บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิเคราะห์กากตะกรัน

4.1.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของกากตะกรัน โดยเครื่อง Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer Philips Model PW 2400

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาองค์ประกอบของกากตะกรันทั้งก่อนและหลังดูดซับ

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ (% โดนน้ำหนัก)		
	กากตะกรันก่อนดูดซับ	กากตะกรันหลังดูดซับซีเลเนียม	กากตะกรันหลังดูดซับตะกั่ว
CaO	40.56	40.22	40.38
SiO2	34	34.17	34.1
Al2O3	14.11	14.32	14.24
MgO	6.59	6.62	6.58
SO3	2.84	2.74	2.81
TiO2	0.49	0.5	0.44
MnO	0.41	0.44	0.41
K2O	0.32	0.36	0.36
Na2O	0.22	0.23	0.22
Fe2O3	0.23	0.22	0.19
BaO	0.14	0.1	0.17
SrO	0.05	0.04	0.04
ZrO2	0.03	0.03	0.03
Y2O3	0.01	0.01	0.01
PbO	ND.	ND.	0.04
	ND. = ตรวจไม่พบ (not detected)		

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้กากตะกรันจากการหลอมเหล็กเป็นตัวดูดซับโลหะ ได้แก่ ตะกั่ว และซีเลเนียม ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบของกากตะกรันเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ ดังผลการทดลองที่ได้ ในตารางที่ 4.1 พบว่า องค์ประกอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

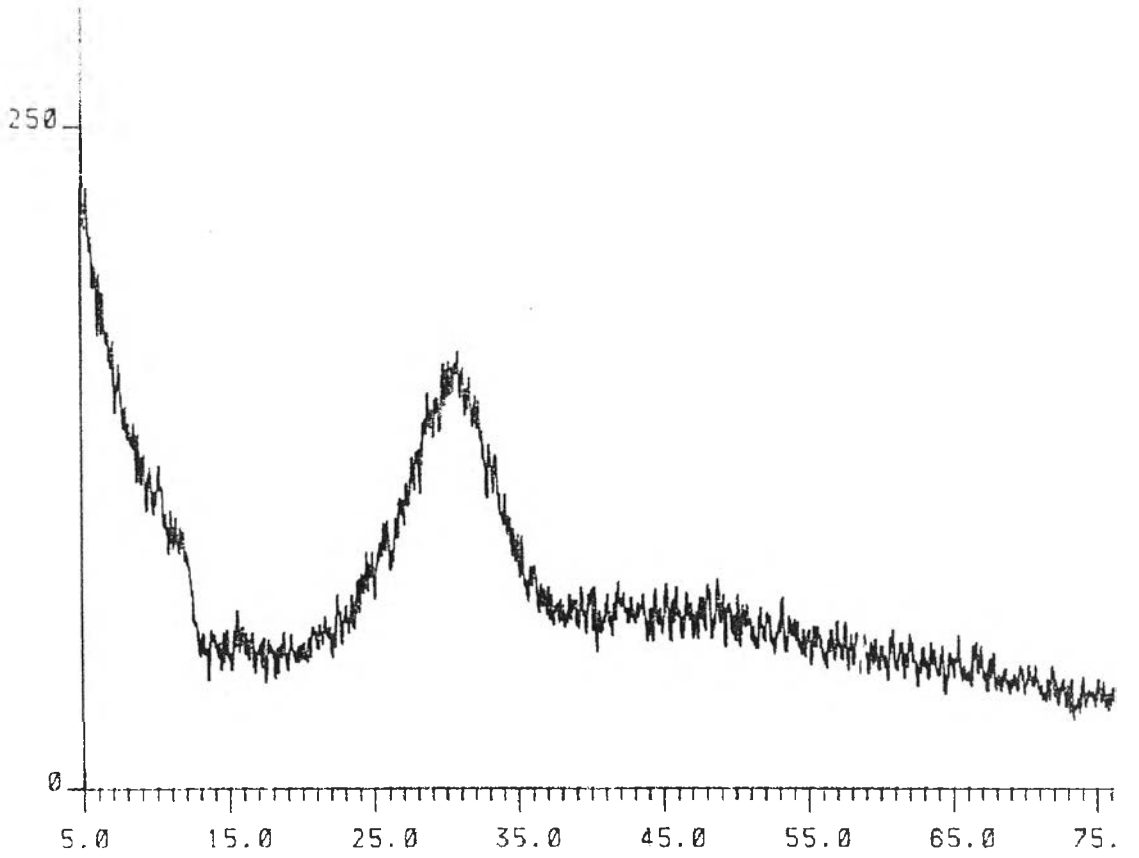
4.1.2 **ผลการศึกษาเพื่อหาพื้นที่ผิวของกากตะกรัน** โดยเครื่อง BET Surface Area Analysis

จากผลการทดลองที่ภายใต้อุณหภูมิ 77 องศาเคลวิน ความดันบารอเมตริก 760 มิลลิเมตรปรอท ความดันอิ่มตัว 763.52 มิลลิเมตรปรอท โดยใช้ไนโตรเจนเป็นสารถูกดูดซับ (Adsorbate) พบว่า พื้นที่ผิวBET = 1.6217 ตารางเมตรต่อกรัม และมีขนาดรูพรุนเฉลี่ย (Average Pore Diameter) = 24.0325 A.

จะเห็นว่าพื้นที่ผิวBET ที่ได้จากการทดลองมีค่าน้อยกว่าที่มีการอ้างไว้ในบทที่ 2 ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากกากตะกรันเป็นผลพลอยได้จากกระบวนถลุงเหล็ก และขั้นตอนการลดอุณหภูมิในเตาหลอมเพื่อให้เหล็กบริสุทธิ์จะมีการน้ำเป็นตัวลดอุณหภูมิ (Quenching) หากน้ำที่ฉีดมีปริมาณมากจะทำให้กากตะกรันมากมีพื้นที่ผิวมากด้วย ดังนั้นพื้นที่ผิวของกากตะกรันจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ลดอุณหภูมิ (บริษัทกระจกไทยอาซาฮี; Stocchi, 1990)

4.1.3 **ผลการศึกษาลักษณะของกากตะกรัน** โดยเครื่องเอ็กเรย์ดิฟแฟตโตมิเตอร์ (X-ray Diffractometer : XRD)

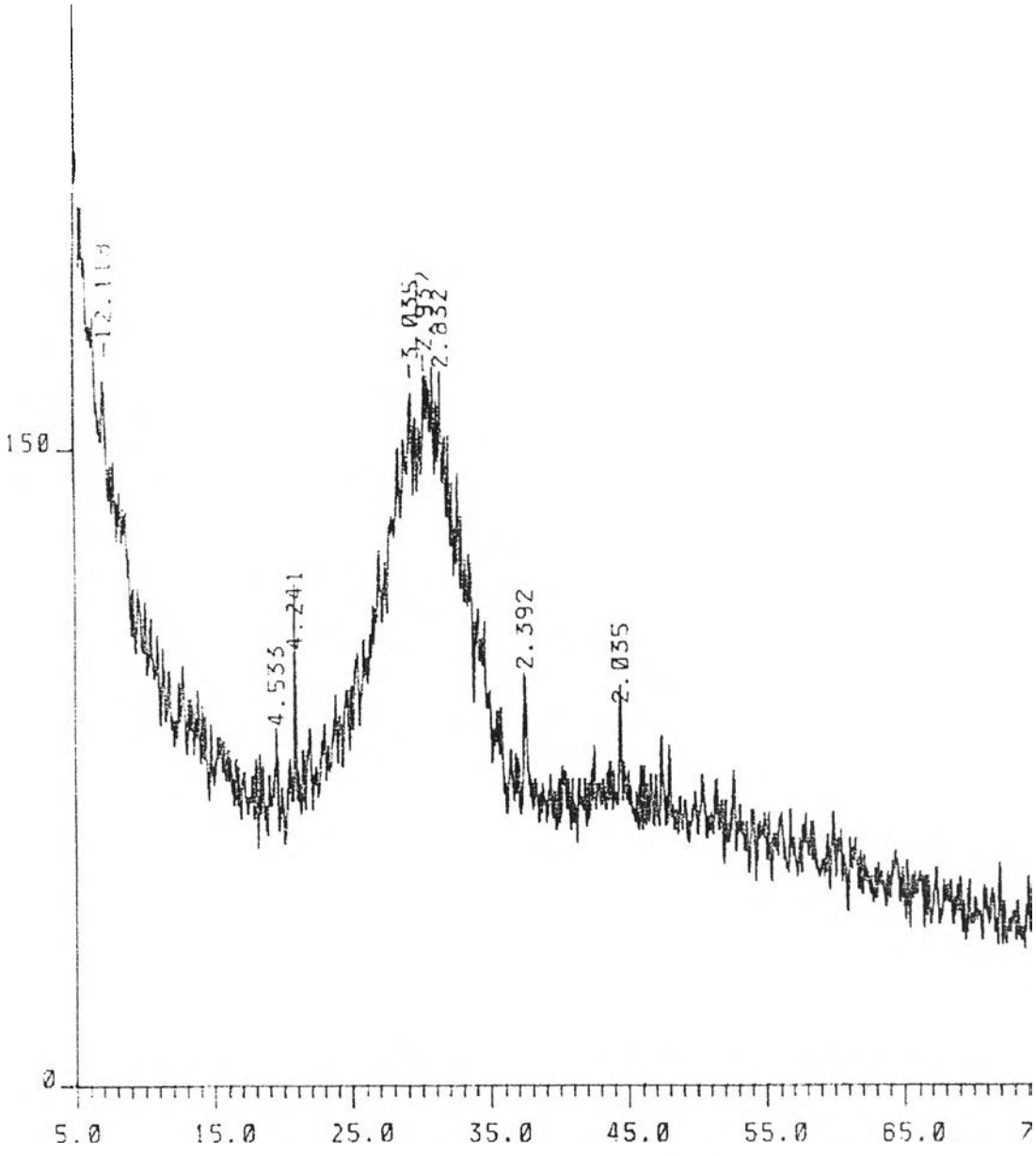
จากผลการทดลอง พบว่ากากตะกรันก่อนการดูดซับไม่มีสารใดๆมาติดบริเวณผิวในปริมาณความเข้มข้นที่มากพอจะตรวจพบ คือ น้อยกว่า 3% ของน้ำหนักตัวอย่าง จึงไม่ปรากฏพีคของกราฟใดๆเลย ดังรูป 4.1



