

อิทธิพลของค่าความเป็นกรด-เบส และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อความสามารถของดิน
ในการดูดซับสารพาราควัท

Influence of pH and Organic Matter Effect to Ca²⁺ Capacity of
Soil for Adsorption Paraquat

ภัทรียา สังข์ดี¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต อนุรักษ² และ
รองศาสตราจารย์ ดร. ณีฎฐา หังสพฤกษ์³

1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โทรศัพท์/
โทรสาร 025644480-1 email : phattreeyasungdee@hotmail.com
2. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โทรศัพท์/
โทรสาร 025644480-1 email : banurugsa@yahoo.com
3. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โทรศัพท์/
โทรสาร 025644480-1 email : nhungspreug@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดิน
สตึก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างดินเก็บที่ความลึก 0 ถึง 30 เซนติเมตร ศึกษาความเป็นกรด-เบส (pH) 5 ระดับ คือ
4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0, 7.1-8.0 และ 8.1-9.0 และร้อยละอินทรีย์วัตถุ 5 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยเติมสารพาราควัท 5
ระดับความเข้มข้น พบว่า pH ของชุดดิน มีค่าพิสัย 3.7-6.7 ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทในทุกชุดดิน มีสมการการ
ดูดซับเป็นแบบฟรุนดลิช พบว่าชุดดินน้ำพองในช่วง pH 6-7 ชุดดินร้อยเอ็ดในช่วง pH 5-6 ชุดดินท่าตูมในช่วง pH 5-6 และชุดดิน
สตึกในช่วง pH 8-9 จะมีค่าการดูดซับดีที่สุด เท่ากับ 111.3782, 646.1004, 751.6229 และ 94.9511 ตามลำดับ การศึกษาร้อยละ
อินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัทพบว่าชุดดินน้ำพองที่ 4% ชุดดินร้อยเอ็ดที่ 5% ชุดดินท่าตูมที่ 3% และชุด
ดินสตึกที่ 5% จะมีค่าการดูดซับดีที่สุด เท่ากับ 1.5118, 1.3586, 0.0175 และ 0.2813 ตามลำดับ ดินที่มี pH สูงและมี
อินทรีย์วัตถุสูงจะมีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทสูง ทำให้มีโอกาสเกิดการแพร่กระจายของสารพาราควัทลงในแหล่ง
น้ำได้สูง จึงควรมีการศึกษาสภาพพื้นที่ก่อนที่จะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินและระมัดระวังการใช้สารพาราควัทในพื้นที่ดังกล่าวมาก
ขึ้น

คำสำคัญ : พาราควัท (paraquat), การดูดซับ (adsorption), ค่าความเป็นกรด-เบส (pH), อินทรีย์วัตถุ (organic matter)

Abstract

The factors that effect to the efficiency of paraquat adsorption in soil series; Nam Phong series, Roi Et series, Tha Tum series and Satuek series in the Northeast region of Thailand. Soil samples collected at depth of 0 to

30 cm. To study acid-base (pH) in 5 level (4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0, 7.1-8.0 and 8.1-9.0) and percentage of organic matter in 5 level (1, 2, 3, 4 and 5) by adding paraquat concentration in 5 level. The result showed the pH of soil series which have range value (R) 3.7 to 6.7, its paraquat adsorption efficiency in every soil series were Freundlich isotherm. The best adsorption efficiency of Nam Phong series at pH range 6 to 7, Roi Et series at pH range 5 to 6, Tha Tum series at pH range 5, and Satuek series at pH range 8 to 9 were 111.3782, 646.1004, 751.6229 and 94.9511, respectively. The study of percentage of organic matter which effect to paraquat adsorption was Nam Phong series at 4% Roi Et series at 5% Tha Tum series at 3% and Satuek series at 5%, its best adsorption efficiency were 1.5118, 1.3586, 0.0175 and 0.2813, respectively. Soil with high pH and organic matter have high paraquat adsorption efficiency, it can distribute into the river. Before introducing the land use, should have pre-study and take care of using paraquat in these area.

