

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

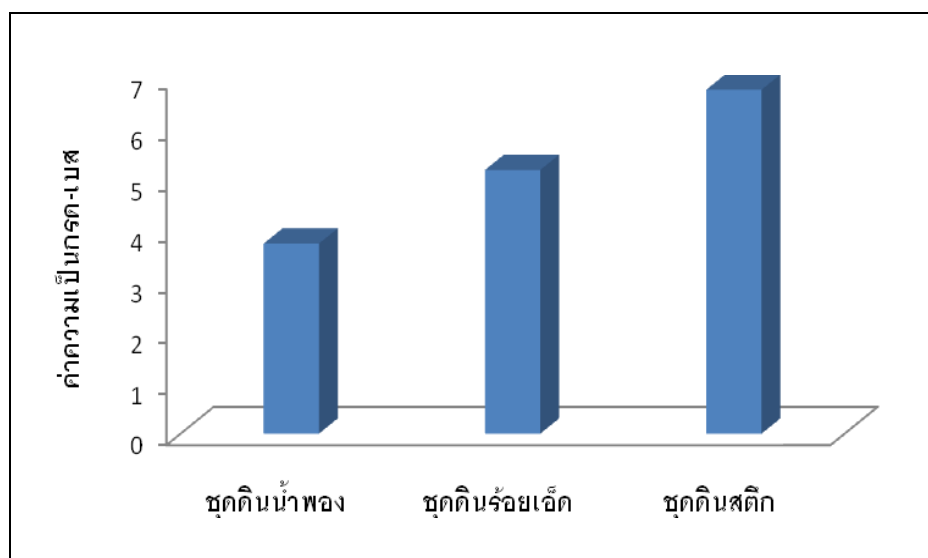
การศึกษาความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก พื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ความเป็นกรด-เบส

พบว่าดินมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 3.74 ถึง 6.77 โดยค่าความเป็นกรด-เบสของดินจากผลการวิเคราะห์พบว่า ชุดดินน้ำพองมีค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความเป็นกรด-เบส 3.74 ซึ่งจัดเป็นกรดรุนแรง ชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าความเป็นกรด-เบส 5.19 จัดว่าเป็นกรดปานกลาง และชุดดินสติก มีค่าความเป็นกรด-เบส 6.77 (ภาพที่ 4.1) จัดว่าเป็นกรดอ่อน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ภาพที่ 4.1

ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – เบสของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก



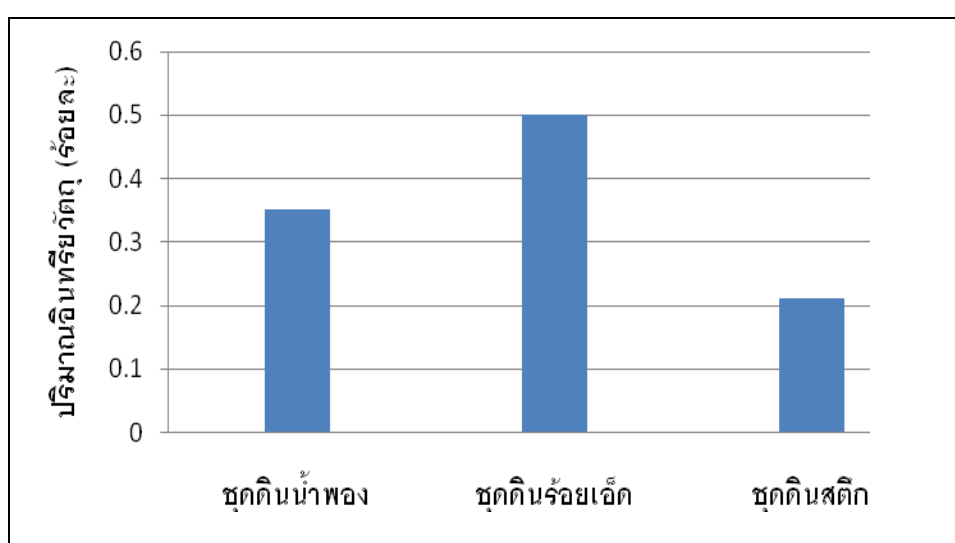
จากภาพที่ 4.1 พบว่าชุดดินน้ำพองมีค่าความเป็นกรดรุนแรงเมื่อเทียบกับการจำแนกตามอนุกรมวิธานดินของชุดดินน้ำพองซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบส 5.0-6.0 เป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง ค่าที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างนั้นอาจเกิดมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร เช่น การใช้สารเคมีในการปลูกพืช การพุ่มน้ำเปื่อยของอินทรีย์วัตถุในดิน ฝนกรด และการออกซิเดชันของไฟไรต์ เป็นต้น ส่วนชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติกมีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-เบสของชุดดินทั้งสองตามอนุกรมวิธานดิน คือ มีค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 5.0-6.5 และ 5.5-6.5 ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

อินทรีย์วัตถุ

พบว่าชุดดินทั้ง 3 ชนิด คือชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละ 0.35, 0.50 และ 0.21 ตามลำดับ ชุดดินน้ำพองและชุดดินสติกเมื่อเปรียบเทียบกับระดับเกณฑ์มาตรฐานจัดว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับต่ำมาก และชุดดินสติกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับต่ำ (กองวิเคราะห์ดิน, 2544)

ภาพที่ 4.2

ค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ) ในดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก



ชุดดินสติกมีค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ) ต่ำสุดอาจเนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างของชุดดินสติก มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการเพาะปลูกต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน โดยไม่มีการบำรุงดิน (ภาพที่ 4.2)

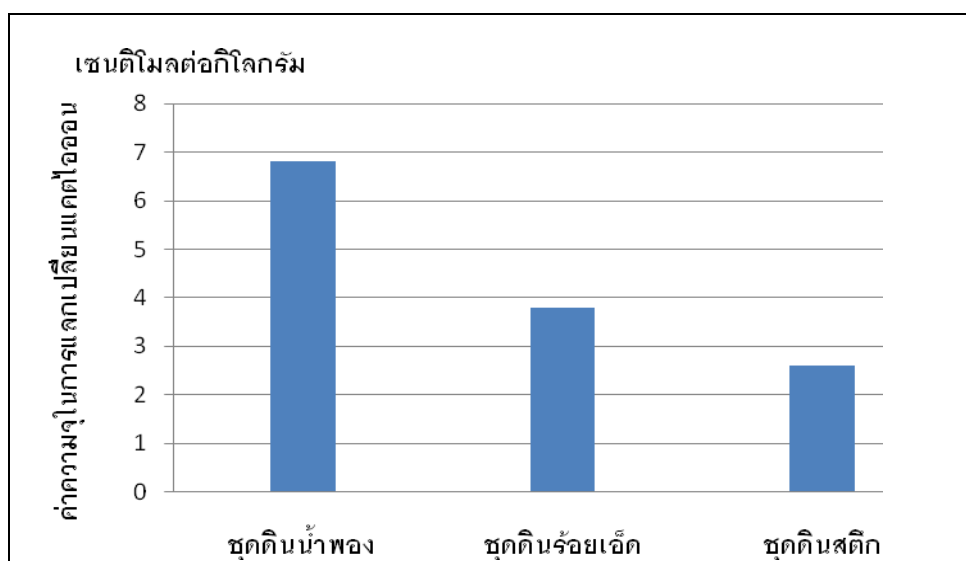
ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน

พบว่าค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีค่าเท่ากับ 6.80, 3.80 และ 2.60 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3) ซึ่งจากการจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2544 พบว่าชุดดินน้ำพองมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำปานกลาง ($5 < 10$ เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในระดับต่ำ ($3 < 5$ เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และชุดดินสติกมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในระดับต่ำมาก (< 3 เซนติโมลต่อกิโลกรัม)

ภาพที่ 4.3

ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)

ในดินของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก



ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของชุดดินน้ำพองมีค่าสูงที่สุด (6.80 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) แต่ชุดดินน้ำพองมีค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ 0.35) น้อยกว่าของชุดดินร้อยเอ็ด (ร้อยละ 0.50) อาจขึ้นกับปัจจัยของชนิดของอนุภาคดินเหนียวชุดดินน้ำพองและชุดดินร้อยเอ็ดมีความแตกต่างกัน จึงอาจทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของชุดดินร้อยเอ็ดไม่สูงสุดตามค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุที่มีค่าสูงสุด และชุดดินชุดดินสติกพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ 0.21) คือเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าต่ำสุด ก็มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำที่สุดเช่นกัน

เนื้อดิน (soil texture)

พบว่าชุดดินน้ำพองมีปริมาณอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 76 16 และ 7 ตามลำดับ ชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 62 30 และ 7 ตามลำดับ ชุดดินสติกมีปริมาณอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 98 1 และ 1 ตามลำดับ ชุดดินน้ำพองและชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว อยู่ในปริมาณของดินร่วนปนทราย และชุดดินสติกมีปริมาณอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวอยู่ในปริมาณของดินทราย ดินชุดดินน้ำพองและดินชุดดินร้อยเอ็ดมีร้อยละของแร่ดินเหนียวสูงสุด ร้อยละ 7 และดินชุดดินสติกมีร้อยละของแร่ดินเหนียว ร้อยละ 1 ดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งสูงสุด ร้อยละ 30 ดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งรองมา ร้อยละ 16 และดินชุดดินสติกมีปริมาณอนุภาคทรายแป้งน้อยที่สุด ร้อยละ 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1

ร้อยละของอนุภาคขนาดของทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวในดิน

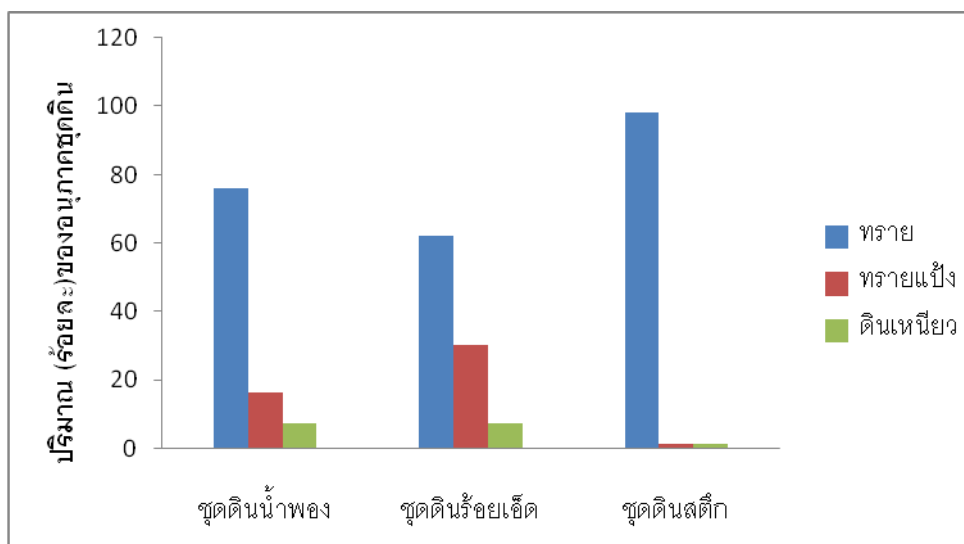
ชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อนแฉะและชุดดินสติก

ชุดดิน	ร้อยละ			เนื้อดิน
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
ชุดดินน้ำพอง	76	16	7	ร่วนปนทราย
ชุดดินร่อนแฉะ	62	30	7	ร่วนปนทราย
ชุดดินสติก	98	1	1	ทราย

ในการดูดซับสารพาราควัทเนื้อดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ เนื่องจากดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจะดูดซับได้ดีกว่าดินร่วนปนทรายเพราะมีเนื้อที่ผิวมากจึงดูดซับสารต่างๆ ได้ดี สอดคล้องกับ Hongtong (2005) ได้ศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินเหนียวที่พื้นที่ท่าม่วงและในดินร่วนปนทรายที่พื้นที่พนมทวน พบว่าความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของดินเหนียวดีกว่าดินร่วนปนทราย หลังจากที่ใช้สารพาราควัทในพื้นที่ทั้งสอง ค่าครึ่งชีวิต (DT_{50}) ของพาราควัทที่ท่าม่วง (28 วัน) ยาวกว่าที่พนมทวน (7 วัน) ส่วนเนื้อดินทรายจะเป็นเนื้อดินที่มีเนื้อที่ผิวจำเพาะน้อย จึงมีพื้นที่ผิวสำหรับดูดซับสารต่างๆ ได้น้อย

ภาพที่ 4.4

ร้อยละของอนุภาคในกลุ่มขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวของ
ดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติก



การดูดซับสารพาราควัของดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก

การศึกษาศักยภาพในการดูดซับสารพาราควัของดินตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับโดยสมการการดูดซับแบบฟรูนดิช (Freunlich adsorption isotherms) และสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) มีผลดังต่อไปนี้