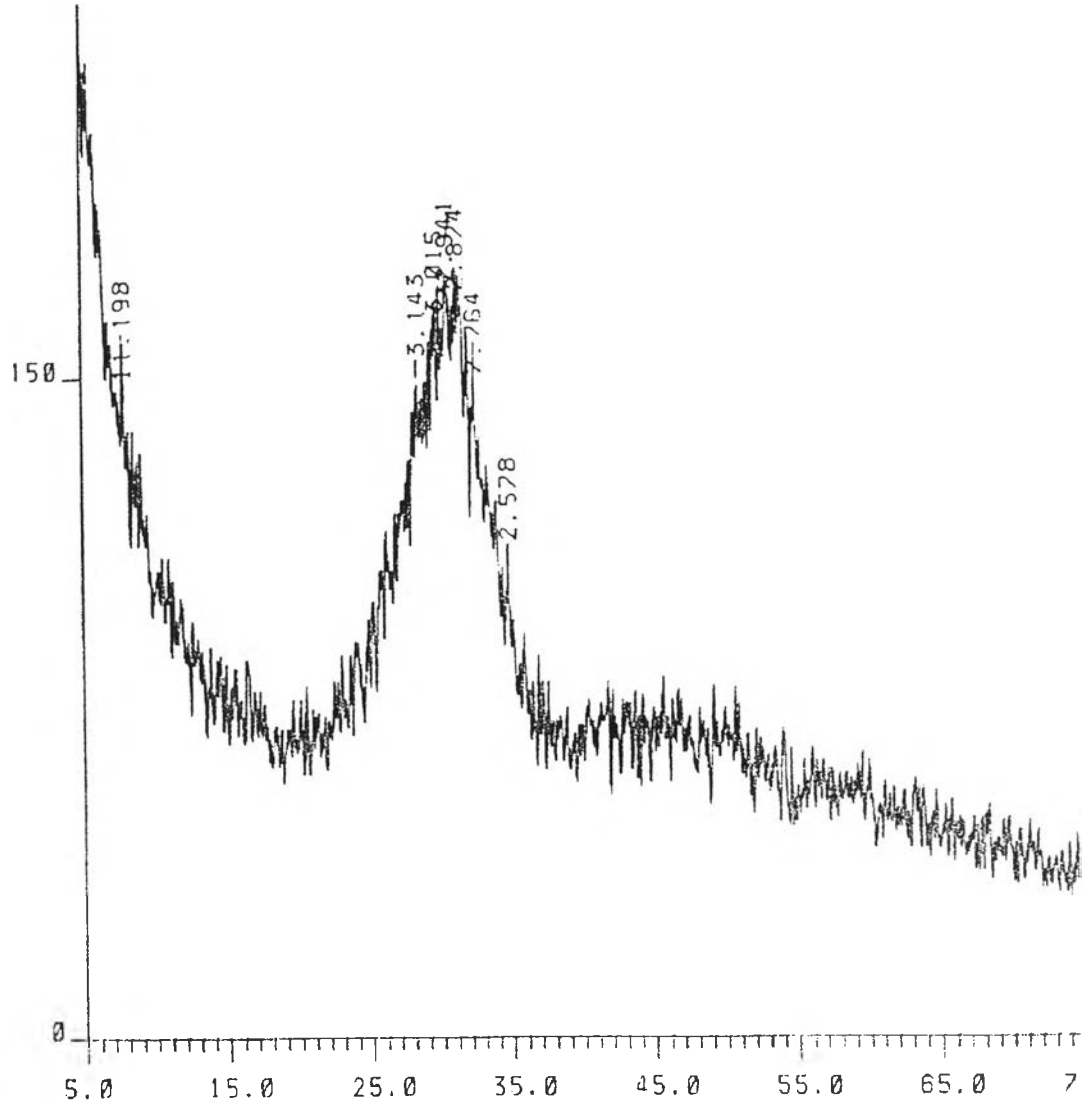
รูปที่ 4.1 **แสดงผล** XRD **ของกากตะกรันก่อนการดูดซับ**

I20355488

กากตะกรันหลังการดูดซับทั้งตะกั่วและซีเลเนียม พบว่ามีพีคของกราฟออกมาบ้างแต่ไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าเป็นพีคของสารใด ดังรูป 4.2 สำหรับกากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่ว และรูป 4.3 สำหรับกากตะกรันหลังการดูดซับซีเลเนียม



รูป 4.2 แสดงผล XRD ของกากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่ว



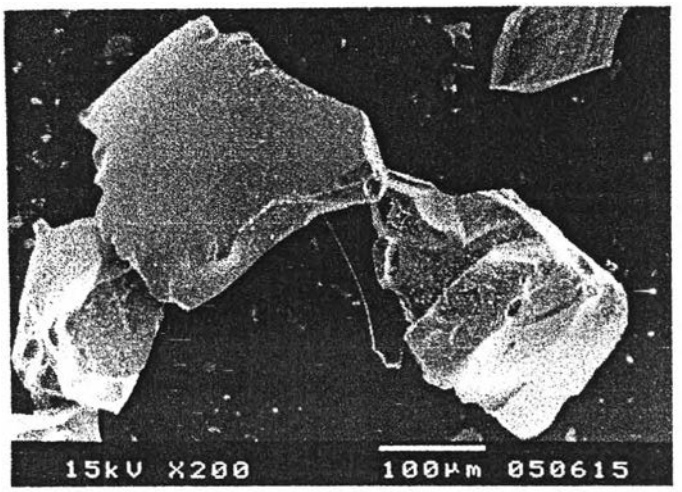
รูป 4.3 แสดงผล XRD ของกากตะกรันหลังการดูดซับซีเลเนียม

จากรูปจะเห็นว่า ผลการทดลอง XRD ไม่สามารถบอกได้ว่ามีผลึกของธาตุใดในกากตะกรัน ซึ่งอาจเกิดได้ 2 สาเหตุคือ

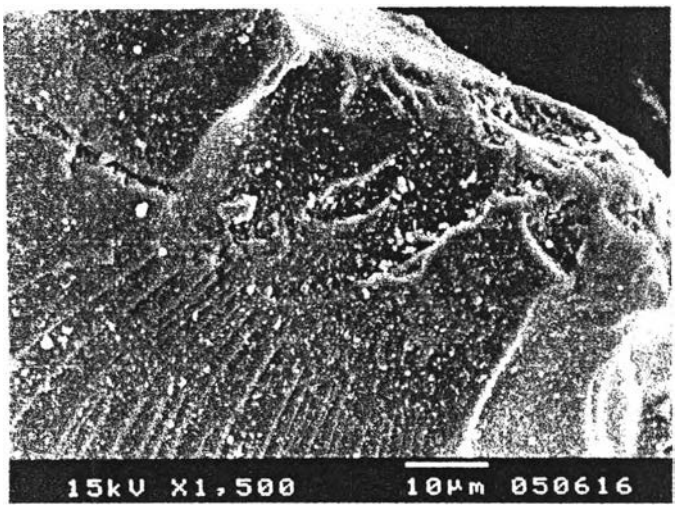
1. ปริมาณความเข้มข้นของผลึกธาตุที่บริเวณผิว มีน้อยกว่า 3% ของน้ำหนักตัวอย่าง จึงไม่สามารถตรวจพบ ซึ่งแสดงว่าที่บริเวณผิวก่อนการดูดซับไม่มีผลึกของสารหรือธาตุใดๆ ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่เพียงพอที่จะมีผลต่อแนวโน้มของการทดลอง ดังรูป 4.1
2. อาจเกิดจากลักษณะของสารที่บริเวณผิวไม่อยู่ในรูปผลึกแต่เป็นสัณฐานที่ไม่แน่นอน (Amorphous) อาจเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งแสดงว่าการทดลองที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการดูดซับ ไม่เกิดการตกผลึกของตะกั่วและซีเลเนียม