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การใช้สารกำจัดวัชพืชในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก และรวดเร็วทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น หากมีการจัดการกับสารกำจัดวัชพืชที่ไม่ถูกต้อง ดินจะเป็นตัวการสำคัญในการแพร่กระจายสารพิษสู่แหล่งน้ำ เกิดการสะสมอยู่ในระบบนิเวศ ทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร และจะเพิ่มขึ้นตามลำดับผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร การดูดซับสารพิษในดินจึงเป็นสิ่งสำคัญก่อนที่จะมีการชะล้างสารพิษและช่วยลดการปนเปื้อนสารพิษลงสู่สิ่งแวดล้อม

Paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium) เป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชในกลุ่มไบไพริดีเลียม (bipyridiliums) ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก จัดเป็นสารประเภทสัสม์สตายหรือทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (contacts-membrane disrupters) มีการใช้ที่ใบและในน้ำใช้เป็นสารที่มีอันตรายร้ายแรงที่ใช้ป้องกันและกำจัดวัชพืช ละลายน้ำได้ดี สารพาราควัทมีโครงสร้างทางเคมีที่มีประจุบวก ทำให้มีการดูดซับกับดินซึ่งมีประจุลบ โดยเฉพาะในดินเหนียวได้อย่างแข็งแรง ทำให้ไม่มีการเคลื่อนย้ายในดิน จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายพาราควัทได้ตามธรรมชาติ แต่เมื่อใช้นานเข้า พาราควัทจะเกาะติดกับอนุภาคของดินเหนียว ทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยากขึ้น(ทศพล พรพรหม, 2545)

การตกค้างของสารพาราควอตในแหล่งน้ำนั้นตัวสารจะถูกดูดซับอยู่กับอนุภาคแขวนลอย (suspended matter) และตะกอนดิน (sediment) ในน้ำ โดยมีรายงานว่าครึ่งชีวิต (half-life) ในน้ำจะมีค่าตั้งแต่ 1.5 วัน จนถึง 23 สัปดาห์ (HSDB, 2000) ซึ่งสารนี้จะสลายตัวเองภายใน 35 สัปดาห์ จนไม่สามารถตรวจพบในน้ำที่ปราศจากตะกอนดินหรือพีชน้ำภายใน 6 – 8 สัปดาห์ในแหล่งน้ำที่มีตะกอนดิน และ 3 – 4 สัปดาห์ในแหล่งน้ำที่ไม่มีทั้งตะกอนดินและพีชน้ำ (Arnold and Kevin, 1990, Eisler, 1990 อ้างใน แรงราม พลจันทร์, 2549)

ความเป็นกรด-เบสมีผลต่อปฏิกิริยาในดิน ต่อสมบัติการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของตัวดูดซับ และต่อสภาพละลายน้ำได้ของธาตุหลายชนิดในดิน จนอาจกล่าวได้ว่าค่าความเป็นกรด-เบสของดินมีอิทธิพลต่อกระบวนการดูดซับ ทั้งต่อสมบัติของตัวดูดซับและสมบัติของตัวถูกดูดซับ (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545)

ความสามารถในการดูดซับไอออนของอินทรีย์วัตถุในดินนั้นสูงมาก โดยทั่วไปการดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุจะสูงกว่าคอลลอยด์อื่นๆ ตั้งแต่ 2-30 เท่า ในดินโดยทั่วไปปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุในดินจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-90% ของปริมาณที่ดินดูดซับได้ทั้งหมด

วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อศึกษาความสามารถของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติกในการดูดซับสารพาราควัท
- 2 เพื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก
- 3 เพื่อศึกษาอินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก

วิธีการวิจัย

ใช้โปรแกรม Arcview 3.0 เพื่อหาจุดเก็บตัวอย่างของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร (กองวิเคราะห์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) เตรียมตัวอย่างดินแล้วจึงนำมาวิเคราะห์สมบัติของดินตัวอย่าง คือความเป็นกรด-เบส และปริมาณอินทรีย์วัตถุ และวิเคราะห์การดูดซับสารพาราควัทของดินตัวอย่าง ทั้งของชุดดินเองและศึกษาความเป็นกรด-เบส (pH) 5 ระดับ คือ 4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0, 7.1-8.0 และ 8.1-9.0 และร้อยละอินทรีย์วัตถุ 5 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยเตรียมสารพาราควัท 5 ระดับความเข้มข้น ซึ่งตัวอย่างดิน 10 กรัม เติมน้ำละลายพาราควัทที่เตรียมแต่ละความเข้มข้นลงไป 30 มิลลิลิตรในแต่ละบีกเกอร์ ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงให้เข้าสู่สมดุลและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer

ผลการศึกษาวิจัย

จากการนำดินตัวอย่างทั้ง 4 ชุดดินมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของชุดดิน โดยตรวจวัดค่า pH และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งได้ค่าดังตารางต่อไปนี้ pH ของชุดดินน้ำพองชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก เท่ากับ 3.74 5.19 6.63 และ 6.77 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก เท่ากับ 0.35 0.50 0.78 และ 0.21 ตามลำดับ

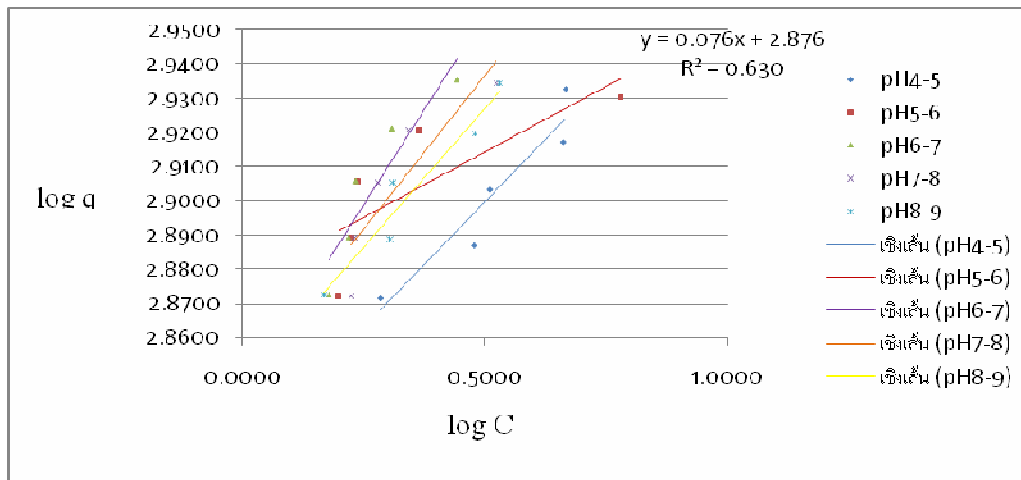
การทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายหลังจากนำไปใส่ลงในตัวอย่างดิน 5 ระดับความเข้มข้น แล้วทำการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำการคำนวณเพื่อนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่เหลืออยู่ในสารละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่เหลืออยู่ในสารละลาย/มวลของตัวถูกดูดซับต่อมวลของตัวดูดซับ การดูดซับโดยไอโซเทอร์มของฟรอยด์ลิคและไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ โดยดูค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเพื่อเลือกไอโซเทอร์มที่เหมาะสม ดังตารางที่ 1 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไอโซเทอร์มของฟรอยด์ลิคมีค่าสูงกว่าไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด ชุดดินท่าตูมและชุดดินสติก

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไอโซเทอร์มของฟลอยด์ลิตและไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ในการดูดซับสารพาราควัทของทั้ง 4 ชุดดิน

| ชุดดิน | ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของไอโซเทอร์มของฟลอยด์ลิตและไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินทั้ง 4 ชุดดิน | |
|----------------|--|------------------------|
| | ไอโซเทอร์มของฟลอยด์ลิต | ไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ |
| ชุดดินน้ำพอง | 0.9362 | 0.9167 |
| ชุดดินท่าตูม | 0.9062 | 0.8816 |
| ชุดดินร้อยเอ็ด | 0.8327 | 0.8232 |
| ชุดดินสตึก | 0.9497 | 0.9459 |