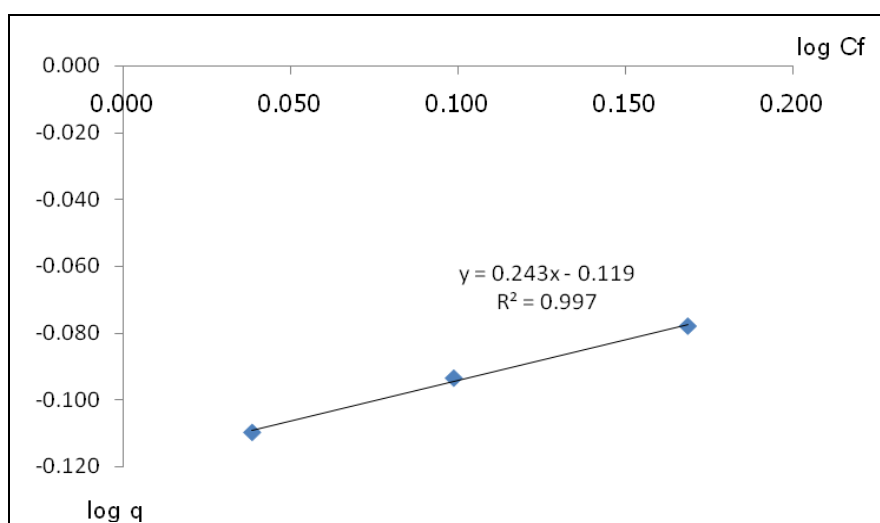
การดูดซับแบบฟรูนดิช (Freunlich adsorption isotherms)

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัในดินชุดดินน้ำพองเป็นดังสมการ $y = 0.243x - 0.119$; $R^2 = 0.997$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าชุดดินน้ำพองมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.760 ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.243 (ภาพที่ 4.5)

ภาพที่ 4.5

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพอง



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพอง ภาพที่ 4.5 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (log Cf) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (log q) จากภาพแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของสารพาราควัทเปลี่ยนไป ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังสมดุลการดูดซับและความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดินจะมีการดูดซับได้เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน ประจุบวกของสารพาราควัทจะถูกดูดซับด้วยอนุภาคของดินเหนียวที่มีคุณสมบัติเป็นประจุในตัวเอง ทำการเกาะยึดอนุภาคกัน ทำให้ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลือในสารละลายมีจำนวนลดน้อยลง

(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินร้อยเอ็ดเป็นดังสมการ $y = 0.341x - 0.087$; $R^2 = 0.878$ เมื่อ x คือ log (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย

ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าชุดดินร้อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.819 ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.341 (ภาพที่ 4.6)

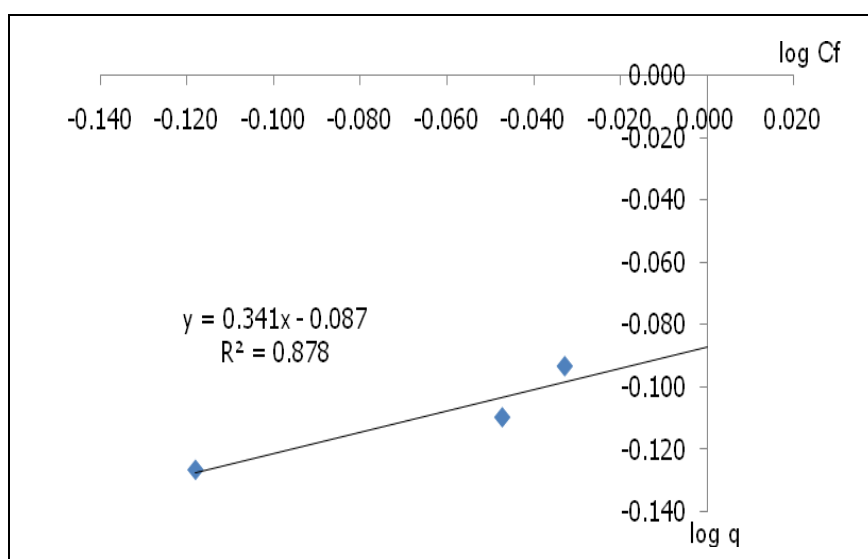
ภาพที่ 4.6

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย

ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้น

ของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ด



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ด ภาพที่ 4.6 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log Cf$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังสมดุลการดูดซับ และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดินจะมีการดูดซับที่มากขึ้นจากระดับความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เปลี่ยนไป โดยการดูดซับของดินชุดดินร้อยเอ็ดมีการดูดซับได้ดี

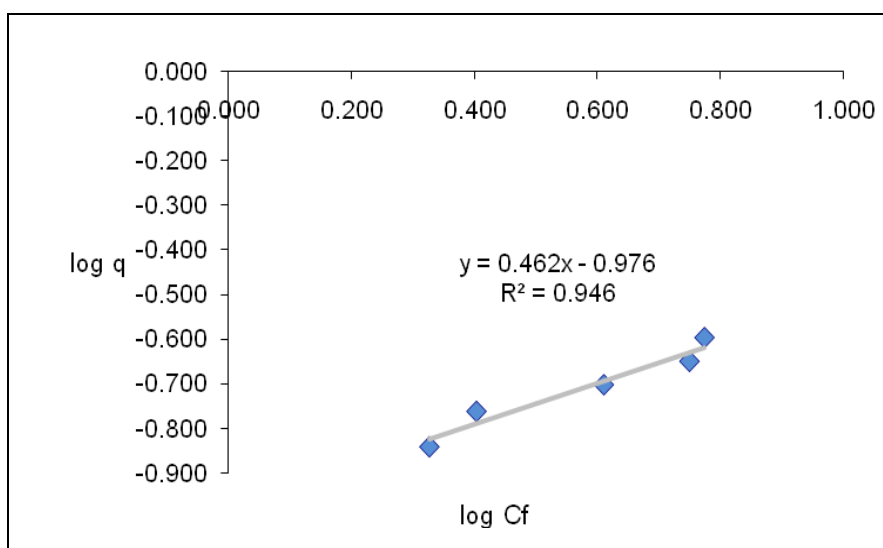
ที่สุดเมื่อเทียบกับกันจาก 3 ชุดดินของสมการการดูดซับของฟรุนดิช อาจเนื่องมาจากชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด จึงทำให้ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทสูงสุดตามไปด้วย

(3) ดินชุดดินสติก

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินสติกเป็นดังสมการ $y = 0.462x - 0.976$; $R^2 = 0.946$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.106 ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.462 (ภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.7

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรุนดิชของชุดดินสติก



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรุนดิชของชุดดินสติก ภาพที่ 4.7 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึม

ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังสมดุลการดูดซับ และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดินจะมีการดูดซับที่มากขึ้นจากระดับความเข้มข้นของสารพาราควัทเปลี่ยนไป ดินชุดดินสติกมีอนุภาคเป็นดินทรายและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยสุด (ร้อยละ 0.21) จึงทำให้มีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้น้อย ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับที่ได้จึงมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.106

เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสมการแบบฟรอนด์ลิชของ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) และค่าความชัน ($1/n$) ในสมการการดูดซับแบบฟรอนด์ลิช (Freundlich adsorption isotherms) ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F)

จากการวิเคราะห์การดูดซับของดินทั้ง 3 ชุดดิน พบว่าดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) 0.760, 0.819 และ 0.106 ตามลำดับ ดินชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุด ดินชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำสุด อาจเนื่องจากร้อยละอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวของดินชุดดินร่อยเอ็ดมีสัดส่วนของเนื้อดินที่ทำให้การแลกเปลี่ยนประจุบวกกับสารพาราควัทได้มากกว่าดินในชุดดินอื่น และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชุดดินสติกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุด (ร้อยละ 0.21) ทำให้ดินมีประจุลบต่ำกว่าดินชนิดอื่น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีประจุเป็นลบ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับจึงต่ำกว่าดินในชุดดินอื่น ๆ

อินทรีย์วัตถุมีคุณสมบัติทางด้านเคมีทำให้ดินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้น ทำให้ดูดซับธาตุอาหารพืชที่เป็นประจุบวกไว้ในดินเพื่อพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีมากขึ้น ซึ่งแปรผันไปตามชนิดและปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งทำให้ดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับที่ต่างกัน (ตารางที่ 4.2)

(2) ค่าความชัน ($1/n$)

จากการสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบพหุนาม พบว่าค่าความชัน ($1/n$) ของดิน ชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก มีค่า 0.243, 0.341 และ 0.462 ตามลำดับ ชุดดินสติก มีค่าความชันในการดูดซับสารพาราควัทมากที่สุด แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำที่สุดอาจ เนื่องจากดินชุดดินสติกมีเนื้อดินเป็นดินทรายจึงทำให้ประจุบวกของสารพาราควัทเข้าไปเกาะที่ พื้นที่ผิวของอนุภาคดินได้น้อย ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับจึงได้น้อยที่สุด (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ ค่าความชันและค่าสหสัมพันธ์ในสมการ
การดูดซับแบบพหุนามของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด
และชุดดินสติก

ชุดดิน	K_F	$1/n$	R^2
ชุดดินน้ำพอง	0.760	0.243	0.997
ชุดดินร้อยเอ็ด	0.819	0.341	0.878
ชุดดินสติก	0.106	0.462	0.946

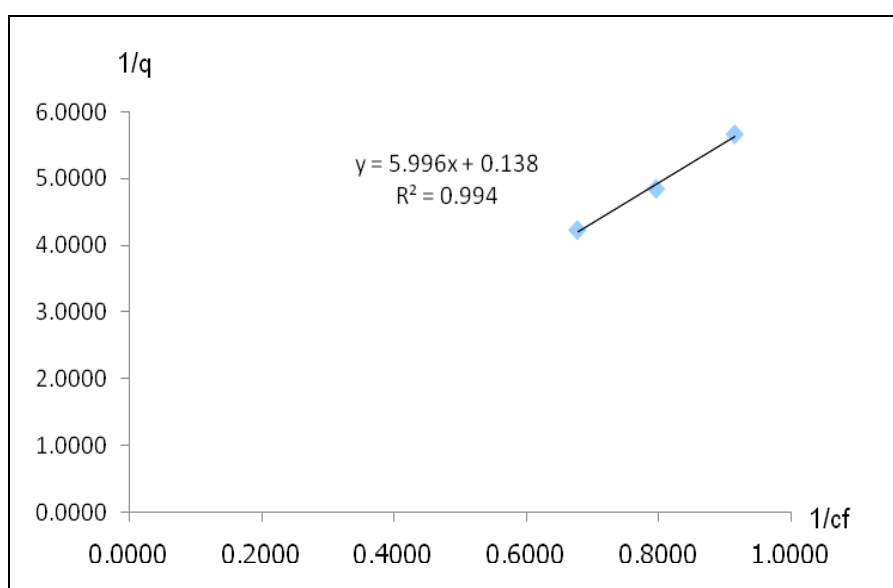
การดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms)

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพองเป็นดังสมการ $y = 5.996x + 0.138$; $R^2 = 0.994$ เมื่อ x คือ $1/c_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อ ปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) พบว่าชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มาก ที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 7.246 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 1.208 (ภาพที่ 4.8)

ภาพที่ 4.8

ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัม}$
 ต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพอง



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพอง ภาพที่ 4.8 โดยแกนนอนคือ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ}$ ($1/q$) จากภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังสมดุลการดูดซับ และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดินจะมีการดูดซับที่มากขึ้นจากระดับความเข้มข้นของสารพาราควัทเปลี่ยนไป

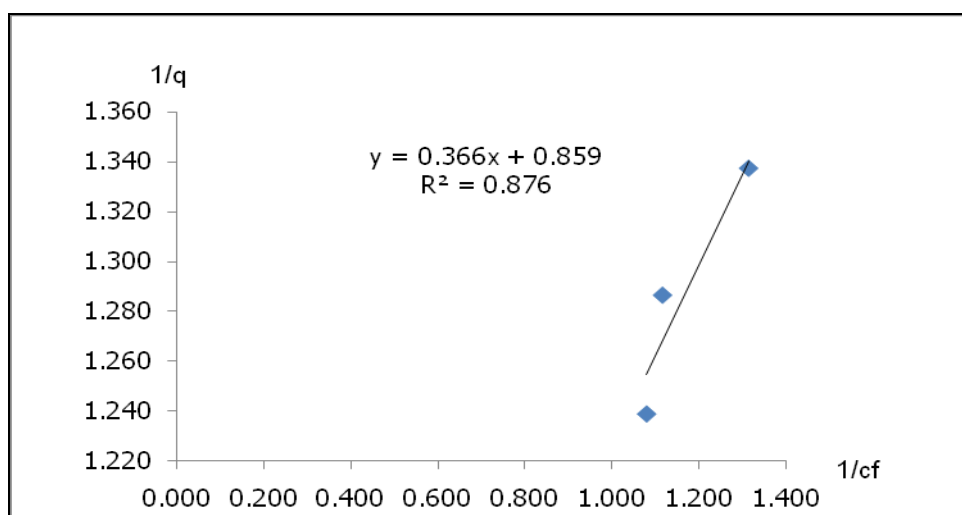
(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินร้อยเอ็ดเป็นดังสมการ $y = 0.366x + 0.859$; $R^2 = 0.876$ เมื่อ x คือ $1/cf$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อ}$

ปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) พบว่าชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.630 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 1.087 (ภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน
สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัม
ต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร้อยเอ็ด



ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพอง ภาพที่ 4.9 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.9 พบว่าเมื่อการดูดซับจะดีเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ตามระดับความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงไป

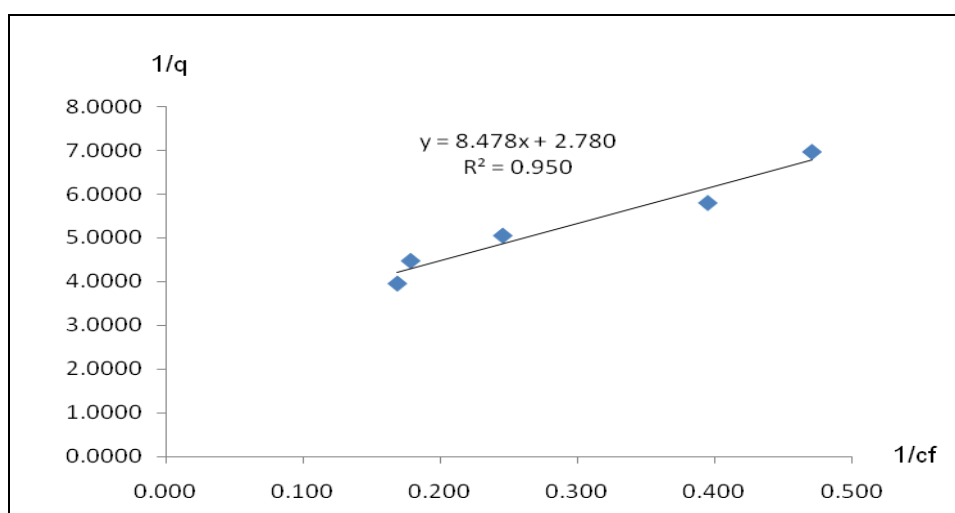
(3) ดินชุดดินสดีก

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินสดีกเป็นดังสมการ $y = 8.478x + 2.780$; $R^2 = 0.950$ เมื่อ x คือ $1/cf$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย

ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) พบว่าชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.360 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.328 (ภาพที่ 4.10)

ภาพที่ 4.10

ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัม}$
 ต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติก



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติก ภาพที่ 4.10 โดยแกนนอนคือ 1หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/Cf$) และแกนตั้งคือ 1หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังสมดุลการดูดซับ และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดินจะมีการดูดซับที่มากขึ้นจากระดับความเข้มข้นของสารพาราควัทเปลี่ยนไป

เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสมการแบบแลงเมียร์ของดิน ชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) ปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) ในสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L)

จากการวิเคราะห์การดูดซับของดินทั้ง 3 ชุดดิน พบว่าดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) 1.208, 1.087 และ 0.328 ตามลำดับ ดินชุดดินน้ำพองมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุด ดินชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำสุด อาจเนื่องจากค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ โดยชุดดินน้ำพองมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงสุดเท่ากับ 6.80 เซนติโมลต่อกิโลกรัม จึงอาจทำให้ชุดดินน้ำพองจึงทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับสารพาราควัทสูงที่สุด เพราะพาราควัทเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประจุบวกในกลุ่มไพริดีเนียม และชุดดินสติกมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนน้อยสุดเท่ากับ 2.60 เซนติโมลต่อกิโลกรัม จึงอาจทำให้ชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับสารพาราควัทน้อยที่สุด

(2) ปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m)

จากการสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบแลงเมียร์ พบว่าปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) ของดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก มีค่า 7.246, 1.630 และ 0.360 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) สูงสุดและมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุดสอดคล้องกับ เดชา ฉัตรศิริเวช (2552) กล่าวว่า เมื่อการดูดซับเกิดขึ้นเต็มพื้นผิวของตัวดูดซับในระบบแล้ว หรือไม่มีพื้นที่ผิวว่างของตัวดูดซับเหลือ ตัวดูดซับดังกล่าวไม่สามารถดูดซับสารถูกดูดซับนั้นได้อีก พื้นที่ผิวจำเพาะของตัวดูดซับจึงสัมพันธ์กับปริมาณดูดซับสารถูกดูดซับจำเพาะสูงสุด (q_{mx})

ตารางที่ 4.3

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ ปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุด
ต่อปริมาณตัวดูดซับ และค่าสหสัมพันธ์ในสมการการดูดซับ
แบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อนเอ็ด
และชุดดินสติก

ชุดดิน	K_L	q_m	R^2
ชุดดินน้ำพอง	1.208	7.246	0.994
ชุดดินร่อนเอ็ด	1.087	1.630	0.823
ชุดดินสติก	0.328	0.360	0.950

**ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสารพาราควัทของดินชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร่อนเอ็ดและชุดดินสติก ในสมการแบบฟรุนดิช
(Freundlich adsorption isotherms)**

การศึกษานี้ได้นำปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับของดิน คือ ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณผงถ่าน มาปรับแต่ละปัจจัยเป็น 5 ระดับ เพื่อการดูดซับของดิน ทั้ง 3 ชุดดิน ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

ความเป็นกรด-เบส

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อนเอ็ด และชุดดินสติก โดยกำหนดค่าความเป็นกรด-เบสของดิน เป็น 5 ระดับ คือ ค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 แล้ววิเคราะห์ตามสมการฟรุนดิช (Freundlich adsorption isotherms) ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 0.994x - 1.221$; $R^2 = 0.971$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับ

โดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.060 ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.994 (ภาพที่ 4.11)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 1.055x - 1.201$; $R^2 = 0.972$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.063 ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.055 (ภาพที่ 4.11)

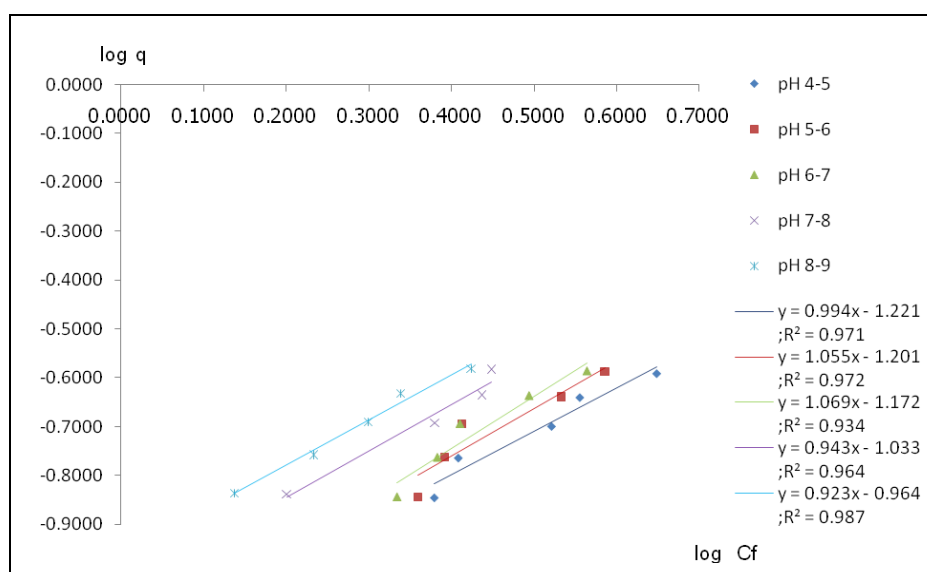
ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 1.069x - 1.172$; $R^2 = 0.934$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.067; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.069 (ภาพที่ 4.11)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 0.943x - 1.033$; $R^2 = 0.964$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.093; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.943 (ภาพที่ 4.11)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 0.923x - 0.964$; $R^2 = 0.9868$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.109; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.923 (ภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย
 ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของ
 สารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบ
 ฟรอนดิชของชุดดินน้ำพองที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพองที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.11 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.11 จากการศึกษาความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติกโดยมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดิน เป็น 5 ระดับ คือ ค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 พบว่า เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เพิ่มสูงขึ้น ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของแต่ละชุดดินก็จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ชุดดินน้ำพองค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับได้เท่ากับ 0.060, 0.063, 0.067, 0.093 และ 0.109 ตามลำดับ การปรับค่าความเป็นกรด-เบสให้สูงขึ้นทำให้ดินมี $[OH^-]$ มากขึ้น ทำให้ดูดซับสารพาราควัทที่มีประจุเป็นบวกได้มากขึ้น สอดคล้องกับ พระมหาธรรณัส สายสอน (2553)

ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของดินสูงขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณผงถ่านในดินสูงขึ้น

(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

พบว่า ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 0.624x - 0.271$; $R^2 = 0.981$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.536; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.624 (ภาพที่ 4.12)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 0.653x - 0.252$; $R^2 = 0.921$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.560; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.653 (ภาพที่ 4.12)

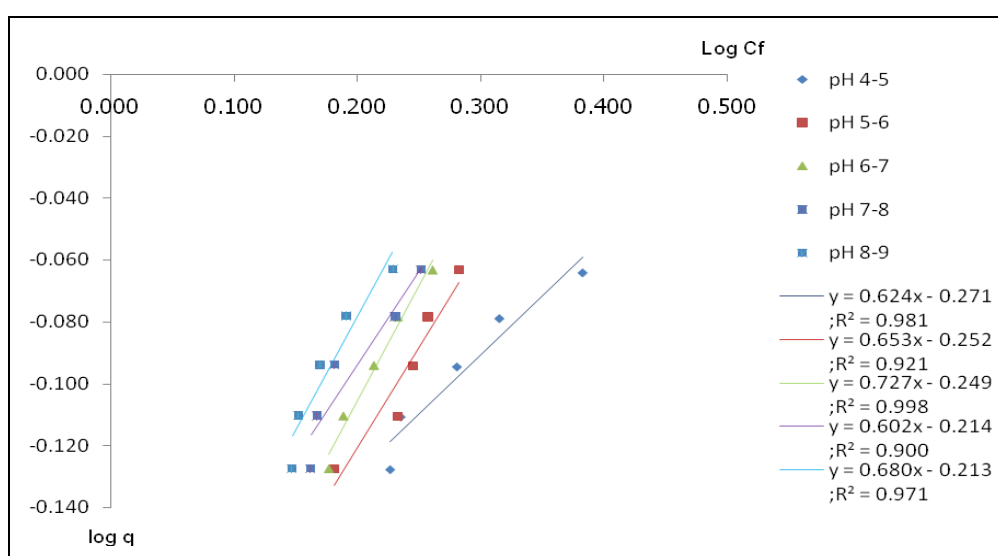
ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 0.727x - 0.249$; $R^2 = 0.998$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.564; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.727 (ภาพที่ 4.12)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 0.602x - 0.214$; $R^2 = 0.900$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.610 ; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.602 (ภาพที่ 4.12)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 0.680x - 0.213$; $R^2 = 0.971$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.612 ; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.680 (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.12

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ
ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ด
ที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ดที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.12 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.12 จากการศึกษาศักยภาพในการดูดซับสารพาราควัทชุดดินร้อยเอ็ดโดยมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดิน เป็น 5 ระดับ คือ ค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 พบว่า เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เพิ่มสูงขึ้น ศักยภาพในการดูดซับสารพาราควัทของแต่ละชุดดินก็จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ชุดดินร้อยเอ็ดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับได้เท่ากับ 0.536, 0.560, 0.564, 0.610 และ 0.612 ตามลำดับ เมื่อมีการเพิ่มประจุลบของ $[OH^-]$ จึงทำให้พาราควัทซึ่งมีประจุเป็นบวกดูดซับในดินได้ดีมากยิ่งขึ้น

(3) ดินชุดดินสดีก

พบว่า ดินชุดดินสดีกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 0.697x - 1.182$; $R^2 = 0.995$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.066; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.697 (ภาพที่ 4.13)

ดินชุดดินสดีกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 0.731x - 1.178$; $R^2 = 0.963$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.066; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.731 (ภาพที่ 4.13)

