำนวนในสมการ Langmuir



ภาพที่ 4.4 การดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินมะขาม(Mak) ภูเก็ต(Py) ท่าใหม่ (Ti) และลำภูรา(LI) ได้จากการทดลองและการคำนวนในสมการ Langmuir

เมื่อแบ่งระดับการดูดซับฟอสฟอรัสตามเกณฑ์ในตารางที่ 4.4 พบว่าชุดดินภูเก็ตมีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมาก-ต่ำ (ตารางที่ 4.5) ในขณะที่ชุดดินท่าใหม่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสได้สูง อาจเนื่องจากชุดดินภูเก็ตมีเนื้อดินประเภทร่วนปนทรายจึงมีปริมาณคอลลอยด์ดินต่ำจึงไม่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูง ส่วนชุดดินท่าใหม่มีเนื้อดินประเภทดินร่วนเหนียวปนทรายและมีสีแดง จึงปริมาณของคอลลอยด์ดินและสารประกอบของเหล็กและอะลูมินั่มออกไซด์ในปริมาณสูงจึงสามารถดูดซับฟอสฟอรัสไว้ได้สูง

ตารางที่ 4.5 ระดับการดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดิน 9 ชุดดิน

ที่	ชุดดิน	ระดับการดูดซับ
1	คลองซาก	ต่ำ-ปานกลาง
2	แกลง	ต่ำ-ปานกลาง
3	ห้วยโป่ง	ต่ำ-ปานกลาง
4	ภูเก็ต	ต่ำมาก-ต่ำ
5	ลำภูรา	ต่ำ
6	ชุมพร	ต่ำ-ปานกลาง
7	มะขาม	ต่ำ
8	ท่าใหม่	สูง
9	นาทวี	ต่ำ-ปานกลาง

ชุดดินลำภูราและชุดดินมะขามสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ในระดับต่ำ ชุดดินคลองซาก แกลง ห้วยโป่ง ชุมพร และนาทวี ดูดซับฟอสฟอรัสได้ในระดับต่ำ-ปานกลาง การที่ชุดดินดังกล่าวดูดซับฟอสฟอรัสได้ในระดับต่ำและปานกลาง อาจเนื่องมาจากว่าชุดดินเหล่านี้มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ จึงมีปริมาณคอลลอยด์ต่ำสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ต่ำ การที่ชุดดินเหล่านี้ดูดซับฟอสฟอรัสได้ต่ำ ในกรณีที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงโอกาสที่ฟอสฟอรัสจะถูกชะละลายอาจเกิดขึ้นได้ ทำให้ฟอสฟอรัสปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำและยังเป็นการสิ้นเปลืองค่าปุ๋ยอีกด้วย อย่างไรก็ตามการเกิดการชะละลายของฟอสฟอรัสยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่หลายปัจจัย เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส ปริมาณการให้น้ำ และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับฟอสฟอรัส

นำสมบัติของดินมาหาสหสัมพันธ์กับค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดและค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัสพบว่า ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดมีสัมประสิทธิ์กับร้อยละของอนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 0.8112** และ 0.5197** ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (ตารางที่ 4.6) และมีแนวโน้มมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับเหล็กและอะลูมินัมที่สกัดด้วย oxalate และ dithionite แสดงว่าเมื่อร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และอินทรียวัตถุในดินสูงทำให้ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดสูง เนื่องจากสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุเป็นส่วนที่แสดงถึงปริมาณคอลลอยด์ในดิน เมื่อดินมีปริมารคอลลอยด์สูงทำให้มีประจุบวกที่สามารถดูดซับได้สูงขึ้นด้วยจึงทำให้ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดมีค่าสูงเมื่อมีปริมาณคอลลอยด์สูง ความเข้มข้นของเหล็กและอลูมินั่มเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถให้ประจุบวกแก่ดินได้ ค่าสหสัมพันธ์จึงมีแนวโน้มในทางบวกกับค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุด

ตารางที่ 4.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (*r*) ระหว่างสมบัติดิน ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดและค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัส

สมบัติดิน	Smax	k
pH	-0.0629	-0.4221
%Clay	0.8112**	0.2011
%sand	-0.6102*	-0.1347
%slit	0.0663	-0.0167
OM	0.5197**	-0.321
Bray 2	0.1012	-0.6019**
P_Pi	0.3501	-0.6089**
CEC	0.3978	-0.2561
K	-0.0158	-0.324
Ca	0.1059	-0.2949
Mg	0.4694	-0.2811
Al_KCl	0.2453	0.1845
Al_ox	0.399	-0.2577
Al_di	0.3984	-0.2601
Fe_ox	0.3978	-0.2568
Fe_di	0.3987	-0.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัสมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดด้วย Pi-strip test และ Bray 2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.6089** และ -0.6019** ตามลำดับที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แสดงว่าเมื่อดินมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเริ่มต้นสูงจะทำให้การดูดซับฟอสฟอรัสเข้าสู่สมดุลได้เร็ว เนื่องจากบริเวณคอลลอยด์ของดินมีฟอฟสฟอรัสดูดซับในปริมาณสูงอยู่แล้วจึงทำให้เหลือพื้นที่ให้ฟอสฟอรัสดูดซับน้อย จึงทำให้การดูดซับฟอสฟอรัสเข้าสู่จุดสมดุลได้เร็วขึ้น

เมื่อนำค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดและค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัส ที่ได้จากสมการ Langmuir ไปสร้างสมการความสัมพันธ์กับสมบัติของดินโดยใช้วิธี Stepwise regression analysis พบว่า ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดมีความสัมพันธ์กับร้อยละของอนุภาคดินเหนียว ดังสมการ

$$S_{max} = 214.95+27.16clay \qquad R^2=0.66^{**}$$

จากสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อร้อยละของอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดเพิ่มขึ้น 27.16 mg P kg^{-1} โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.6581 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงให้เห็นว่าปริมาณคอลลอยด์มีความสำคัญอย่างมากต่อการดูดซับฟอสฟอรัส และสามารถคาดคะเนค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดได้โดยการใช้ร้อยละของอนุภาคดินเหนียว

เมื่อนำสมบัติดินมาสร้างสมการถดถอยกับค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัส ค่าคงที่พลังงานการดูดซับฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นที่สกัดได้ด้วย Pi-strip test พบว่า มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$k = 0.5817-0.00229Pi_strip \qquad R^2=0.37^{*}$$

จากสมการดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินเริ่มต้นเพิ่มขึ้น 1 mg P kg^{-1} ทำให้ค่าคงที่พลังงานการดูดซับลดลง 0.00229 หน่วย แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสเริ่มต้นในดินมีผลต่อการถึงจุดสมดุลของการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน การใช้สมบัติดินทั้งสองประเภทสามารถทำให้สามารถคาดคะเนการค่าการดูดซับฟอสฟอรัสในดินได้ เพียงวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายดิน สัดส่วนอนุภาคดินเหนียว และปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นในดินด้วยวิธี Pi-strip test ก็จะสามารถทำนายการดูดซับฟอสฟอรัสในขณะนั้นได้ ช่วยให้สามารถจัดการธาตุอาหารได้ตรงตามความต้องการของพืช และป้องกันการปนเปื้อนฟอสฟอรัสสู่สิ่งแวดล้อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันตามสมบัติของดิน แม้ว่าเป็นดินชุดเดียวกัน ค่าฟอสฟอรัสที่ดินดูดซับได้สูงสุดอาจแตกต่างกันได้

2. ชุดดินท่าใหม่ดูดซับฟอสฟอรัสในระดับสูง โดยค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดคิดเป็น ร้อยละ 74.11 ของฟอสฟอรัสสูงสุดที่เติมลงในดิน (2,000 mg P kg^{-1}) เนื่องจากเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และมีปริมาณของเหล็กและอะลูมินั่มในระดับสูง อย่างไรก็ตามปริมาณที่เติมให้แก่ชุดดินท่าใหม่ อาจไม่ครอบคลุมระดับความสามารถการดูดซับฟอสฟอรัสของชุดดินใหม่ เนื่องจากจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินและความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ดินดูดซับได้ การดูดซับฟอสฟอรัสในชุดดินท่าใหม่ยังไม่เข้าสู่จุดสมดุล ดังนั้นค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดของชุดดินท่าใหม่อาจมากกว่า ร้อยละ 74.11

3. ชุดดินภูเก็ตดูดซับฟอสฟอรัสในระดับต่ำมาก-ต่ำ โดยค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดคิดเป็น ร้อยละ 8.88-15.93 ของฟอสฟอรัสสูงสุดที่เติมลงในดิน (2,000 mg P kg^{-1}) อาจเนื่องจากชุดดินภูเก็ตมีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวเพียงร้อยละ 1-6 เท่านั้น จึงทำให้มีปริมารคอลลอยด์ดินต่ำจึงทำให้ชุดดินภูเก็ตมีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสในระดับต่ำมากถึงต่ำ

4. จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสร้างสมการถดถอย พบว่า สมบัติของดินที่มีผลต่อค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุด คือ ร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นในดินที่สกัดได้ด้วย Pi-strip test มีผลต่อพลังงานในการดูดซับฟอสฟอรัส จากการใช้สมบัติของดินทั้งสองประการนี้จึงสามารถคาดคะเนการดูซับฟอสฟอรัสในดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. การปลูกทุเรียน. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2543. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และคณะ. 2550. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เพื่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน (ข้าว, อ้อย). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

นัจภัค หงษ์ธนัต. 2550. การศึกษาการดูดซับและคาดคะเนคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินนาน้ำขังโดยใช้สมการความต้องการฟอสฟอรัสในโปรแกรม PDSS. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ม บางเขน. กรุงเทพฯ.

นันทกร บุญเกิด .การจัดการธาตุอาหารพืชกับไม้ผล (องุ่น มะม่วง). สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรทิวา กัลยวงศ์หา และ สุมิตรา ภู่วโรดม. 2548. สมบัติดินปลูกทุเรียนของเกษตรกรในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 36 ฉบับที่ 5-6 (พิเศษ) กันยายน-ธันวาคม.

มีศักดิ์ มิลินทวิสมัย .2537. การประเมินฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในชุดดินปากช่อง ชุดดินลำปาง และชุดดินสตึกโดยใช้เรดิโอไอโซโทปของฟอสฟอรัส-32 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี และวิธีการใช้พืชทดสอบ .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร. 2545. ธาตุอาหารพืชกับไม้ผล. สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรดม, นุกูล ถวิลถึง, สมพิศ ไม้เรียง, พิมล เกษสยม, และ จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2544. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ .2525. ลักษณะดิน การจำแนกดิน และการประเมินการดูดซับฟอสฟอรัสในดิน ที่ใช้ปลูกไม้ผลในประเทศไทย :โครงการย่อยสมบัติและการจำแนกดิน ปลูกไม้ผลบางชนิดในจังหวัดจันทบุรี .รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ม-ผ.4.21. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ.

Borling K., Otabbong E., and E. Barberis. 2001. Phosphorus sorption in relation to soil properties in some cultivated Swedish soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 59: 39-46.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duffera, M. and W.P. Robarge. 1999. Soil characteristics and management effects on phosphorus sorption by highland plateau soils of Ethiopia. Soil Science Society of America Journal. 63: 1455-1462.

Fox, R.L. and E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphorus requirements of soils. Soil Science Society of America Journal. 34: 902-907.

Gaston, L.A., and Drapcho, C.M., and Tapadar, S., and Kovar, J.L. 2003. Phosphorus Runoff Relationships for Louisiana Coastal Plain Soils Amended with Poultry Litter. J. Environ. Qual. 32:1422-1429.

Kamprath, E.U. and M.E. Watson. 1980. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils., pp. 433-469. In F.E. Khasawneh, E.C. Sample, E.U. Kamprath, eds. The Role of Phosphorus in Agriculture. Tennessee Valley Authority, Amer. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. and Soil Sci. Soc. Am., Wisconsin.

Marshall, S.K., and Laboski, C.A.M. 2006. Sorption of Inorganic and Total Phosphorus from Dairy and Swine Slurries to Soil. J. Environ. Qual. 35:1836-1843.

Ozanne, P.G. and T.C. Shaw. 1967. Phosphate sorption by soils as a measure of the phosphate requirement for pasture growth. Aust. J. Agr. Res. 18: 601-612.

Raven, K.P. and L.R. Hossner. 1994. Sorption and desorption Quantity-Intensity parameters related to Plant-Available soil phosphorus. Soil Science Society of America Journal. 58: 405-410.

Russell, J.S., E.J. Kamprath and C.S. Andrew. 1988. Phosphorus sorption of subtropical acid soils as influenced by the nature of the Cation Suite. Soil Science Society of America Journal. 52: 1407-1410.

Rayment, G.E. and Higginson, F.R. (1992). Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods. 330 pp. (Reed International Books Australia P/L, trading as Inkata Press, Port Melbourne.)

Sato, S. and N.B. Comerford. 2006. Assessing methods for developing phosphorus desorption isotherms from soils using anion exchange membranes. Plant and Soil, 279: 107-117.

Shailaja, S. and K.L. Saharawat. 1990. Adsorption and desorption of phosphate in some semi-arid tropical Indian Vertisols. Fertilizer Research. 23: 87-96.

Siddique, M.T., and J.S. Robinson. 2003. Phosphorus sorption and availability in soils mended with animal manures and sewage sludge. J. Environ. Qual. 32:1114-1121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Singh, B.B. and J.P. Jones. 1977. Phosphorus sorption isotherm for evaluating phosphorus requirements of lettuce at five temperature regimes. Plant and Soil. 46: 31-44.