4.1.4 ผลการศึกษาลักษณะรูปร่าง โดยใช้เครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (Scanning Electron Microscopy: SEM)

จากผลการทดลอง พบว่ากากตะกรันก่อนการดูดซับเพื่อดูโครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย 200 เท่า, 1500 เท่า ดังรูป 4.4 และรูป 4.5 ตามลำดับ

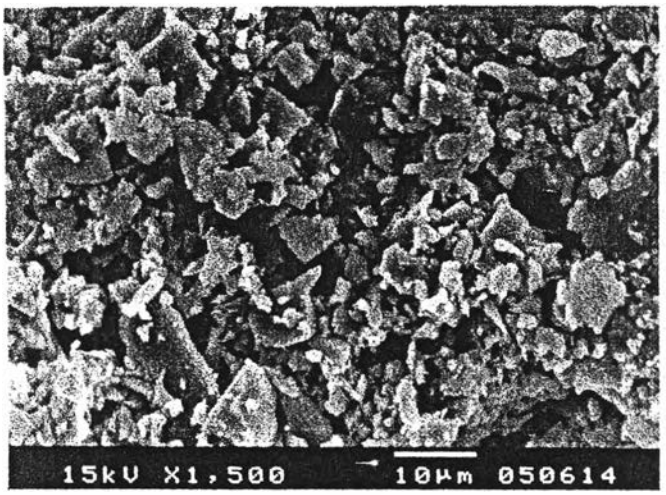


รูปที่ 4.4 **โครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย** 200 **เท่า**

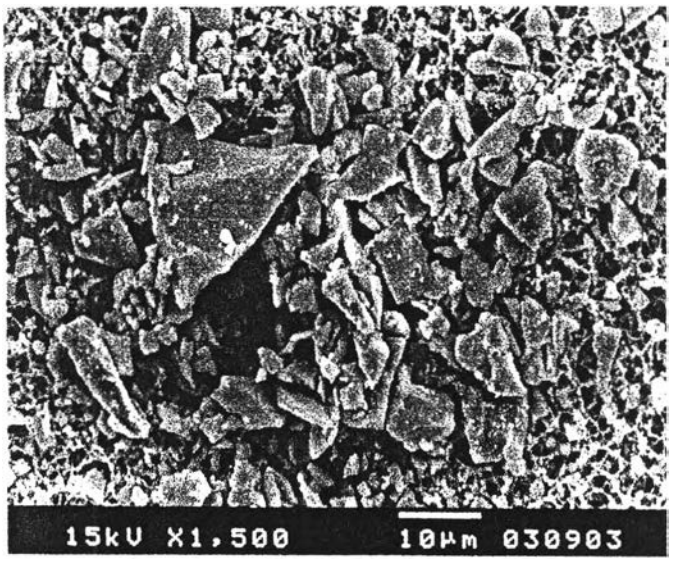


รูปที่ 4.5 **โครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย** 1500 **เท่า**

จากผลการทดลอง พบว่ากากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมเพื่อดูโครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย 1500 เท่า ดังรูป 4.6 และรูป 4.7 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 โครงสร้างผิวกากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่วที่กำลังขยาย 1500 เท่า



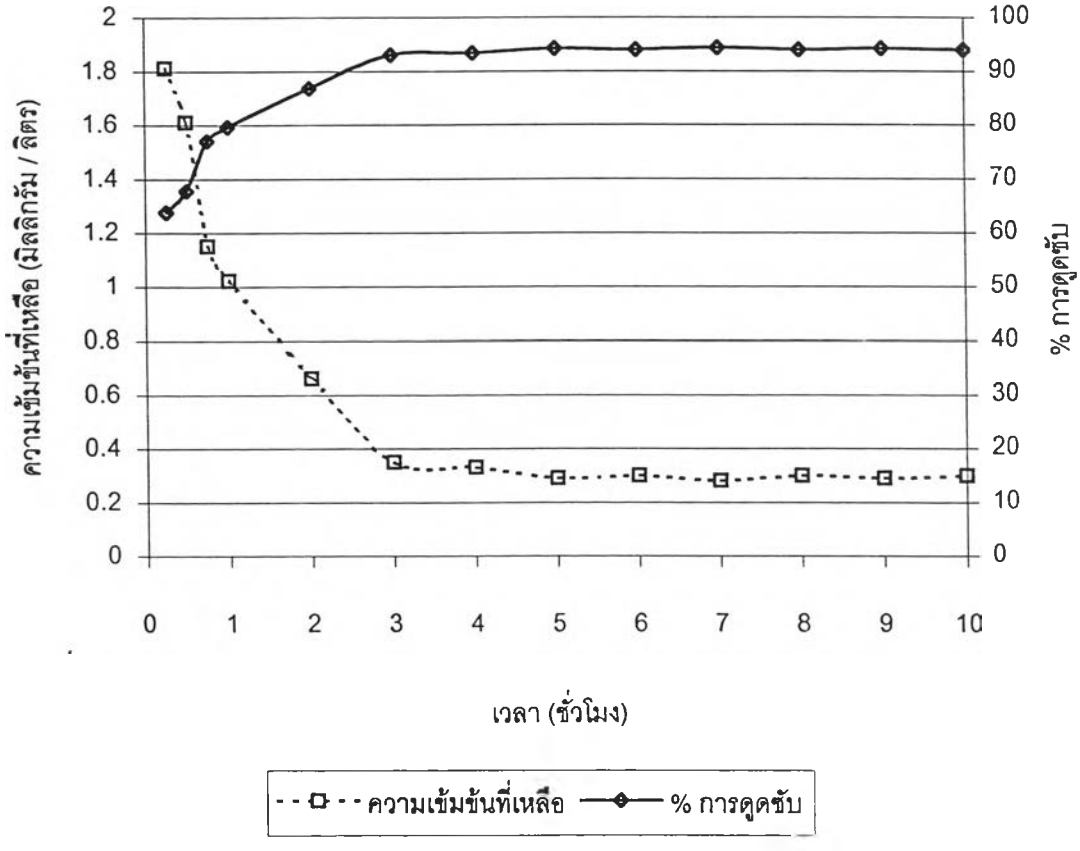
รูปที่ 4.7 โครงสร้างผิวกากตะกรันหลังการดูดซับซีเลเนียมที่กำลังขยาย 1500 เท่า

รูปกากตะกรันก่อนการดูดซับดูได้จากรูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย 200 เท่า จะพบว่า พื้นผิวของกากตะกรันส่วนใหญ่มีความราบเรียบไม่เป็นหลุมหรือขรุขระ และรูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างผิวกากตะกรันที่กำลังขยาย 1500 เท่า จะพบว่ามีกลุ่มก้อนขาวๆ เล็กๆเกาะที่ผิวของกากตะกรันในลักษณะกระจายทั่วๆไป สันนิษฐานว่าอาจจะเป็นสิ่งเจือปน (Impurity) ที่หลุดออกจากเตาหลอมเหล็กพร้อมกับกากตะกรัน

รูปกากตะกรันหลังการดูดซับดูได้จากรูปที่ 4.6 แสดงโครงสร้างผิวกากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่วที่กำลังขยาย 1500 เท่า พบว่ามีวัสดุขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้าง รูปทรงไม่แน่นอนมาเกาะที่ผิวของกากตะกรันอย่างหนาแน่นจนมองไม่เห็นกระดาษกรองในขณะที่รูปที่ 4.7 แสดงโครงสร้างผิวกากตะกรันหลังการดูดซับซีเลเนียมที่กำลังขยาย 1500 เท่า เช่นกัน พบว่ามีวัสดุขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้าง รูปทรงไม่แน่นอน แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะเห็นว่ามีขนาดใหญ่กว่าวัสดุที่เกาะบนผิวของกากตะกรันหลังการดูดซับตะกั่ว และมีความหนาแน่นน้อยกว่าด้วย ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นกระดาษกรองเมมเบรนได้อย่างชัดเจน