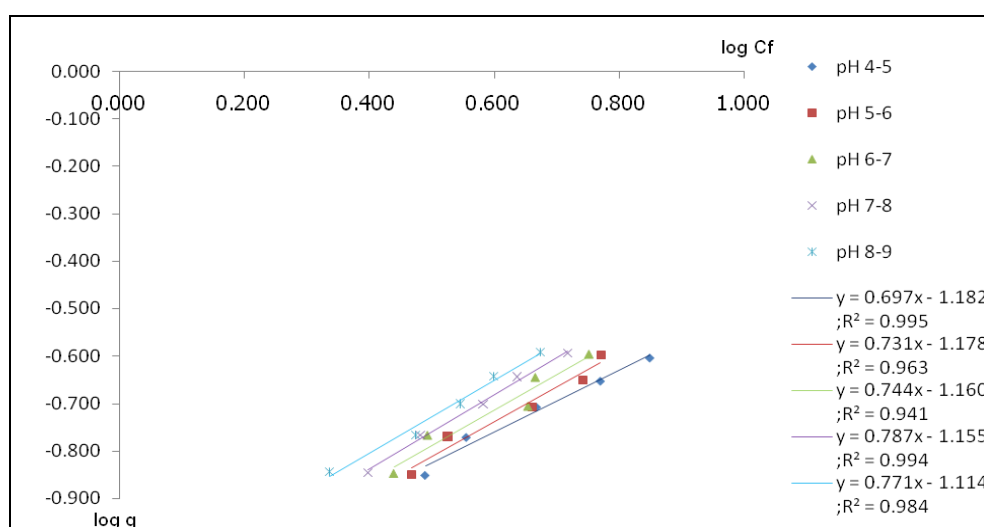
ดินชุดดินสดีกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 0.744x - 1.160$; $R^2 = 0.941$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.069; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.744 (ภาพที่ 4.13)

ดินชุดดินสดีกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 0.787x - 1.155$; $R^2 = 0.994$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.070; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.787 (ภาพที่ 4.13)

ดินชุดดินสดีกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 0.771x - 1.114$; $R^2 = 0.984$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.077; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.771 (ภาพที่ 4.13)

ภาพที่ 4.13

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติก ที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติกที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.13 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.13 จากการศึกษาความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทในชุดดินสติก โดยมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดิน เป็น 5 ระดับ คือ ค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 พบว่า เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เพิ่มสูงขึ้น ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินสติกก็จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับได้เท่ากับ 0.066, 0.066, 0.069, 0.070 และ 0.077 ตามลำดับ สอดคล้องกับ พระมหาราชานันท์ สายสอน (2553) ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของดินสูงขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณผงถ่านในดินสูงขึ้น

**เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก เมื่อมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบส
ตามสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช**

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) ของสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช (Freundlich adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก ที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการฟรุนดิชวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดินพบว่าดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.060, 0.536 และ 0.066 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.063, 0.560 และ 0.066 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.067, 0.564 และ 0.069 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.093, 0.610 และ 0.070 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.109, 0.612 และ 0.077 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและค่าความชันในสมการการดูดซับแบบ
ฟรุนดิชของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติกที่
ความเป็นกรด-เบส ทั้ง 5 ระดับ

ระดับค่าความ เป็นกรด-เบส	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อยเอ็ด		ชุดดินสติก	
	K_F	1/n	K_F	1/n	K_F	1/n
4-5	0.060	0.994	0.536	0.624	0.066	0.697
5-6	0.063	1.055	0.560	0.653	0.066	0.731
6-7	0.067	1.069	0.564	0.727	0.069	0.744
7-8	0.093	0.943	0.610	0.602	0.070	0.787
8-9	0.109	0.923	0.612	0.680	0.077	0.771

หมายเหตุ : K_F คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง

จากผลการศึกษาที่ได้ พบว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสเพิ่มสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) มีค่ามากขึ้นในทุกชุดดิน อาจเนื่องจากเมื่อค่าความเป็นกรด-เบสของดินเพิ่มขึ้น ทำให้ไฮโดรเจนไอออน [H^+] ในสารละลายเพิ่มขึ้น ไฮดรอกซิลไอออน [OH^-] ลดลงดินเป็นกรด และถ้าเมื่อไฮดรอกซิลไอออน [OH^-] เพิ่มขึ้นในสารละลายเพิ่มขึ้นไฮโดรเจนไอออน [H^+] ลดลง ดินมีความเป็นด่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสสูงขึ้นทำให้ดินมี [OH^-] ซึ่งเป็นประจุลบมากขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับสารพาราควัทที่มีประจุเป็นบวกได้มากขึ้น ดินชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุดในทุกระดับของค่าความเป็นกรด-เบส และชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำสุด อาจเนื่องจากร้อยละของอนุภาคดินเหนียวของชุดดินร่อยเอ็ดมีสูงสุด จึงส่งผลให้ชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุดในทุกระดับค่าความเป็นกรด-เบส

อินทรีย์วัตถุ

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก โดยเพิ่มอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ คือ อินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ตามสมการการดูดซับแบบฟรุนดลิช ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 1.573x - 1.661$; $R^2 = 0.974$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.022; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.573 (ภาพที่ 4.14)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 1.438x - 1.574$; $R^2 = 0.931$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.027; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.438 (ภาพที่ 4.14)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 1.360x - 1.415$; $R^2 = 0.956$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.039; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.360 (ภาพที่ 4.14)

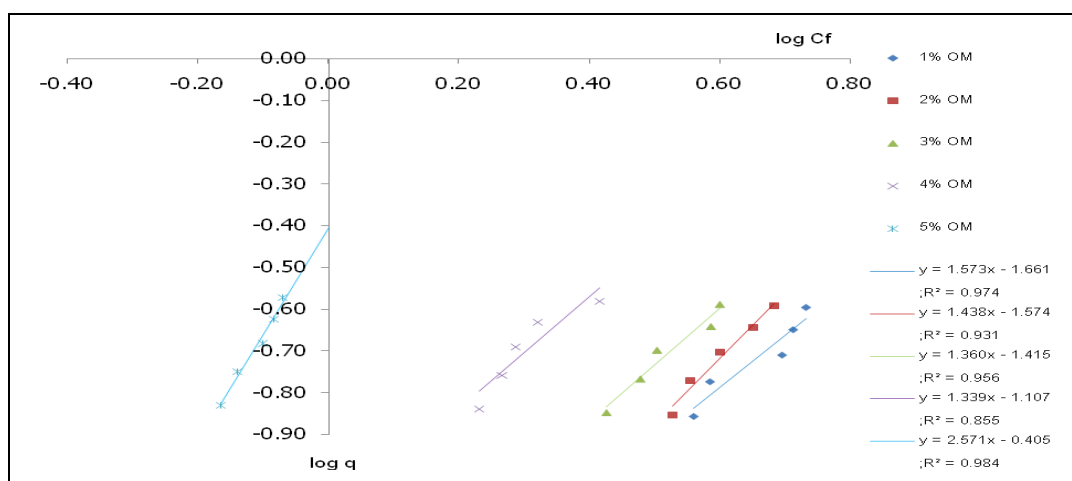
ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 1.339x - 1.107$; $R^2 = 0.855$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.078; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.339 (ภาพที่ 4.14)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 2.571x - 0.405$; $R^2 = 0.984$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน

(มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.394; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 2.571 (ภาพที่ 4.14)

ภาพที่ 4.14

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ
ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพอง
ที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.14 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.14 เมื่อให้ค่า $\log q$ เป็นค่าคงที่ พบว่าที่อินทรีย์วัตถุร้อยละ 1 จะมีค่า $\log C_f$ มากกว่าค่า $\log C_f$ ของดินที่เติมอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 เนื่องจากอินทรีย์วัตถุจะมีประจุเป็นลบ ทำให้ดูดซับสารพาราควัทได้มาก และที่ค่า $\log q$ เดียวกัน ดินที่เติมอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 จะมีค่า $\log C_f$ น้อยที่สุด

(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

พบว่า ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 0.466x - 0.505$; $R^2 = 0.981$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.312; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.466 (ภาพที่ 4.15)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 0.472x - 0.484$; $R^2 = 0.945$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.328; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.472 (ภาพที่ 4.15)

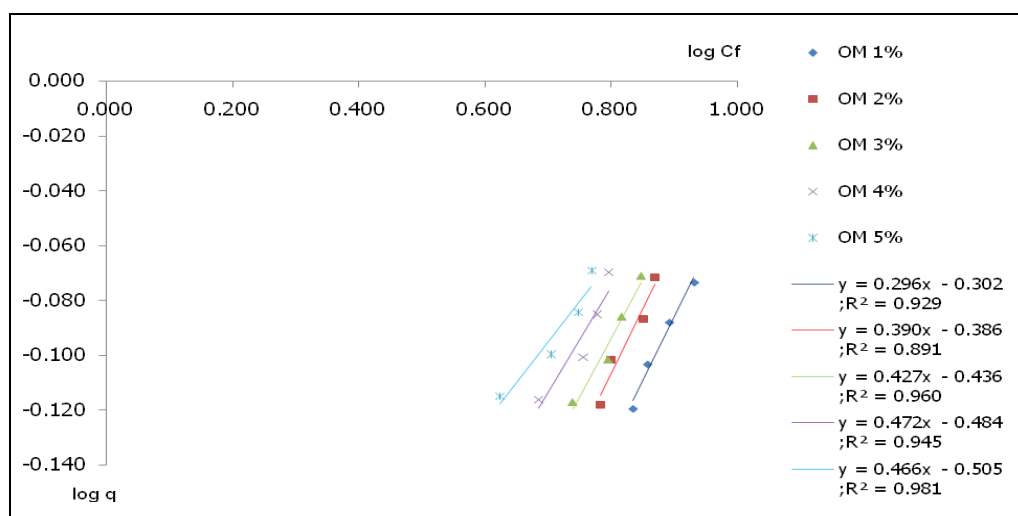
ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 0.427x - 0.436$; $R^2 = 0.960$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.367; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.427 (ภาพที่ 4.15)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 0.390x - 0.386$; $R^2 = 0.891$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.411; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.390 (ภาพที่ 4.15)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 0.296x - 0.302$; $R^2 = 0.929$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.498; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.296 (ภาพที่ 4.15)

ภาพที่ 4.15

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ด ที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ดที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.15 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.15 เมื่อให้ค่า $\log q$ เป็นค่าคงที่ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 สามารถดูดซับสารพาราควัทได้ดีที่สุด มีค่า $\log C_f$ เหลืออยู่ในสารละลายหลังภาวะสมดุลน้อยที่สุด

(3) ดินชุดดินสติก

พบว่า ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 0.986x - 0.981$; $R^2 = 0.952$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับ

โดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.104 ; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.986 (ภาพที่ 4.16)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 0.999x - 0.951$; $R^2 = 0.947$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.112; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.999 (ภาพที่ 4.16)

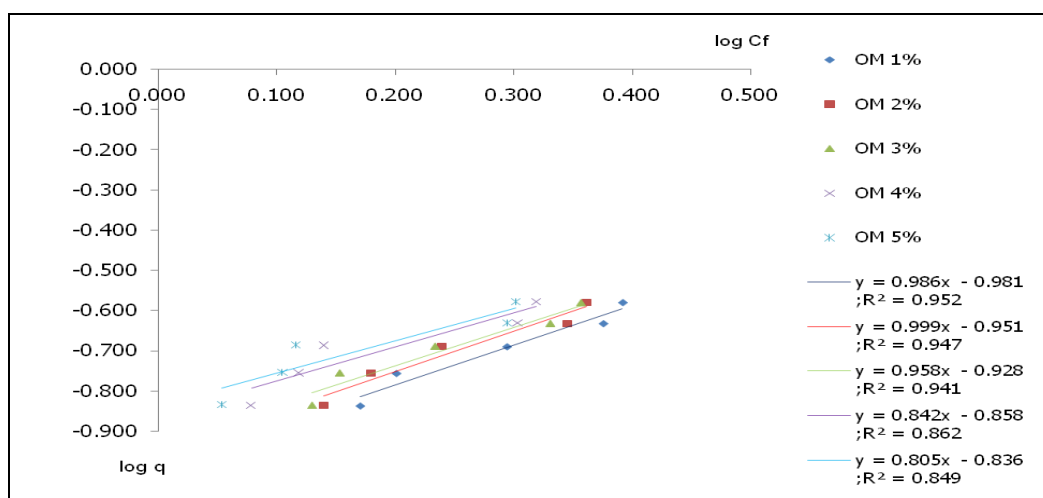
ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 0.958x - 0.928$; $R^2 = 0.941$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.118 ; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.958 (ภาพที่ 4.16)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 0.842x - 0.858$; $R^2 = 0.862$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.139; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.842 (ภาพที่ 4.16)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 0.805x - 0.836$; $R^2 = 0.849$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.146; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.805 (ภาพที่ 4.16)

ภาพที่ 4.16

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติก ที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติกที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.16 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.16 เมื่อให้ค่า $\log q$ เป็นค่าคงที่ พบว่า ดินที่มีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ร้อยละ 5 จะสามารถดูดซับสารพาราควัทได้ดีที่สุดโดยดูจากค่า $\log C_f$ หรือ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลาย

**เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก เมื่อมีการเติมปริมาณอินทรีย์วัตถุ
ตามสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช**