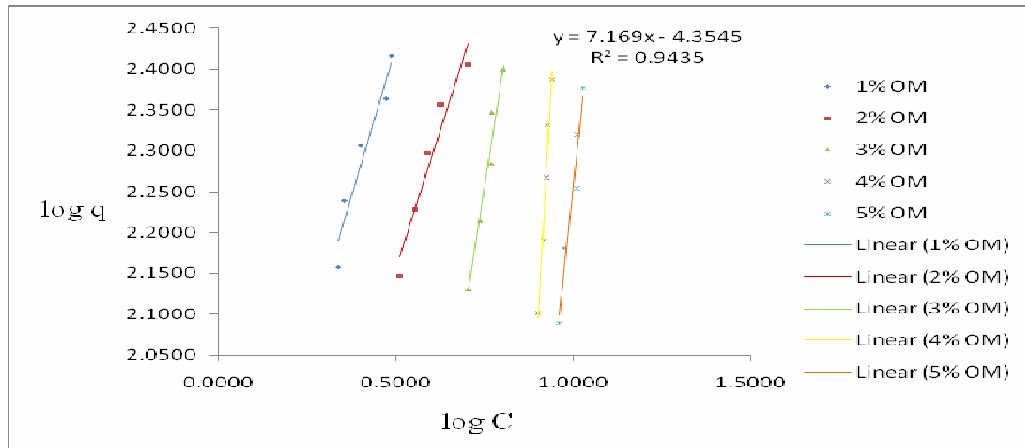
จากการศึกษาพบว่าการดูดซับสารพาราควัทโดยมีการปรับค่า pH พบว่าชุดดินท่าตูมในช่วง pH 5-6 มีการดูดซับแบบฟลอยด์ลิตไอโซเทอมได้ดีที่สุด มีค่าการดูดซับเท่ากับ 751.6229 ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทที่ pH ทั้ง 5 ระดับ โดยวิธีฟลอยด์ลิตไอโซเทอร์มของชุดดินท่าตูม



จากการศึกษาพบว่าการดูดซับสารพาราควัทโดยมีการปรับค่า pH พบว่าชุดดินน้ำพองในช่วงปริมาณอินทรีย์วัตถุ 4% มีการดูดซับแบบฟลอยด์ลิตไอโซเทอมได้ดีที่สุด มีค่าการดูดซับเท่ากับ 1.5118 ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทที่อินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ โดยวิธีฟลอยด์ลิคไอโซเทอร์มของชุดดินน้ำพอง



สรุปผลการวิจัย

ค่าความเป็นกรด-เบส ของดิน ในระยะก่อนการปรับ pH ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก พบว่าค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 3.74 5.19 6.63 และ 6.77 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.35 0.50 0.78 และ 0.21 ตามลำดับ

ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินท่าตูม และชุดดินสติก ของตัวอย่างดินที่ความลึก 0 ถึง 30 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไอโซเทอร์มของฟรอยด์ลิคมีค่าสูงกว่าไอโซเทอร์มของแลงเมียร์

การศึกษาความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัทพบว่าชุดดินน้ำพองที่ช่วงของความเป็นกรด-เบส 6-7 มีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 111.3782 ชุดดินร้อยเอ็ดที่ช่วงของความเป็นกรด-เบส 5-6 มีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 646.1004 ชุดดินท่าตูมที่ช่วงของความเป็นกรด-เบส 5-6 มีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 751.6229 และชุดดินสติกที่ช่วงของความเป็นกรด-เบส 8-9 มีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 94.9511 ในช่วงค่าความเป็นกรด-เบสที่สูงจะสามารถดูดซับสารพาราควัทได้ดี

การศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัทพบว่าชุดดินน้ำพองที่ 4% ของปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 7.1690 ชุดดินร้อยเอ็ดที่ 5% ของปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 1.3586 ชุดดินท่าตูมที่ 3% ของปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 0.0175 และชุดดินสติกที่ 5% ของปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 0.2813 ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงจะมีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้ดี

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาและเพิ่มความระมัดระวังในการใช้สารพาราควัทในดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย และควรมีการดูแลปรับปรุงคุณภาพดินให้มีค่าความเป็นกรด-เบสที่เป็นต่าง และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงจะทำให้การดูดซับสารพาราควัทได้ดีมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2540). คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน หลักการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ.กองวิเคราะห์ดิน.
- (2535). คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินของกลุ่มเคมีดินที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.
- ศุภมาส พินิจศักดิ์พัฒนา. (2545).ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทศพล พรพรหม. (2545). สารกำจัดวัชพืช : หลักการและกลไกการทำลาย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.