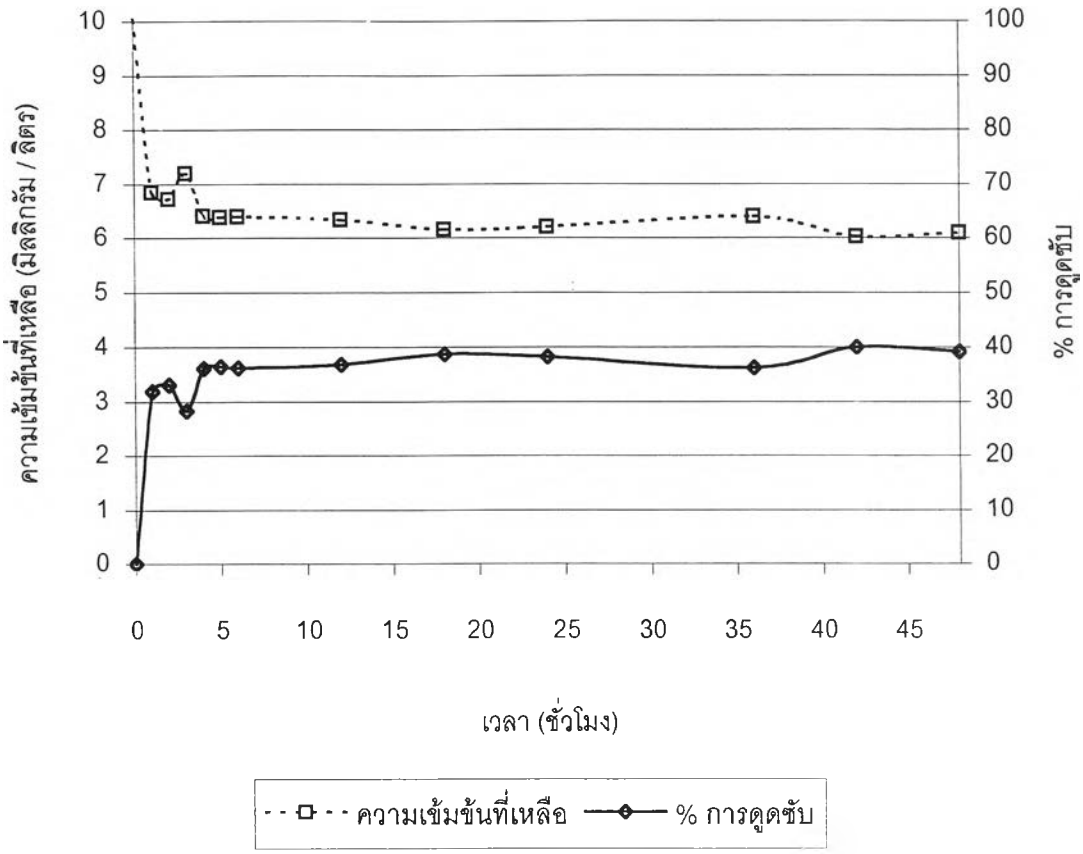
4.2 ผลการทดลองที่ 2

การศึกษาถึงผลกระทบของเวลาสัมผัส ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน



รูปที่ 4.8 แสดงผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับตะกั่ว

จากรูปที่ 4.8 แสดงผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับของตะกั่ว โดยที่แกน X คือ เปอร์เซ็นต์การดูดซับ แกน Y คือ ค่าเวลา หน่วยเป็นชั่วโมง พบว่า การดูดซับของตะกั่วจะลดลงอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรก และจะค่อยๆลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเห็นว่าการดูดซับลดลงอย่างช้าๆจนถึงเวลา 5 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่เหลือเริ่มคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆที่ผ่านมาคือ เวลาที่เข้าสู่สมดุลของการดูดซับตะกั่วบนกากตะกรันเท่ากับ 5 ชั่วโมง (Lopez-Delegado, 1998) ดังนั้นจึงนำค่าเวลาสัมผัสคือ 5 ชั่วโมงที่เหมาะสมนี้เป็นเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองต่างๆต่อไป

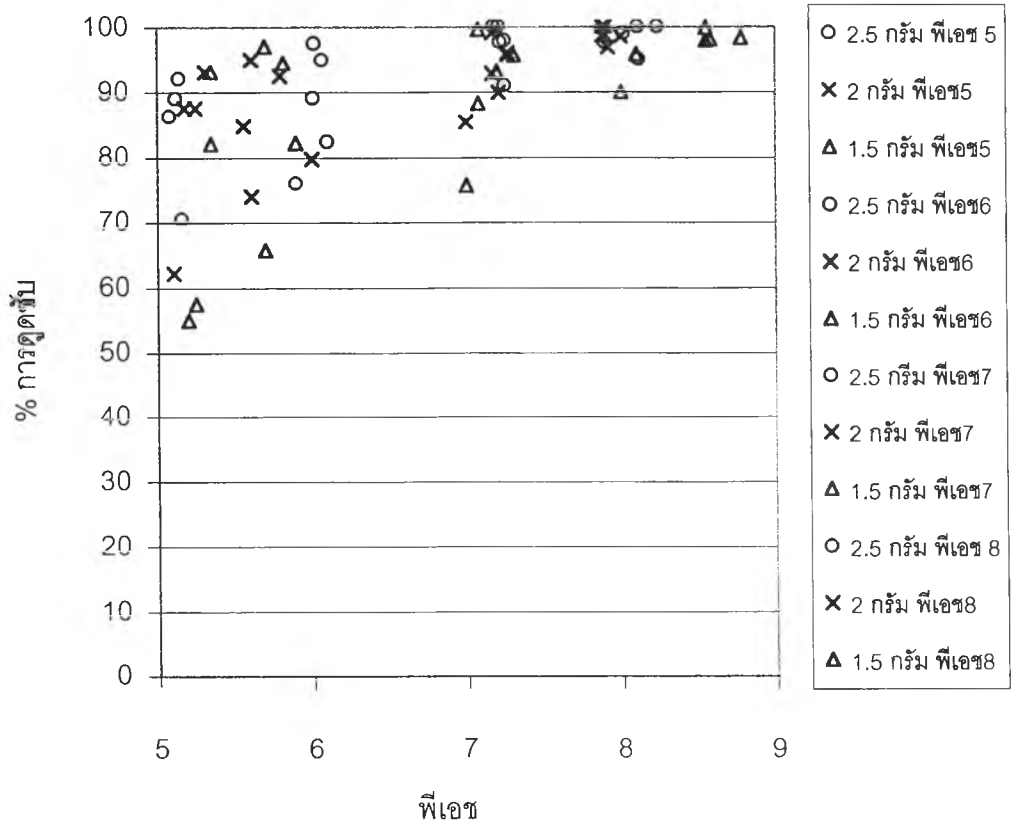


รูปที่ 4.9 แสดงผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับซีเลเนียม

ส่วนรูปที่ 4.9 แสดงผลของเวลาสัมผัสต่อการดูดซับซีเลเนียม โดยที่แกน X คือ เปอร์เซ็นต์การดูดซับ แกน Y คือ ค่าเวลา หน่วยเป็นชั่วโมง พบว่า การดูดซับของซีเลเนียมจะลดลงอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรกและลดลงอย่างต่อเนื่องจนเกือบจะคงที่เมื่อผ่านไป 5 ชั่วโมง ถึงแม้ในชั่วโมงที่ 4 ค่าอาจมีการคลาดเคลื่อนบ้างแต่การลดลงหลังจากชั่วโมงที่ 5 ไปแล้วมีแนวโน้มที่เหมือนกัน คือ การลดลงเกือบจะคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆที่ผ่านมา นั่นคือ เมื่อระบบการดูดซับซีเลเนียมบนAluminum-Oxide-Coated Sand จะลดลงอย่างรวดเร็ว 1 ชั่วโมงและเลือกเวลาเข้าสู่สมดุลที่ 3 ชั่วโมง (Neal และคณะ, 1987; Neal และคณะ, 1988; Snoeyink และ Jenkins, 1980; Wen-Hui Kuan, 1997) เมื่อนำค่าความเข้มข้นที่เหลือ ณ เวลา 3 ชั่วโมงเทียบกับ 5 ชั่วโมงแล้วมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือ 10%) ดังนั้นจึงนำค่าเวลาสัมผัสคือ 5 ชั่วโมงเป็นเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองต่างๆต่อไป