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) ของสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช (Freundlich adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบฟรุนดิช มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการฟรุนดิชวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดินพบว่าดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.022, 0.498 และ 0.104 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.027, 0.411 และ 0.112 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.039, 0.367 และ 0.118 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 4 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.078, 0.328 และ 0.139 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.394, 0.312 และ 0.146 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและค่าความชันในสมการการดูดซับแบบ
ฟรุนดิชของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อนเอ็ดและชุดดินสติกที่
ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ

ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อนเอ็ด		ชุดดินสติก	
	K_F	1/n	K_F	1/n	K_F	1/n
ร้อยละ 1	0.022	0.994	0.312	0.624	0.104	0.697
ร้อยละ 2	0.027	1.055	0.328	0.653	0.112	0.731
ร้อยละ 3	0.039	1.069	0.367	0.727	0.118	0.744
ร้อยละ 4	0.078	0.943	0.411	0.602	0.139	0.787
ร้อยละ 5	0.394	0.923	0.498	0.680	0.146	0.771

หมายเหตุ : K_F คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง

จากผลการศึกษาที่ได้ พบว่า ชุดดินทั้ง 3 ชุดดินเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) มีค่ามากขึ้น อาจเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความสามารถในการดูดซับไออนสูงมาก สูงกว่าคอลลอยด์อื่นๆ ตั้งแต่ 2-30 เท่าในดินโดยทั่วไป ซึ่งค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแลกเปลี่ยนไออนบวกของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 200 มิลลิกรัมสมมูลต่อดิน 100 กรัม (เคมีของดิน, 2539) ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณร้อยละของอินทรีย์วัตถุในดินค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับสารพาราควัทจึงมากขึ้นไปด้วย ซึ่งสารพาราควัทจะทำปฏิกิริยากับอินทรีย์วัตถุในดินผ่านแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตและการถ่ายเทประจุไฟฟ้า (Sojo et al., 1989 และ Narine and Guy, 1982 อ้างใน Hongtong, 2005) โดย Khan (1980b) อ้างใน Hongtong, 2005 ได้เสนอแนะว่า สารพาราควัทสามารถทำปฏิกิริยากับประจุลบของ organic functional group ของอินทรีย์วัตถุ รวมถึงกลุ่มของคาร์บอกซิลิก ไฮดรอกซิล และฟีนอลิก ขณะที่ Sojo et al. (1989) อ้างใน Hongtong, 2005 ว่า สารพาราควัทดูดซับไปยังกลุ่มคาร์บอกซิลิก อย่างไรก็ตาม แรงในการดูดซับสารพาราควัทในอินทรีย์วัตถุจะอ่อนกว่าแร่ดินเหนียว (Khan, 1980b อ้างใน Hongtong, 2005)

ปริมาณผงถ่าน

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก โดยเพิ่มปริมาณผงถ่านเป็น 5 ระดับ คือ ปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ตามสมการพหุนดิช ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.1 เป็นดังสมการ $y = 0.463x + 0.176$; $R^2 = 0.853$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.500; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.463 (ภาพที่ 4.17)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.5 เป็นดังสมการ $y = 0.393x + 0.109$; $R^2 = 0.871$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.286; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.393 (ภาพที่ 4.17)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 0.297x + 0.031$; $R^2 = 0.974$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.073; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.297 (ภาพที่ 4.17)

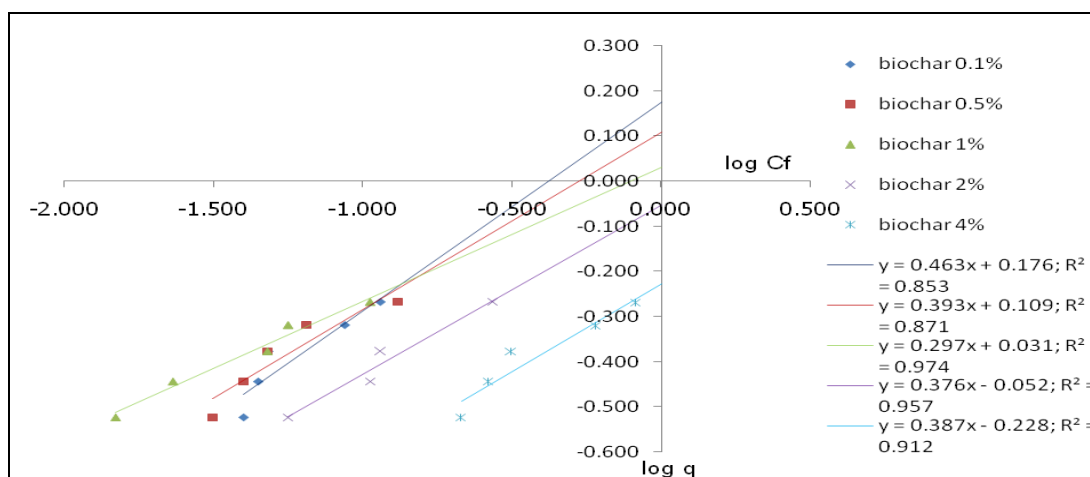
ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 0.376x - 0.052$; $R^2 = 0.957$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.887; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.376 (ภาพที่ 4.17)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 0.387x - 0.228$; $R^2 = 0.912$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน

(มิลลิกรัมต่อกรัม) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.592; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.387 (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ
ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพอง
ที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินน้ำพองที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.17 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.17 จากการศึกษาความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทโดยเติมผงบดลงในดินชุดดินน้ำพองร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ของน้ำหนักดิน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับมีค่าเท่ากับ 1.500, 1.286, 1.073, 0.887 และ 0.592 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับที่ได้ลดลงตามสัดส่วนของเนื้อดินกับปริมาณผงบดที่ใส่ลงไป การดูดซับของผงบดจะเป็นการดูดซับแบบกายภาพใช้แรงแวนเดอร์วาลส์ อาจเป็นการแสดงให้เห็นว่าการดูดซับโดยดินซึ่งเป็นการดูด

ชั้นแบบเคมีอาศัยการเกิดพันธะเคมีหรือการใช้อิเล็กทรอนิกส์ร่วมกันระหว่างโมเลกุลของสารถูกดูดซับกับผิวของตัวดูดซับมีคุณสมบัติที่ดีกว่าการดูดซับแบบกายภาพของผิวด่าง

(2) ดินชุดดินร่อยเอ็ด

พบว่า ดินชุดดินร่อยเอ็ดที่มีผิวด่างในดินร่อยละ 0.1 เป็นดังสมการ $y = 0.285x - 0.064$; $R^2 = 0.934$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.864; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.907 (ภาพที่ 4.18)

ดินชุดดินร่อยเอ็ดที่มีผิวด่างในดินร่อยละ 0.5 เป็นดังสมการ $y = 0.357x - 0.028$; $R^2 = 0.903$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.937; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 1.342 (ภาพที่ 4.18)

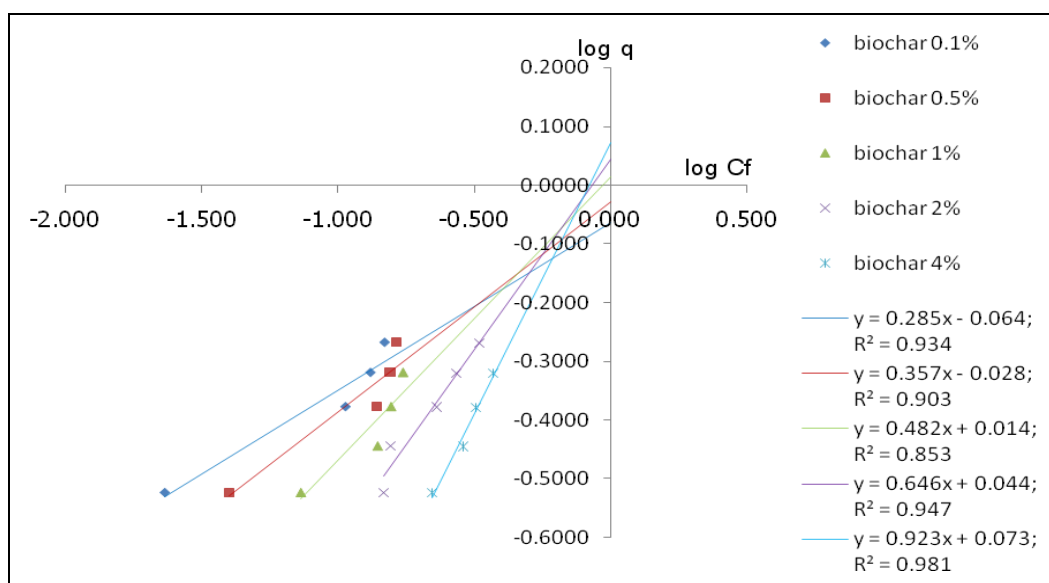
ดินชุดดินร่อยเอ็ดที่มีผิวด่างในดินร่อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 0.570x + 0.106$; $R^2 = 0.821$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.080; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.570 (ภาพที่ 4.18)

ดินชุดดินร่อยเอ็ดที่มีผิวด่างในดินร่อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 0.646x + 0.044$; $R^2 = 0.947$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.106; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.646 (ภาพที่ 4.18)

ดินชุดดินร่อยเอ็ดที่มีผิวด่างในดินร่อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 0.923x + 0.073$; $R^2 = 0.981$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 1.183; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.923 (ภาพที่ 4.18)

ภาพที่ 4.18

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ดที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินร้อยเอ็ดที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.18 โดยแกนนอนคือค่าลอการิทึมความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log C_f$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.18 เมื่อเติมผงบดลงไปในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงบดเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของชุดดินร้อยเอ็ดเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับได้เท่ากับ 0.864, 0.937, 1.275, 1.106 และ 1.183 ตามลำดับ

(3) ดินชุดดินสดีก

พบว่า ดินชุดดินสดีกที่มีผงบดในดินร้อยเอ็ด 0.1 เป็นดังสมการ $y = 0.352x - 0.986$; $R^2 = 0.980$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะ

สมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.103; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.352 (ภาพที่ 4.19)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.5 เป็นดั่งสมการ $y = 0.350x - 0.932$; $R^2 = 0.912$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.117; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.350 (ภาพที่ 4.19)

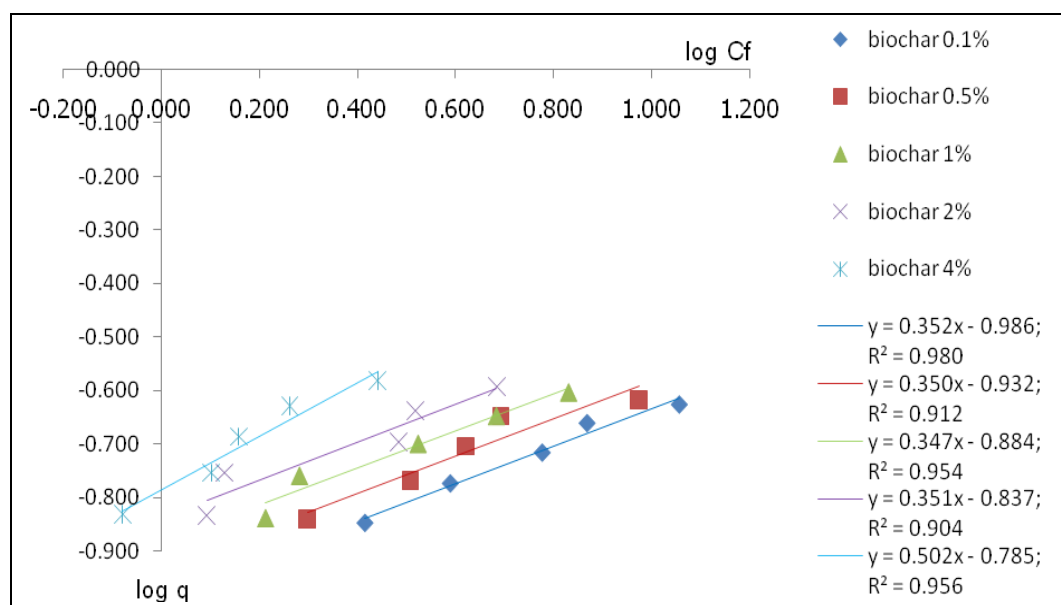
ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 1 เป็นดั่งสมการ $y = 0.347x - 0.884$; $R^2 = 0.954$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.131; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.347 (ภาพที่ 4.19)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 2 เป็นดั่งสมการ $y = 0.351x - 0.837$; $R^2 = 0.904$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.145; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.351 (ภาพที่ 4.19)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 4 เป็นดั่งสมการ $y = 0.502x - 0.785$; $R^2 = 0.956$ เมื่อ x คือ $\log$ (ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $\log$ (ความเข้มข้นสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อกกรัม)) พบว่าดินมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) = 0.164 ; ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) = 0.502 (ภาพที่ 4.19)