Sui, Y. and M.L. Thompson. 2000. Phosphorus sorption, desorption, and buffering capacity in a biosolids-amended Mollisols. Soil Science Society of America Journal. 64: 164-169.

van der Zee, S.E.A.T.M., L.G.J. Fokkink and W.H. van Riemsdijk. 1987. A new technique for assessment of reversibly adsorbed phosphate. Soil Science Society of America Journal. 51: 599-604.

Yuan, G. and L.M. Lavkulich. 1994. Phosphate sorption in relation to extractable iron and aluminum in Spodosols. Soil Science Society of America Journal. 58: 343-346.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ดร. สุกัญญา แย้มประชา

เพศ ☐ ชาย ☑ หญิง วันเดือนปีเกิด 12 พฤษภาคม 2521 อายุ 34 ปี

สถานภาพ ☑ โสด ☐ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วิทยาศาสตรบัณฑิต	เคมีการเกษตร	มหาวิทยาเกษตรศาสตร์	2540
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เกษตรศาสตร์ (ปฐพีวิทยา)	มหาวิทยาเกษตรศาสตร์	2545
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	ปฐพีวิทยา	มหาวิทยาเกษตรศาสตร์	2549

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่น ๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2545-2549	ทุนการศึกษา โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษกรุ่นที่ 5	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2551	ทุนวิจัย สมบัติของดินที่มีผลต่อการดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกของประเทศไทย	เงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2553	ทุนวิจัย การศึกษาสถานะของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในพื้นที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง และอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งในภาคตะวันตกของประเทศไทย	เงินงบประมาณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2554	ทุนวิจัย อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งในภาคตะวันตกของประเทศไทย	เงินงบประมาณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2554-2556	ทุนวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด สำหรับพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ในแหล่งปลูกที่สำคัญของจังหวัดนครราชสีมา	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2555	ทุนวิจัย การพัฒนาอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉพาะพื้นที่สำหรับการผลิตมันสำปะหลัง	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

สุกัญญา แย้มประชา 2545 การตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในเนื้อเยื่อข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ชุดดินสตึก ชุดดินตาคลี ชุดดินชัยบาดาล และชุดดินลพบุรีวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sukunya Yampracha. 2006. Dissolution and availability of rock phosphates for rice cultivation in acid sulfate soils of Thailand. Dissertation, Graduate school Kasetsart University, Thailand.

Sukunya Yampracha, Tasnee Attanandana, Aminata Sidibe-Diarra, and Russell S. Yost. 2005. Predicting the Dissolution of Rock Phosphates in Flooded Acid Sulfate Soils. Soil Science Society of America Journal. 69: 2000-2011.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sukunya Yampracha, Tasnee Attanandana, Aminata Sidibe-Diarra, Anongnart Srivihok, and Russell S. Yost. 2006. Predicting the Dissolution of Four Rock Phosphates in Flooded Acid Sulfate Soils of Thailand. Soil Science. 171: 200-209.

การเสนอผลงานวิชาการ

สุกัญญา แย้มประชา ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และวิจารณ์ วิชชุกิจ 2545 การตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อข้าวโพดสด *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 ระหว่างวันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2545

สุกัญญา แย้มประชา นุจรี บุญแปลง และ นารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2554. อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งและการเคลื่อนย้าย อนินทรีย์ไนโตรเจนในหน้าดัดดิน. ใน การประชุมวิชาการดินปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 2. 11-13 พฤษภาคม 2554. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

Sukunya Yampracha, Tasnee Attanandana, and Russell Yost. 2005. Testing Predictions of Rock Phosphate for Rice Cultivation in Ongkharak soil. ***In*** The 5th National Symposium on Graduate Research, Kasetsart University, 10-11 October, 2005. Bangkok, Thailand.

Sukunya Yampracha, Tasnee Attanandana, and Russell Yost. 2006. Developing an Equation to Predict Rock Phosphate Requirement for Rice Cultivation in Flooded Acid Sulfate Soils of Thailand. ***In*** The 14th World fertilizer Congress, 22-27 January, 2006. Chiang Mai, Thailand.

Yampracha, S., N. Boonplang and N. Phanchindawan. 2010. Nutrient Status of Asparagus *(Asparagus officinalis* L.) Leave and Soils in Western Thailand. *In* Proceeding of the 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium Agricultural Technology, 25-27 August 2010, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่น ๆ)

-

อื่น ๆ

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้