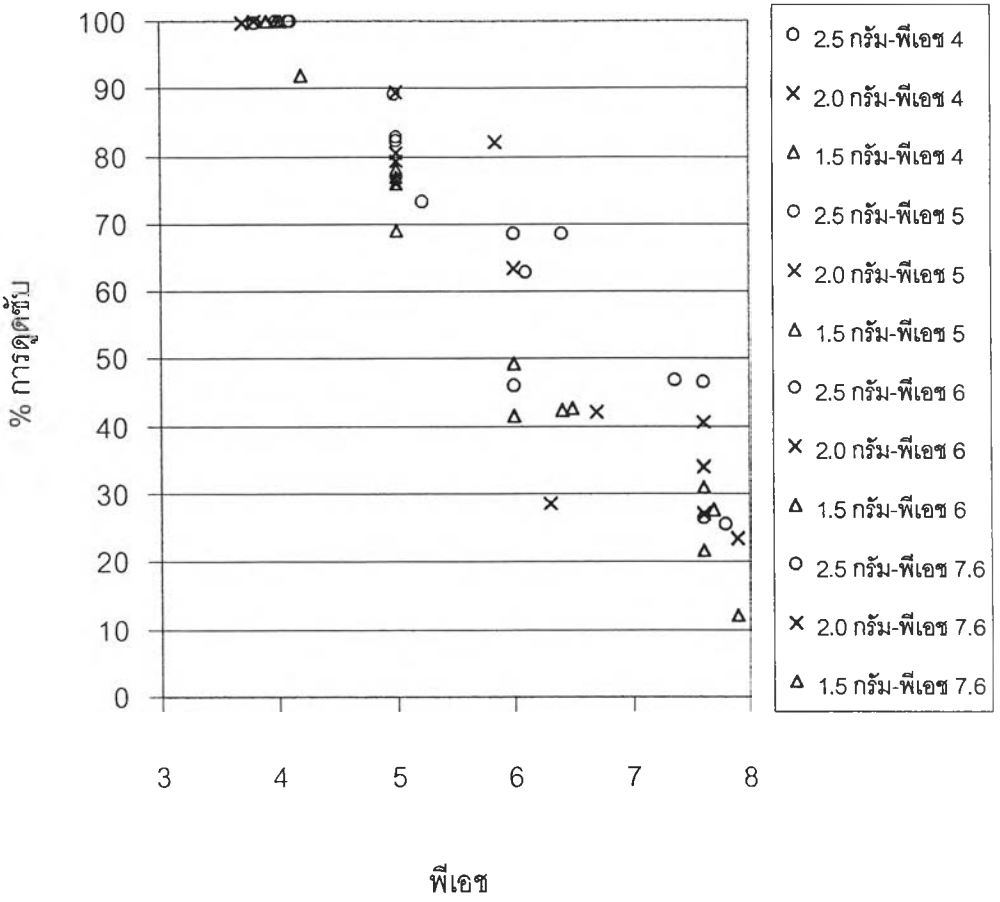
4.3 ผลการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3 การศึกษาถึงผลกระทบของพีเอช ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียม สำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน



รูปที่ 4.10 **แสดงผลกระทบของพีเอชต่อการดูดซับตะกั่ว**

จากรูปที่ 4.10 แสดงผลกระทบของพีเอชต่อการดูดซับตะกั่ว โดยแกน X คือ ค่าแกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ปริมาณกากตะกรัน 1.5, 2.0 และ 2.5 กรัม ที่พีเอช 5, 6, 7 และ 8 พบว่า เมื่อพีเอชสูงขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเห็นได้จากที่พีเอช 5 (วงกลม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 75%,ที่พีเอช 6 (กากบาท) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 85%, ที่พีเอช 7 (สี่เหลี่ยม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 93% และที่พีเอช 5 (สามเหลี่ยม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 97% โดยเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านๆมา คือ เมื่อพีเอชสูงขึ้นการดูดซับตะกั่วจะเพิ่มขึ้น (Dimetrova และ Mehandgiev, 1998; Hochella และ White, 1990; Srivastava, 1997; www.mtsc.unt.edu)