ภาพที่ 4.19

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ
ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติก
ที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบฟรอนดิชของชุดดินสติกที่ปริมาณผงบดเป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.19 โดยแกนอนคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($\log Cf$) และแกนตั้งคือค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($\log q$) จากภาพที่ 4.19 พบว่าที่ปริมาณผงบดร้อยละ 4 จะสามารถดูดซับสารพาราควัทได้ดีที่สุด อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณผงบดลงในดินทำให้ดินมีพื้นที่ผิวจำเพาะในการดูดซับเพิ่มขึ้น

**เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก เมื่อมีการเติมปริมาณผงถ่านตาม
สมการการดูดซับแบบฟรุนดิช**

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F) ของสมการการดูดซับแบบฟรุนดิช (Freundlich adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก ที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบฟรุนดิช มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_F)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการฟรุนดิชวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดินพบว่าดินที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 1.500, 0.864 และ 0.103 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.5 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 1.286, 0.937 และ 0.117 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 1 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 1.073, 1.275 และ 0.131 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 2 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.887, 1.106 และ 0.145 ตามลำดับ ดินที่มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 4 ดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.592, 1.183 และ 0.164 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.6

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและค่าความชันในสมการการดูดซับแบบ
ฟรุนดลิช ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติก
ที่ปริมาณผงถ่านเป็น 5 ระดับ

ปริมาณผงถ่าน	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อยเอ็ด		ชุดดินสติก	
	K_F	1/n	K_F	1/n	K_F	1/n
ร้อยละ 0.1	1.500	0.463	0.864	0.907	0.103	0.352
ร้อยละ 0.5	1.286	0.393	0.937	1.342	0.117	0.350
ร้อยละ 1	1.073	0.297	1.080	0.570	0.131	0.347
ร้อยละ 2	0.887	0.376	1.106	0.646	0.145	0.351
ร้อยละ 4	0.592	0.387	1.183	0.923	0.164	0.502

หมายเหตุ : K_F คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบฟรุนดลิช

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง

จากผลการศึกษาที่ได้ ดินชุดดินน้ำพอง มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงที่สุด ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านมากขึ้น เนื่องมาจากอนุภาคของดินมีผลต่อการดูดซับมากกว่าปริมาณผงถ่านที่ใส่ลงไป โดยเนื้อดินเมื่อยึดเกาะผิวของผงถ่านอาจทำให้ผงถ่านสามารถดูดซับสารพาราควัทได้ลดน้อยลง ส่วนชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติกเมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านความสามารถในการดูดซับกลับเพิ่มสูงขึ้น ผงถ่านสามารถดูดซับเซทิลไพริดิเดียมได้ โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับโดยใช้ผงถ่านได้ประมาณร้อยละ 98 (Saleh, 2006)

**ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสารพาราควัทของดินชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติในสมการการดูดซับแบบ
แลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms)**

ความเป็นกรด-เบส

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบสของดิน เป็น 5 ระดับ คือ ค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 14.429x + 0.218$; $R^2 = 0.960$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 4.587 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.015 (ภาพที่ 4.20)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 14.865x + 0.423$; $R^2 = 0.936$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.365 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.028 (ภาพที่ 4.20)

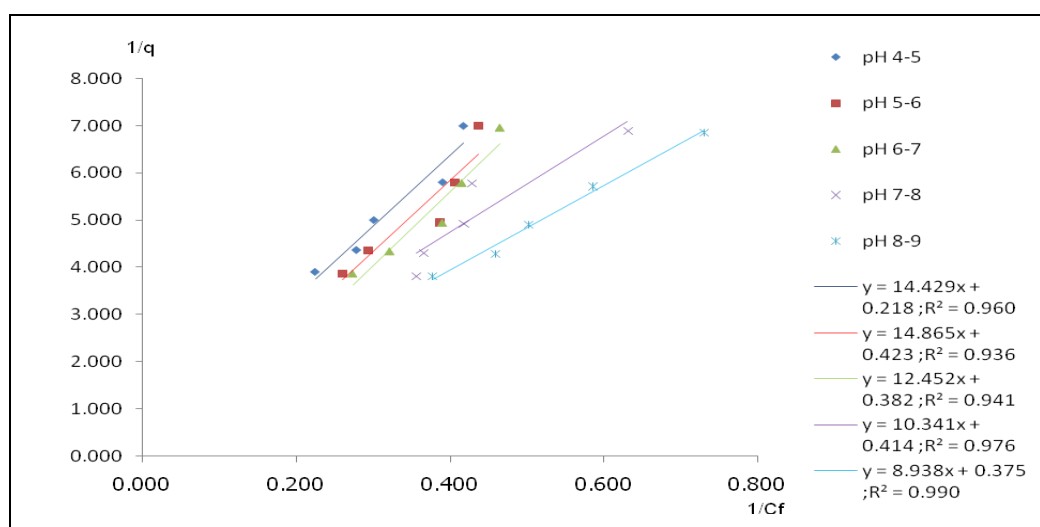
ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 12.452x + 0.382$; $R^2 = 0.941$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.621 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.031 (ภาพที่ 4.20)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 10.341x + 0.414$; $R^2 = 0.976$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.415 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.040 (ภาพที่ 4.20)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 8.938x + 0.375$; $R^2 = 0.990$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.669 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.042 (ภาพที่ 4.20)

ภาพที่ 4.20

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน
สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
และ 1/ปริมาณสารพาราควัทต่อปริมาณดิน (มิลลิกรัมต่อ
ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพองที่
ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพองที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.20 โดยแกนนอนคือ 1 หาดด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หาดด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) ซึ่งภาพที่ 4.20 พบว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสสูงขึ้นซึ่งเป็นเหมือนการเพิ่มประจุลบเข้าไปในดิน ทำให้สารพาราควัทซึ่งมีประจุบวกทำการเข้าไปจับกับประจุลบของดิน ทำให้มีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้เพิ่มขึ้น

(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

พบว่า ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 1.281x + 0.465$; $R^2 = 0.980$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.151 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.363 (ภาพที่ 4.21)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 1.226x + 0.461$; $R^2 = 0.931$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.169 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.376 (ภาพที่ 4.21)

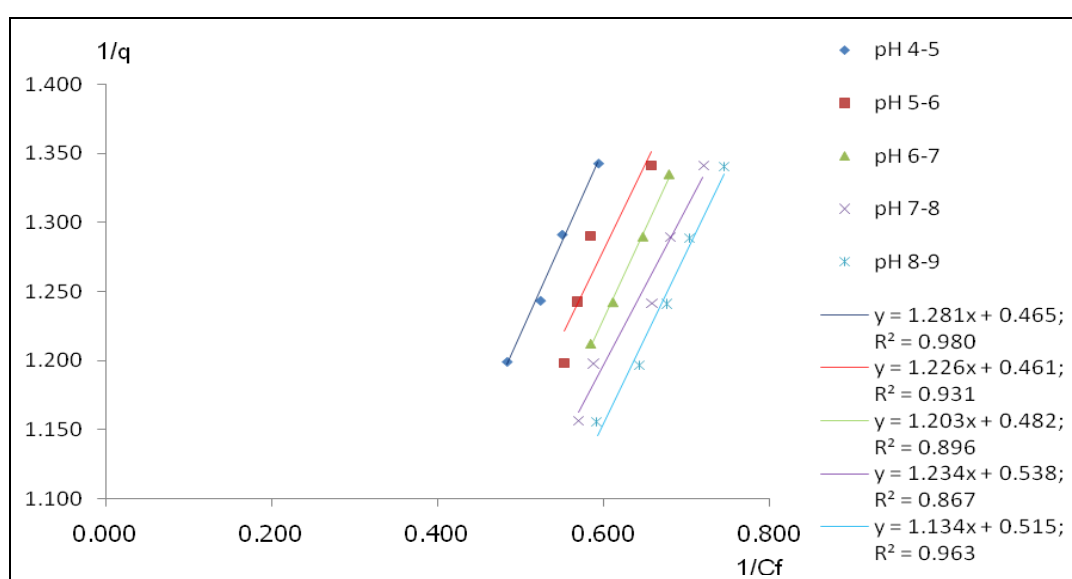
ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 1.203x + 0.482$; $R^2 = 0.896$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.076 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.401 (ภาพที่ 4.21)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 1.234x + 0.538$; $R^2 = 0.867$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.859 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.436 (ภาพที่ 4.21)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 1.134x + 0.515$; $R^2 = 0.963$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.942 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.454 (ภาพที่ 4.21)

ภาพที่ 4.21

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน
สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
และ 1/ปริมาณสารพาราควัทต่อปริมาณดิน (มิลลิกรัมต่อ
ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร้อยเอ็ดที่
ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร้อยเอ็ดที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ ภาพที่ 4.21 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วย $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (1/Cf)}$ และแกนตั้งคือ 1 หารด้วย $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (1/q)}$ ซึ่งภาพที่ 4.21 พบว่าเมื่อค่าความเป็นกรด-เบสสูงการดูดซับสารพาราควัทของชุดดิน ร้อยเอ็ดจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากสารพาราควัทเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประจุบวกเมื่อค่าความเป็นกรด-เบสสูงขึ้นจึงทำให้ความสามารถในการดูดซับจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น

(3) ดินชุดดินสติก

พบว่า ดินชุดดินสติกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 เป็นดังสมการ $y = 16.063x + 1.703$; $R^2 = 0.980$ เมื่อ x คือ $1/Cf$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.587 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.106 (ภาพที่ 4.22)

ดินชุดดินสติกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 เป็นดังสมการ $y = 16.078x + 1.411$; $R^2 = 0.963$ เมื่อ x คือ $1/Cf$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.709 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.088 (ภาพที่ 4.22)

ดินชุดดินสติกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 เป็นดังสมการ $y = 15.182x + 1.330$; $R^2 = 0.942$ เมื่อ x คือ $1/Cf$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.752 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.088 (ภาพที่ 4.22)

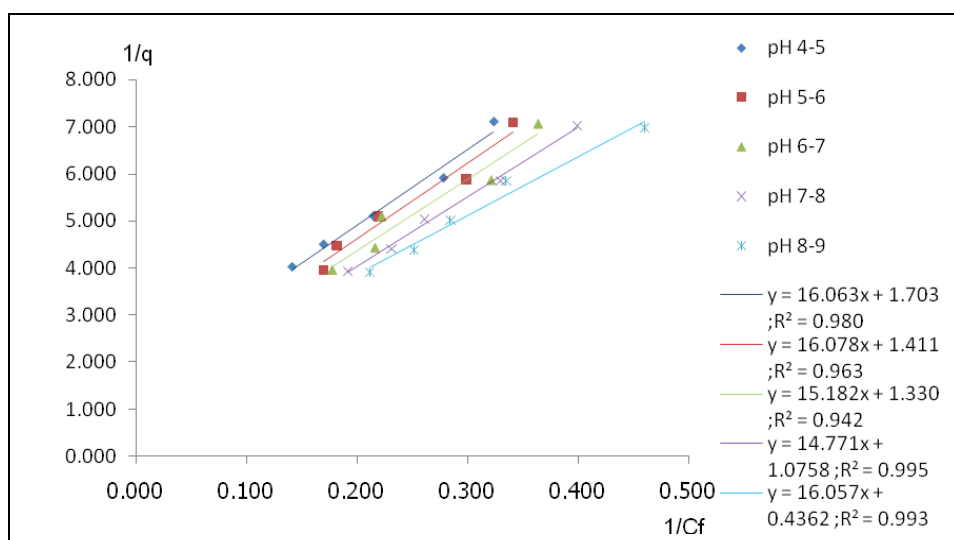
ดินชุดดินสติกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 เป็นดังสมการ $y = 14.771x + 1.0758$; $R^2 = 0.995$ เมื่อ x คือ $1/Cf$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$)

(มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.930 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.073 (ภาพที่ 4.22)

ดินชุดดินสติกที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 เป็นดังสมการ $y = 16.057x + 0.4362$; $R^2 = 0.993$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.293 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.027 (ภาพที่ 4.22)

ภาพที่ 4.22

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน
สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
และ 1/ปริมาณสารพาราควัทต่อปริมาณดิน (มิลลิกรัมต่อ
ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่
ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 1/ปริมาณสารพาราควัทต่อปริมาณดิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่ความเป็นกรด-เบส เป็น 5 ระดับ โดยแกนนอนคือ 1หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ

(1/Cf) และแกนตั้งคือ 1 หาดด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน (1/q) จากภาพที่ 4.22 พบว่า ที่ค่าความเป็นกรด-เบสสูงจะมีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้ดีกว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ สอดคล้องกับ พระมหาธรรณัส สายสอน (2553) ที่ทำการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทของดินและตะกอนพบว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสสูงจะดูดซับสารพาราควัทได้ดีกว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ

เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสตึก เมื่อมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบส ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) ของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก ที่มีค่าความเป็นกรด-เบส 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 และ 8-9 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดิน พบว่าดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 4-5 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.015, 0.363 และ 0.106 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.028, 0.376 และ 0.088 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 6-7 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.031, 0.401 และ 0.088 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 7-8 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.040, 0.436 และ 0.073 ตามลำดับ ดินที่ปรับค่าความเป็นกรด-เบส 8-9 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.042, 0.454 และ 0.027 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มาก
ที่สุดต่อปริมาณดินในสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดิน
น้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก ที่ความ
เป็นกรด-เบส ทั้ง 5 ระดับ

ระดับค่าความ เป็นกรด-เบส	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อยเอ็ด		ชุดดินสติก	
	q_m	K_L	q_m	K_L	q_m	K_L
4-5	4.587	0.015	2.151	0.363	0.587	0.106
5-6	2.365	0.028	2.169	0.376	0.709	0.088
6-7	2.621	0.031	2.076	0.401	0.752	0.088
7-8	2.415	0.040	1.859	0.436	0.930	0.073
8-9	2.669	0.042	1.942	0.454	2.293	0.027

หมายเหตุ : K_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์

q_m คือ ปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณดิน

จากผลการศึกษาที่ได้ พบว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสเพิ่มสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) มีค่ามากขึ้นในทุกชุดดิน อาจเนื่องจากเมื่อค่าความเป็นกรด-เบสของดินเพิ่มขึ้น ทำให้ไฮโดรเจนไอออน [H^+] ในสารละลายเพิ่มขึ้น ไฮดรอกซิลไอออน [OH^-] ลดลงดินเป็นกรด และถ้าเมื่อไฮดรอกซิลไอออน [OH^-] เพิ่มขึ้นในสารละลายเพิ่มขึ้นไฮโดรเจนไอออน [H^+] ลดลง ดินมีความเป็นด่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เมื่อค่าความเป็นกรด-เบสสูงขึ้นทำให้ดินมี [OH^-] ซึ่งเป็นประจุลบมากขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับสารพาราควัทที่มีประจุเป็นบวกได้มากขึ้น ดินชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุดในทุกระดับของค่าความเป็นกรด-เบส และชุดดินสติกมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำสุด อาจเนื่องจากร้อยละของอนุภาคดินเหนียวของชุดดินร่อยเอ็ดมีสูงสุด จึงส่งผลให้ชุดดินร่อยเอ็ดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุดในทุกระดับค่าความเป็นกรด-เบส

อินทรีย์วัตถุ

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก โดยเพิ่มอินทรีย์วัตถุเป็น 5 ระดับ คือ อินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 29.45x - 1.249$; $R^2 = 0.909$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = -0.801 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = -0.042 (ภาพที่ 4.23)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 33.62x - 3.185$; $R^2 = 0.958$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = -0.314 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = -0.095 (ภาพที่ 4.23)

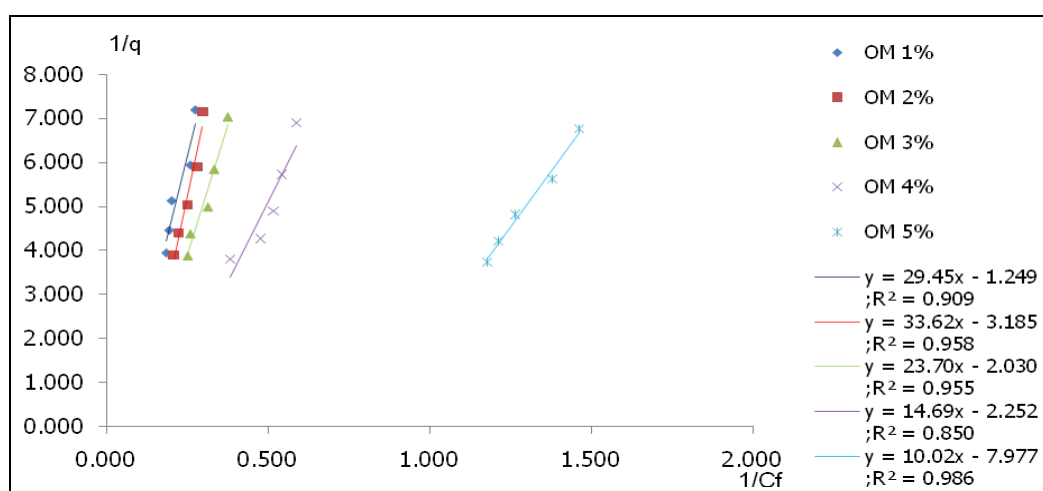
ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 23.70x - 2.030$; $R^2 = 0.955$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = -0.493 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = -0.086 (ภาพที่ 4.23)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 14.69x - 2.252$; $R^2 = 0.850$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = -0.444 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = -0.153 (ภาพที่ 4.23)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 10.02x - 7.977$; $R^2 = 0.986$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = -0.125 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = -0.796 (ภาพที่ 4.23)

ภาพที่ 4.23

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ ภาพที่ 4.23 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หารด้วยปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ ($1/q$) จากภาพที่ 4.23 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของชุดดินน้ำพองที่มีการปรับปริมาณ

อินทรีย์วัตถุมีค่าติดลบทั้งหมด อาจเนื่องมาจากการเติมอินทรีย์วัตถุลงไปเป็นการเพิ่มความสามารถในการดูดซับให้มีการดูดซับได้หลายชั้น แต่สมการการดูดซับแบบแลงเมียร์เป็นการอธิบายการดูดซับแบบชั้นเดียว จึงทำให้สมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ไม่สามารถใช้ในการอธิบายการดูดซับของชุดดินน้ำพองที่มีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับนี้ได้

(2) ดินชุดดินร้อยเอ็ด

พบว่า ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 4.446x + 0.658$; $R^2 = 0.984$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.520 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.148 (ภาพที่ 4.24)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 3.926x + 0.655$; $R^2 = 0.944$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.527 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.167 (ภาพที่ 4.24)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 3.255x + 0.723$; $R^2 = 0.952$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.383 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.222 (ภาพที่ 4.24)

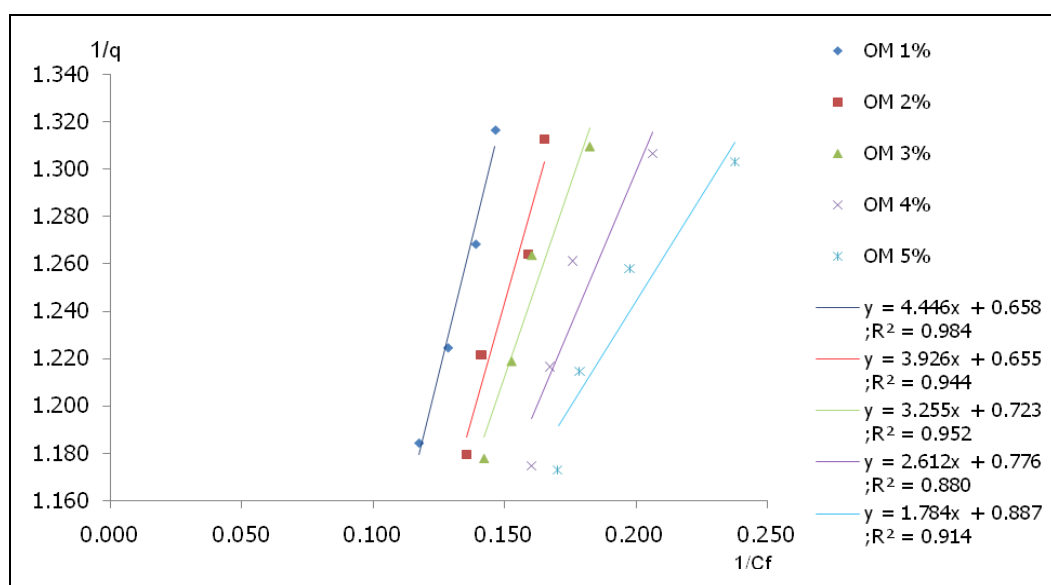
ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 2.612x + 0.776$; $R^2 = 0.880$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.289 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.297 (ภาพที่ 4.24)

ดินชุดดินร้อยเอ็ดที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 1.784x + 0.887$; $R^2 = 0.914$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะ

สมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ}$ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินร้อยเอ็ดมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.127 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.497 (ภาพที่ 4.24)

ภาพที่ 4.24

ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ}$ (มิลลิกรัมต่อ
 ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร้อยเอ็ดที่
 ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ}$ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร้อยเอ็ดที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ โดยแกนนอนคือ 1 หาดด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หาดด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.24 พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1 จะมีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้น้อยที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเท่ากับ 0.148 สอดคล้องกับ พระมหากษัตริย์ สายสอน (2553) ที่ทำการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทโดยมีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 3 ระดับ คือปริมาณ

อินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 5 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับต่ำที่สุดในทุกชุดดิน

(3) ดินชุดดินสติก

พบว่า ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 9.220x + 0.286$; $R^2 = 0.920$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 3.497 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.031 (ภาพที่ 4.25)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 8.283x + 0.418$; $R^2 = 0.971$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.392 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.050 (ภาพที่ 4.25)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 เป็นดังสมการ $y = 7.829x + 0.456$; $R^2 = 0.946$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.193 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.058 (ภาพที่ 4.25)

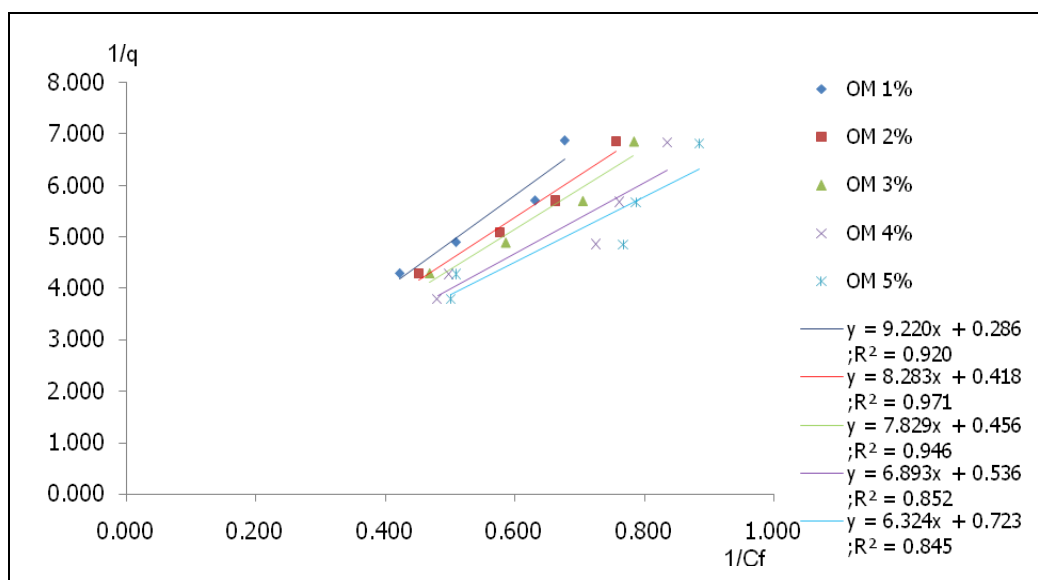
ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 6.893x + 0.536$; $R^2 = 0.852$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.866 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.078 (ภาพที่ 4.25)

ดินชุดดินสติกที่มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 เป็นดังสมการ $y = 6.324x + 0.723$; $R^2 = 0.845$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ (1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ (1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ

(มิลลิกรัมต่อกรัม)) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 1.383 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.114 (ภาพที่ 4.25)

ภาพที่ 4.25

ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน
สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อ
ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่
ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ 1/ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 1/ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้ง 5 ระดับ ภาพที่ 4.25 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.25 พบว่า ที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 จะสามารถดูดซับสารพาราควัทได้ดีมากที่สุด เนื่องจากประจุลบของอินทรีย์วัตถุได้เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้การดูดซับสารพาราควัทเพิ่มขึ้น

**เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก เมื่อมีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุ
ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์**

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) ของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก ที่มีการปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบแลงเมียร์ มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดิน พบว่าดินที่ปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ -0.042, 0.148 และ 0.031 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ -0.095, 0.167 และ 0.050 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ -0.086, 0.222 และ 0.058 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 4 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ -0.153, 0.297 และ 0.078 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 5 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ -0.796, 0.497 และ 0.114 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณดินในสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อนละเอียด และชุดดินสติก ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ เป็น 5 ระดับ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อนละเอียด		ชุดดินสติก	
	q_m	K_L	q_m	K_L	q_m	K_L
ร้อยละ 1	-0.801	-0.042	1.520	0.148	3.497	0.031
ร้อยละ 2	-0.314	-0.095	1.527	0.167	2.392	0.050
ร้อยละ 3	-0.493	-0.086	1.383	0.222	2.193	0.058
ร้อยละ 4	-0.444	-0.153	1.289	0.297	1.866	0.078
ร้อยละ 5	-0.125	-0.796	1.127	0.497	1.383	0.114