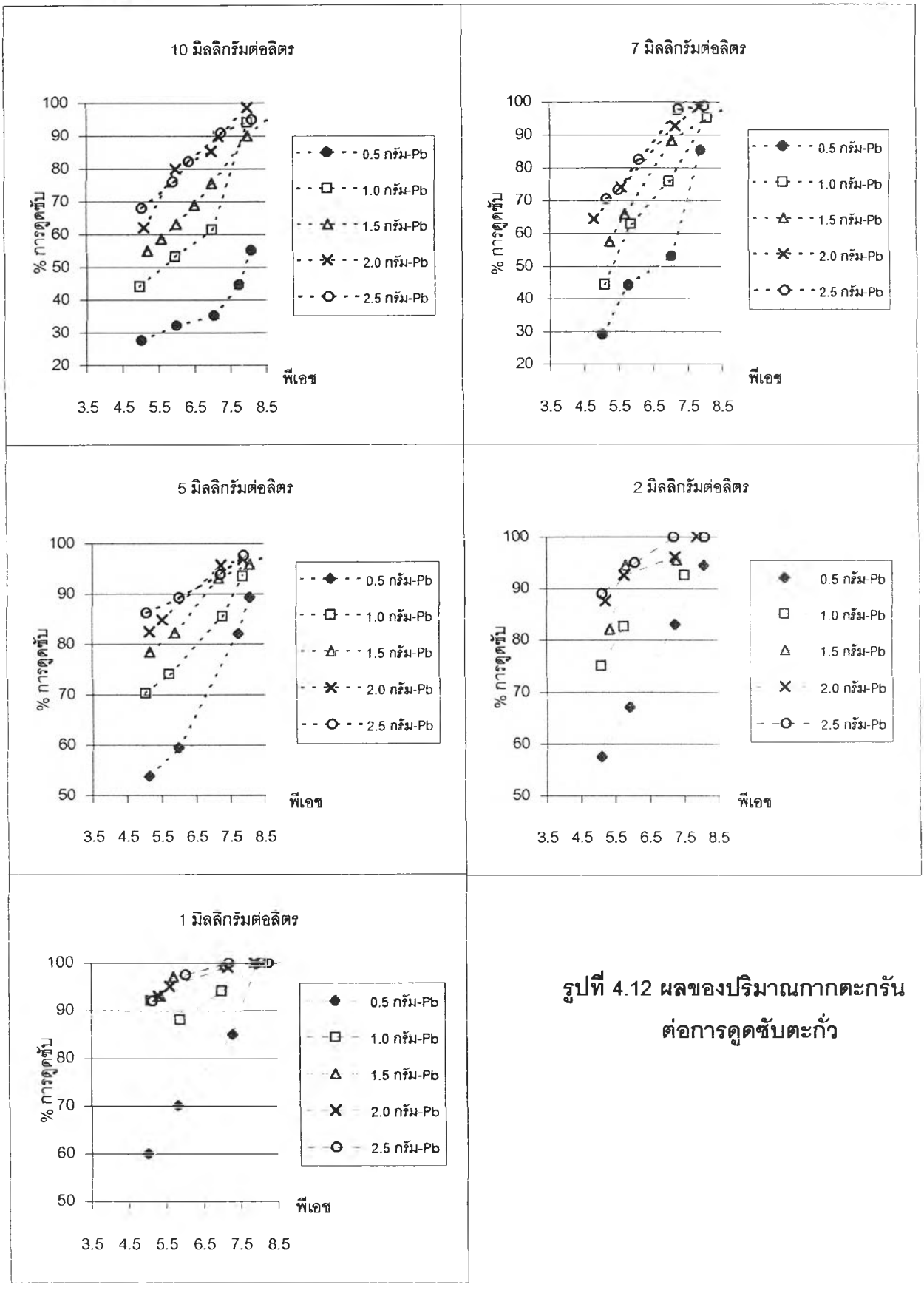


รูปที่ 4.11 แสดงผลกระทบของพีเอชต่อการดูดซับซีเลเนียม

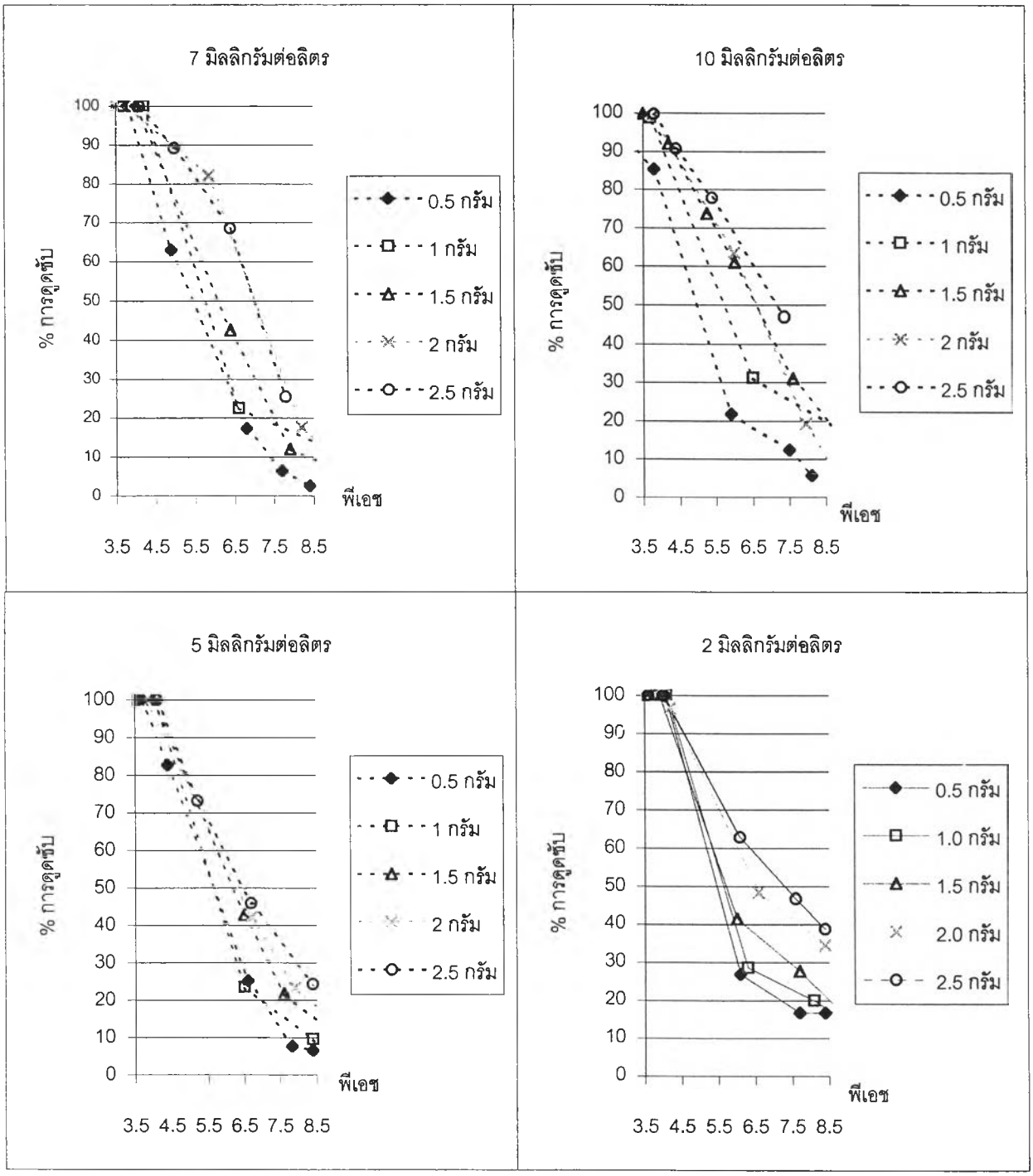
จากรูปที่ 4.11 แสดงผลกระทบของพีเอชต่อการดูดซับซีเลเนียม โดยแกน X คือ ค่าแกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ปริมาณกากตะกรัน 1.5, 2.0 และ 2.5 กรัม ที่พีเอช 5, 6, 7 และ 8 พบว่า เมื่อพีเอชสูงขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับมีแนวโน้มลดลง ตรงข้ามกับตะกั่ว โดยเห็นได้จากที่พีเอช 4 (วงกลม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 99%,ที่พีเอช 5 (กากบาท) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 80%, ที่พีเอช 6 (สี่เหลี่ยม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 60% และที่พีเอช 7.6 (สามเหลี่ยม) ข้อมูลโดยเฉลี่ยจะเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับประมาณ 45% โดยเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านๆมา คือ เมื่อพีเอชสูงขึ้นการดูดซับซีเลเนียมจะลดลง (Neal และคณะ, 1987; Neal และคณะ, 1988; Pengchu และ Sparks,1990; Scott และ Morgan, 1996; Wen-Hui Kuan, 1997)

4.4 ผลการทดลองที่ 4

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของปริมาณกากตะกรัน ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน



รูปที่ 4.12 ผลของปริมาณกากตะกรันต่อการดูดซับตะกั่ว



รูปที่ 4.13 ผลของปริมาณกากตะกรัน ต่อการดูดซับซีเลเนียม

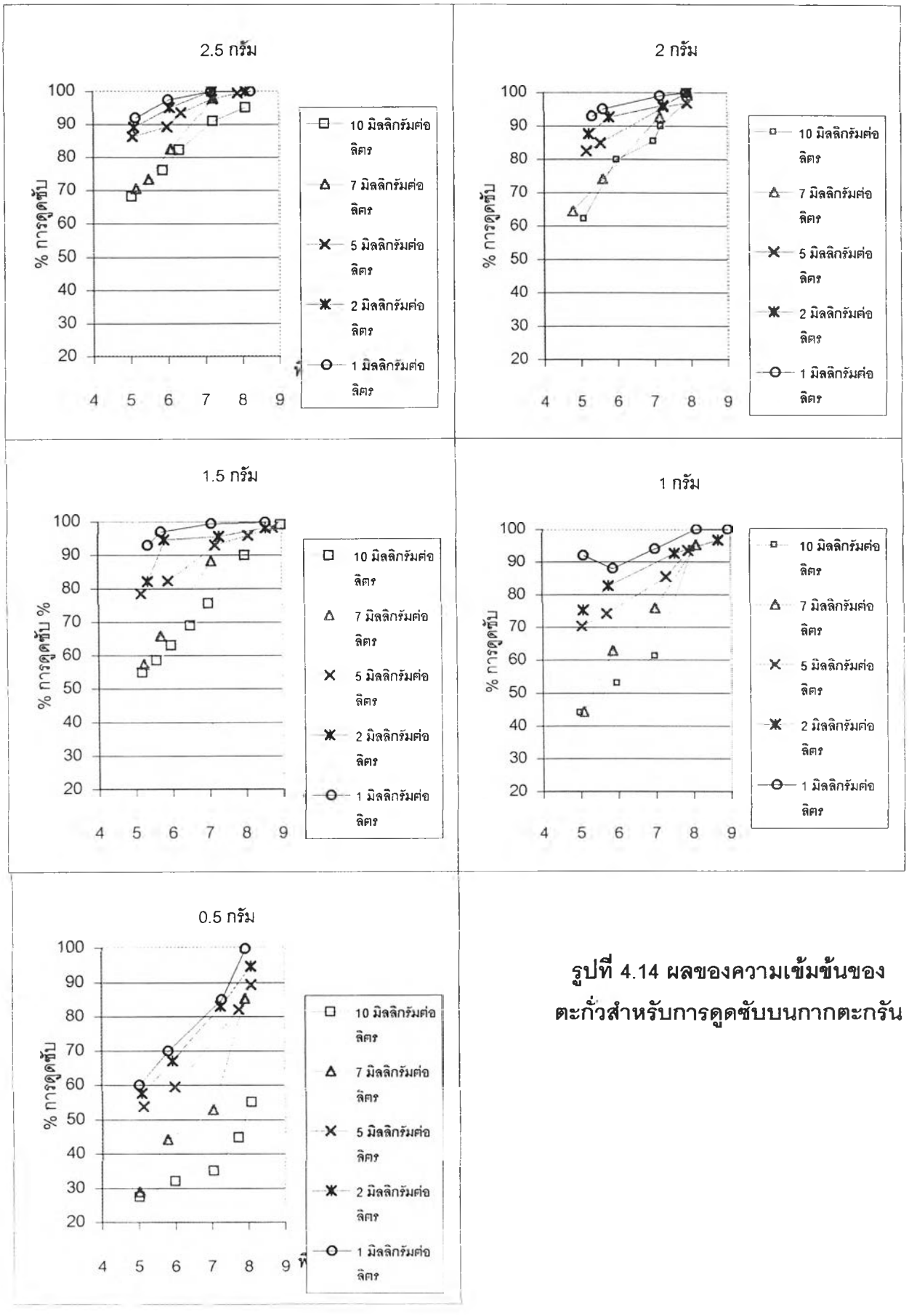
จากรูปที่ 4.12 แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการดูดซับตะกั่ว โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ปริมาณกากตะกรัน 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 กรัม พบว่า พีเอชเดียวกัน ปริมาณกากตะกรันน้อย จะมีเปอร์เซ็นต์ในการดูดซับได้น้อยกว่าปริมาณกากตะกรันมาก เช่น เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พีเอช 7 ปริมาณกากตะกรัน 0.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 35%,ปริมาณกากตะกรัน 1.0 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 60%,ปริมาณกากตะกรัน 1.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 76%, ปริมาณกากตะกรัน 2.0 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 85%,และปริมาณกากตะกรัน 2.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 88%

จากรูปที่ 4.13 แสดงผลของปริมาณกากตะกรันต่อการดูดซับซีเลเนียม โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ปริมาณกากตะกรัน 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 กรัม พบว่าผลโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเหมือนตะกั่ว คือที่พีเอชเดียวกัน ปริมาณกากตะกรันน้อย จะมีเปอร์เซ็นต์ในการดูดซับได้น้อยกว่าปริมาณกากตะกรันมาก เช่น เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พีเอช 7.5 ปริมาณกากตะกรัน 0.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 17%,ปริมาณกากตะกรัน 1.0 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 22%,ปริมาณกากตะกรัน 1.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 26%, ปริมาณกากตะกรัน 2.0 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 40%,และปริมาณกากตะกรัน 2.5 กรัม เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 47%

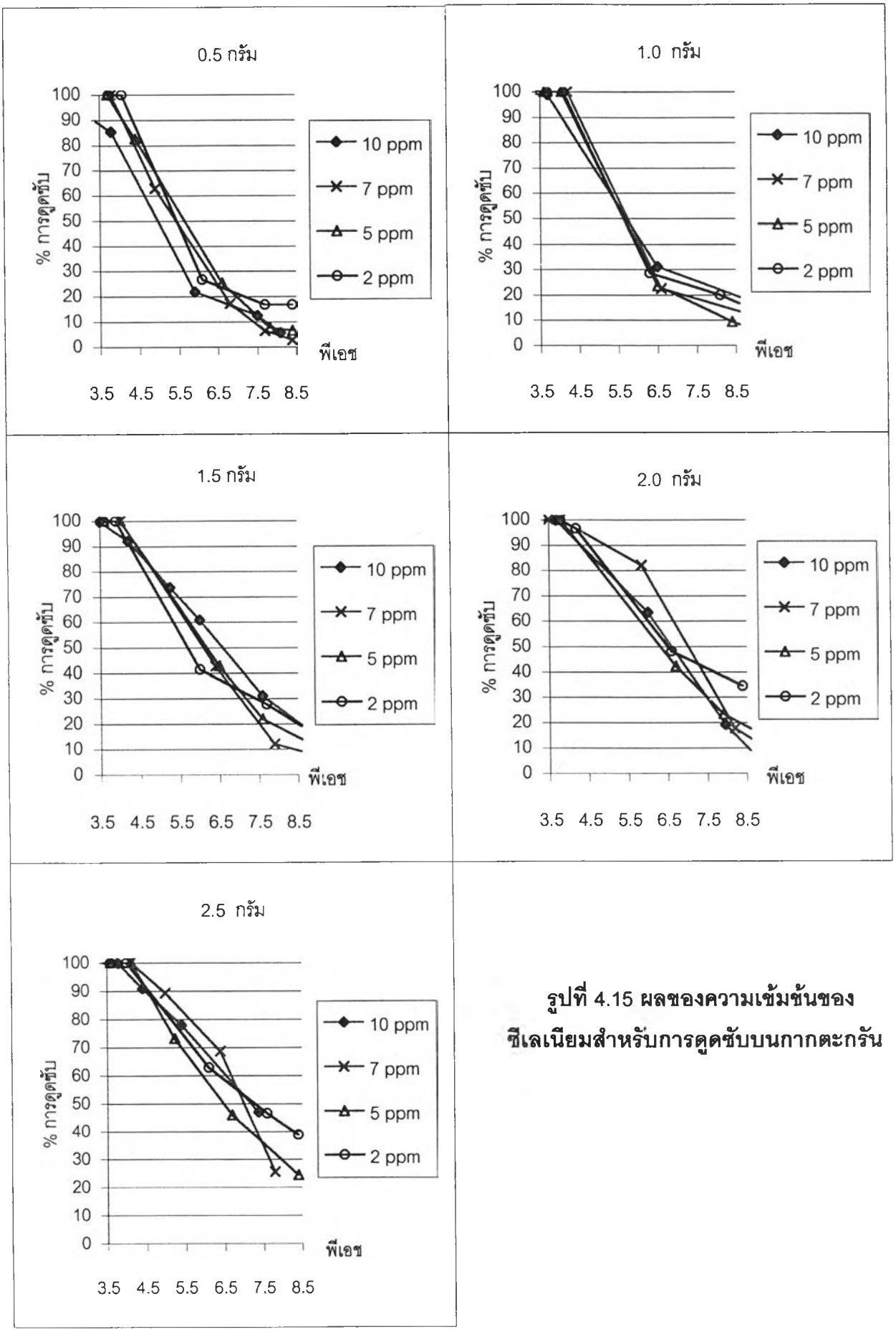
ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านๆมา คือ ปริมาณกากตะกรันหรืออีกนัยหนึ่งคือปริมาณพื้นผิวของตัวดูดซับ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเลือกตัวดูดซับในปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากในทางปฏิบัติตามโรงงานหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ อาจต้องใช้ตัวดูดซับที่มีราคาแพง หากเราใช้ปริมาณตัวดูดซับมากเกินความจำเป็นนั่นหมายถึง เงินทุนที่โรงงานต่างต้องเสียไป (Lopez และคณะ, 1995; Wen-Hui Kuan, 1997)

4.5 ผลการทดลองที่ 5

การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของความเข้มข้นของตะกั่วและซีเลเนียมเริ่มต้นสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน



รูปที่ 4.14 ผลของความเข้มข้นของตะกั่วสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน



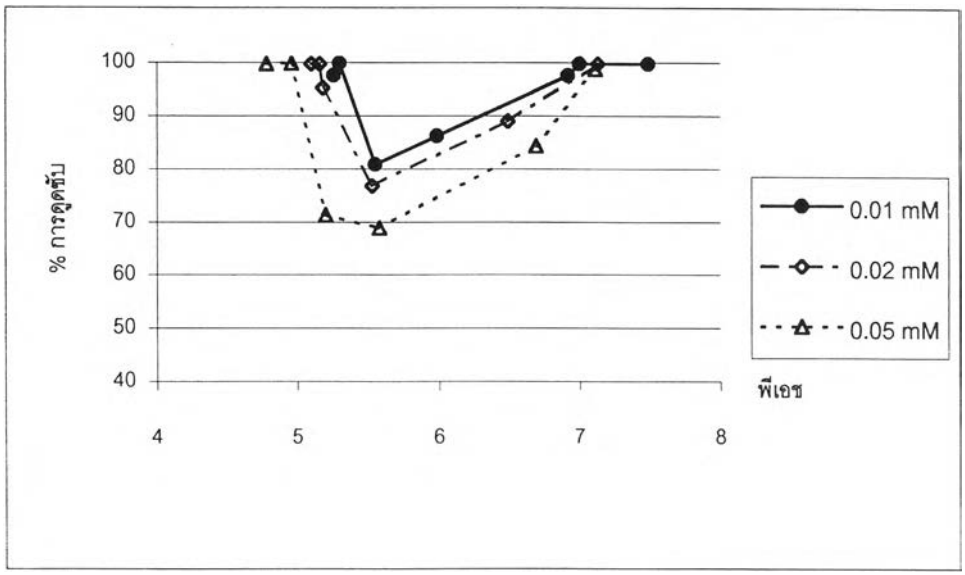
รูปที่ 4.15 ผลของความเข้มข้นของซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน

จากรูปที่ 4.14 แสดงผลของความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับตะกั่ว โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 1, 2, 5, 7 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่พีเอชเดียวกันและปริมาณกากตะกรันเท่ากัน ความเข้มข้นเริ่มต้นต่ำกว่า จะมีเปอร์เซ็นต์การดูดซับดีกว่า เช่น ที่พีเอช 6 ปริมาณกากตะกรัน 0.5 กรัม เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การดูดซับ มีค่าเพียง ประมาณ 32%, เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น ประมาณ 45%, เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น ประมาณ 60%, เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น ประมาณ 68% และเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 73% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านๆมา คือ ปริมาณกากตะกรันหรืออีกนัยหนึ่งคือปริมาณพื้นผิวของตัวดูดซับ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเลือกตัวดูดซับในปริมาณที่เหมาะสม (Patterson, 1985) เนื่องจากในทางปฏิบัติตามโรงงานหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ ต้องใช้ตัวดูดซับที่มีราคาแพง หากเราใช้ปริมาณตัวดูดซับมากเกินความจำเป็นนั่นหมายถึง เงินทุนที่ต้องเสียไป