หมายเหตุ : K_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์

q_m คือ ปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณดิน

เมื่อปรับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ร้อยละ 5 จะมีความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทได้ดีที่สุด เพราะการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุถือเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวจำเพาะให้กับตัวดูดซับ ในความเข้มข้นของพาราควัทที่เท่ากัน ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจึงดูดซับสารพาราควัทได้มากกว่าดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่ำกว่า

ปริมาณผงถ่าน

จากการศึกษาการดูดซับสารพาราควัทในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร่อนละเอียด และดินชุดดินสติก โดยเพิ่มปริมาณผงถ่านเป็น 5 ระดับ คือ ปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ ได้ผลดังนี้

(1) ดินชุดดินน้ำพอง

พบว่า ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.1 เป็นดังสมการ $y = 0.349x + 0.077$; $R^2 = 0.916$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลือน้อยในสารละลาย}$)

ภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 12.987 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.221 (ภาพที่ 4.26)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.5 เป็นดังสมการ $y = 0.377x + 0.089$; $R^2 = 0.873$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 11.236 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.236 (ภาพที่ 4.26)

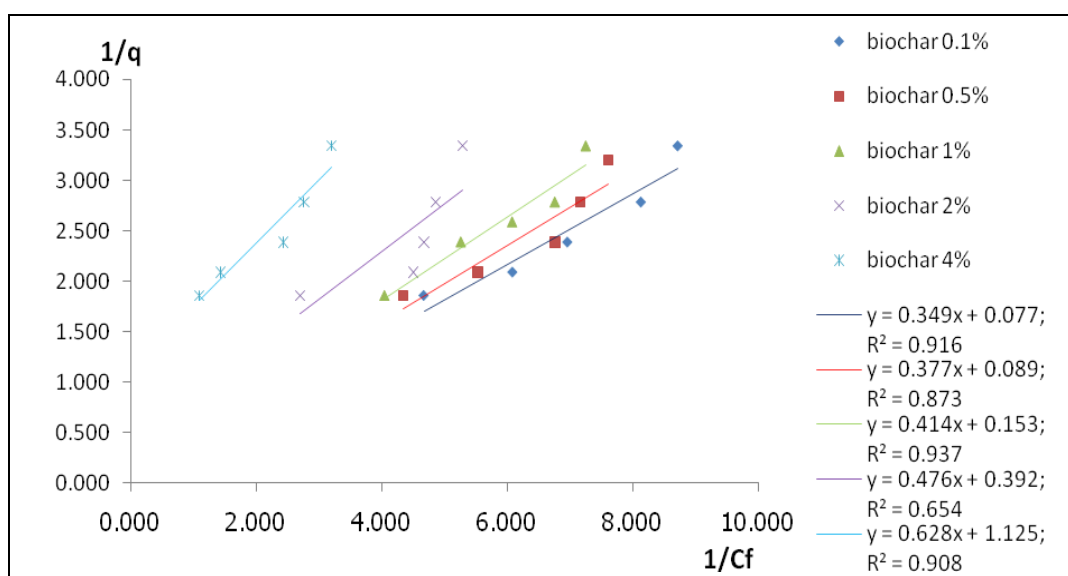
ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 0.414x + 0.153$; $R^2 = 0.937$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 6.536 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.370 (ภาพที่ 4.26)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 0.476x + 0.392$; $R^2 = 0.654$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 2.551 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.824 (ภาพที่ 4.26)

ดินชุดดินน้ำพองที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 0.628x + 1.125$; $R^2 = 0.908$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินน้ำพองมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.889 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 1.791 (ภาพที่ 4.26)

ภาพที่ 4.26

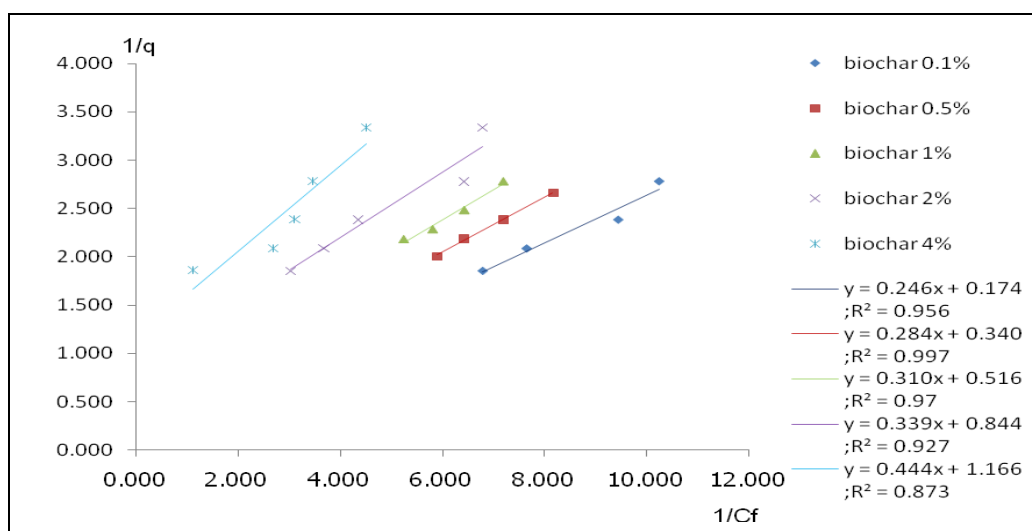
ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อ}$
 ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินน้ำพองที่
 ปริมาณผงถ่าน ทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ของชุดดินน้ำพองที่มีการปรับปริมาณผงถ่าน ภาพที่ 4.26 โดยแกนนอนคือ 1หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.26 พบว่า เมื่อปริมาณผงถ่านเพิ่มมากขึ้นความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทก็จะเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณดินมีจะลดน้อยลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่าน อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณผงถ่านทำให้ปริมาณของดินลดน้อยลงแต่ด้วยคุณสมบัติของผงถ่านจึงทำให้ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทเพิ่มมากขึ้น

ภาพที่ 4.27

ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อ}$
 ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร่อยเอ็ดที่
 ปริมาณผงถ่าน ทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ}$ (มิลลิกรัมต่อลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินร่อยเอ็ดที่ปริมาณผงถ่าน ทั้ง 5 ระดับ ภาพที่ 4.27 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.27 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินร่อยเอ็ดมีประสิทธิภาพในการดูดซับมีแนวโน้มสูงขึ้น เพราะถ่านดูดซับทั้งชนิดเม็ดและชนิดผงมีพื้นผิวจำเพาะมากกว่า 1,000 ตารางเมตรต่อกรัม ซึ่งถ่านดูดซับโพรงแต่ละโพรงจะมีขนาดและความลึกแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสิ่งื่อนำมาทำถ่าน (เดชา ฉัตรศิริเวช, 2552)

(3) ดินชุดดินสติก

พบว่า ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร่อยละ 0.1 เป็นดังสมการ $y = 9.501x + 3.440$; $R^2 = 0.988$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะ

สมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.291 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.362 (ภาพที่ 4.28)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 0.5 เป็นดังสมการ $y = 7.469x + 3.255$; $R^2 = 0.959$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.307 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.436 (ภาพที่ 4.28)

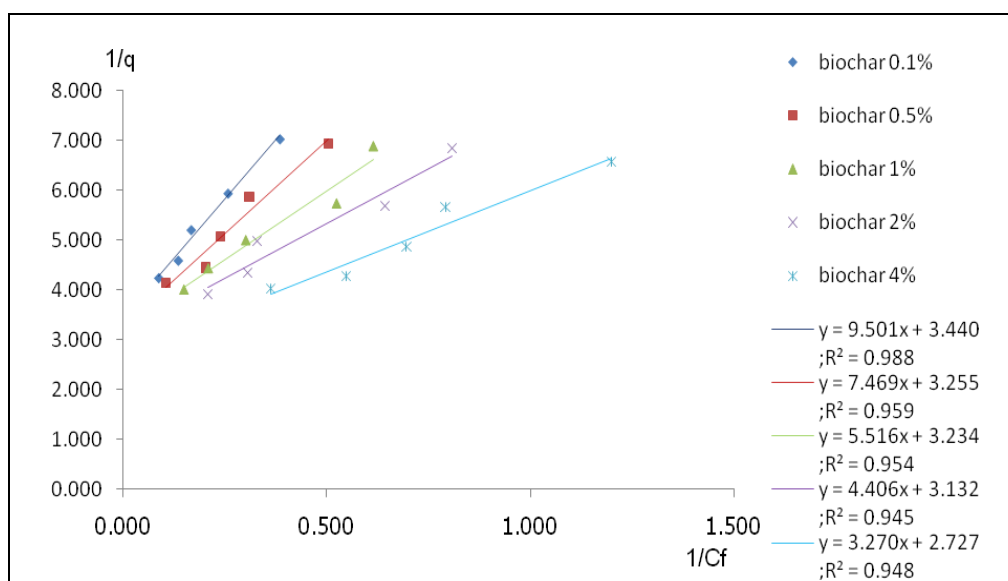
ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 1 เป็นดังสมการ $y = 5.516x + 3.234$; $R^2 = 0.954$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.309 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.586 (ภาพที่ 4.28)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 2 เป็นดังสมการ $y = 4.406x + 3.132$; $R^2 = 0.945$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.319 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.711 (ภาพที่ 4.28)

ดินชุดดินสติกที่มีผงถ่านในดินร้อยละ 4 เป็นดังสมการ $y = 3.270x + 2.727$; $R^2 = 0.948$ เมื่อ x คือ $1/C_f$ ($1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$) และ y คือ $1/q$ ($1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)}$) พบว่าดินชุดดินสติกมีปริมาณตัวถูกดูดซับที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณตัวดูดซับ (q_m) = 0.367 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) = 0.834 (ภาพที่ 4.28)

ภาพที่ 4.28

ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$
 สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
 และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อ}$
 ลิตร) การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่
 ปริมาณผงถ่าน ทั้ง 5 ระดับ



ความสัมพันธ์ของ $1/\text{ความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ใน}$ สารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ $1/\text{ปริมาณตัวถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)}$ การดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดินสติกที่ปริมาณผงถ่าน ทั้ง 5 ระดับ ภาพที่ 4.28 โดยแกนนอนคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่เหลืออยู่ในสารละลายภายหลังภาวะสมดุลการดูดซับ ($1/C_f$) และแกนตั้งคือ 1 หารด้วยความเข้มข้นของสารพาราควัทที่ถูกดูดซับโดยดิน ($1/q$) จากภาพที่ 4.28 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านที่ร้อยละ 4 ความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินสติกจะมีค่าสูงที่สุด

**เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารพาราควัทของชุดดินน้ำพอง
ชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินสติก เมื่อมีการปรับปริมาณผงถ่าน
ตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์**

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L) ของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ (Langmuir adsorption isotherms) ในดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก ที่มีการปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ตามลำดับ เมื่อสร้างกราฟเส้นตรงตามสมการแบบแลงเมียร์ มีผลดังนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_L)

จากกราฟเส้นตรงตามสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับทั้ง 3 ชุดดิน พบว่าดินที่ปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.221, 0.708 และ 0.362 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.5 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.236, 1.197 และ 0.436 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 1 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.370, 1.665 และ 0.586 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 2 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 0.824, 2.491 และ 0.711 ตามลำดับ ดินที่ปรับปริมาณผงถ่านร้อยละ 4 ของดินชุดดินน้ำพอง ดินชุดดินร้อยเอ็ด และดินชุดดินสติก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ 1.791, 2.626 และ 0.834 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มาก
ที่สุดต่อปริมาณดินในสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์ของชุดดิน
น้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ด และชุดดินสติก ที่ปริมาณ
ผงถ่าน เป็น 5 ระดับ

ปริมาณผงถ่าน	ชุดดินน้ำพอง		ชุดดินร่อยเอ็ด		ชุดดินสติก	
	q_m	K_L	q_m	K_L	q_m	K_L
ร่อยละ 0.1	12.987	0.221	5.741	0.708	0.291	0.362
ร่อยละ 0.5	11.236	0.236	2.941	1.197	0.307	0.436
ร่อยละ 1	6.536	0.370	1.938	1.665	0.309	0.586
ร่อยละ 2	2.551	0.824	1.185	2.491	0.319	0.711
ร่อยละ 4	0.889	1.791	0.858	2.626	0.367	0.834

หมายเหตุ : K_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์

q_m คือ ปริมาณสารพาราควัทที่ถูกดูดซับไว้มากที่สุดต่อปริมาณดิน

จากผลการศึกษาที่ได้ ดินชุดดินน้ำพอง ชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินสติกเมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านความสามารถในการดูดซับเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการดูดซับด้วยผงถ่านจะเป็นการดูดซับด้วยทางกายภาพสารพาราควัทจะเข้าไปอยู่ในโพรงภายในของผงถ่าน ซึ่งสอดคล้องกับ Saleh (2006) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำผงถ่านไปดูดซับสารเซทิลไพริดีเดียม ซึ่งพบว่าผงถ่านสามารถดูดซับได้โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับประมาณร้อยละ 98