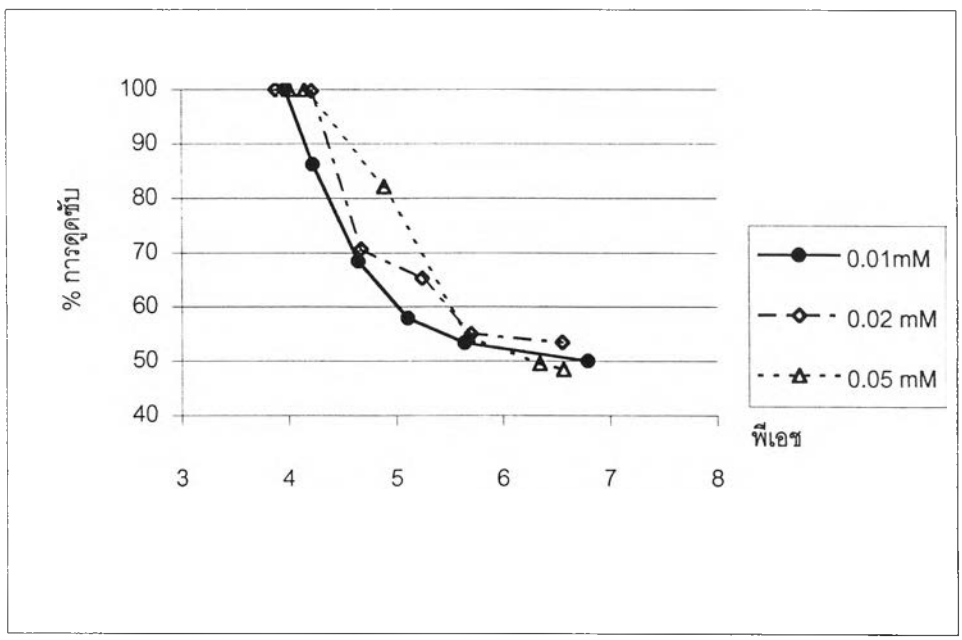
จากรูปที่ 4.15 แสดงผลของความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับซีเลเนียม โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 2, 5, 7 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผลการทดลองส่วนใหญ่ มีแนวโน้มไม่แน่นอน ผลจากความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับซีเลเนียม เห็นไม่ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับตะกั่ว ซึ่งอาจเกิดจากค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกันน้อยไป หรืออาจเกิดจากขั้นตอนการวัดโลหะหนักด้วยเครื่อง AA ซึ่งอาจมีค่าความความเคลื่อนของเครื่องที่ความเข้มข้นต่ำ ซึ่งเป็นเหตุผลทางเทคนิคของแต่ละเครื่อง หรือพีเอชมีผลต่อการดูดซับของซีเลเนียมมากกว่าจนเกือบจะไม่เห็นผลของความเข้มข้นเริ่มต้น

4.6 ผลการทดลองที่ 6

การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของความแรงไอออน ต่อการดูดซับตะกั่วและซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน ในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่วหรือซีเลเนียมเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 4.16 ผลของความแรงไอออน ต่อการดูดซับตะกั่ว



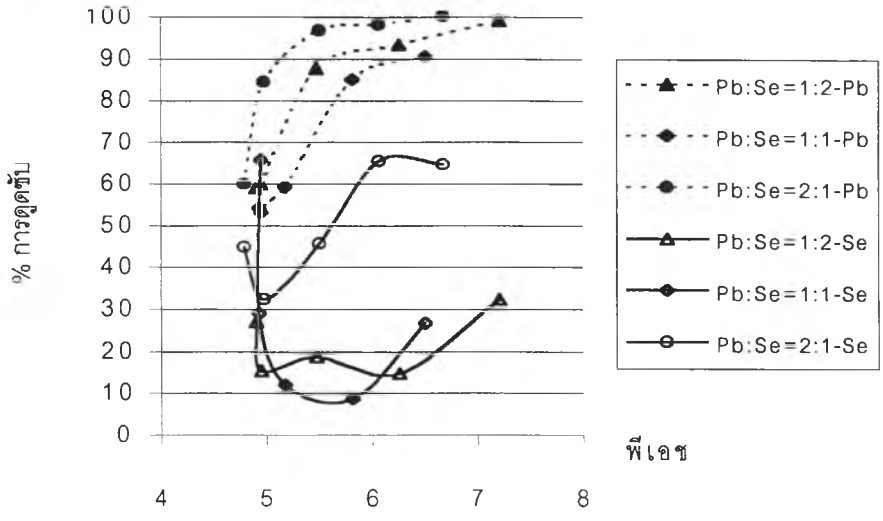
รูปที่ 4.17 ผลของความแรงไอออน ต่อการดูดซับซีเลเนียม

จากรูปที่ 4.16 ผลของความแรงไอออนต่อการดูดซับตะกั่วสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ พบว่า เมื่อระบบมี Ionic Strength เพิ่มขึ้น จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับลดลง แต่เนื่องจากมีค่าความแตกต่างกันประมาณ 6-7% เช่น พีเอช 6 เมื่อความแรงไอออน = 0.01 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 87%, ความแรงไอออน = 0.02 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 83% และ ความแรงไอออน = 0.05 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 75% ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านๆมา คือ เมื่อมีประจุบวกเข้ามารบกวนในระบบ แต่เนื่องจากตะกั่วในระบบมีประจุบวก Pb^{2+} เช่นเดียวกัน มีผลทำให้มีการดูดซับที่ลดลง เพราะทำให้บริเวณผิวของวัสดุดูดซับมีค่า net positive surface charge เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากตะกั่วมีการสร้างพันธะแบบแข็งแรงและเป็นแบบ inner – sphere surface complexes จึงทำให้มีผลต่อการดูดซับตะกั่วบ้าง แต่เมื่อเทียบกับความแรงไอออนที่เพิ่มขึ้นถึง 5 เท่า (0.01 – 0.05 mM) จะเห็นว่ามีผลเพียงเล็กน้อย (Stumm, 1992)

จากรูปที่ 4.17 ผลของความแรงไอออนต่อการดูดซับซีเลเนียมสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน โดยแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ พบว่า มีผลตรงข้ามกับตะกั่ว คือเมื่อระบบมีความแรงไอออนเพิ่มขึ้นจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับเพิ่มขึ้น ประมาณ 5-6% เช่น พีเอช 5 เมื่อความแรงไอออน = 0.01 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 58%, ความแรงไอออน = 0.02 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 67% และ ความแรงไอออน = 0.05 mM เปอร์เซ็นต์การดูดซับมีค่าประมาณ 73% ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านๆมาคือ เมื่อมีประจุบวกเข้ามารบกวนในระบบ แต่เนื่องจากซีเลเนียมในระบบมีประจุลบ $HSeO_3^-$, SeO_3^{2-} จึงทำให้มีการดูดซับลดลง เพราะทำให้บริเวณผิวของวัสดุดูดซับมีค่า net positive surface charge ลดลง แต่เนื่องจากซีเลเนียมมีการสร้างพันธะแบบแข็งแรงและเป็นแบบ inner – sphere surface complexes จึงทำให้มีผลต่อการดูดซับซีเลเนียมบ้าง แต่เมื่อเทียบกับความแรงไอออนที่เพิ่มขึ้นถึง 5 เท่า (0.01 – 0.05 mM) จะเห็นว่ามีผลเพียงเล็กน้อย (Neal และคณะ, 1987; Neal และคณะ, 1988; Pengchu และ Sparks,1990; Wen-Hui Kuan, 1997)

4.7 ผลการทดลองที่ 7

การทดลองที่ 7 การศึกษาผลของการดูดซับตะกั่วต่อซีเลเนียมและซีเลเนียมต่อตะกั่วสำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน ในน้ำเสียสังเคราะห์



รูปที่ 4.18 แสดงผลของการดูดซับตะกั่วต่อซีเลเนียมและซีเลเนียมต่อตะกั่วในสัดส่วน 1:1, 1:2 และ 2:1 (โดยมิลลิกรัมต่อลิตร) สำหรับการดูดซับบนกากตะกรัน

จากรูปที่ 4.18 ผลของการดูดซับตะกั่วต่อซีเลเนียมและซีเลเนียมต่อตะกั่วในสัดส่วน 1:1, 1:2 และ 2:1 (โดยมิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีแกน X คือ ค่าพีเอช แกน Y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับ พบว่าสามารถเปรียบเทียบการดูดซับของตะกั่ว (เส้นประ) เมื่อมีสัดส่วนตะกั่วต่อซีเลเนียม 1:1 (รูปสี่เหลี่ยม) กับ 1:2 (รูปสามเหลี่ยม) หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อระบบมีปริมาณซีเลเนียมเพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของตะกั่วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่พีเอช 6 ประมาณ 4% เมื่อสัดส่วนตะกั่วต่อซีเลเนียม 1:1 (รูปสี่เหลี่ยม) เทียบกับ สัดส่วน 2:1 (รูปวงกลม) หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อระบบมีปริมาณตะกั่วเพิ่มขึ้น จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของตะกั่วเพิ่มขึ้น ที่พีเอช 6 ประมาณ 10%

การเปรียบเทียบการดูดซับของซีเลเนียม (เส้นทึบ) เมื่อมีสัดส่วนตะกั่วต่อซีเลเนียม 1:1 (รูปสี่เหลี่ยม), 1:2 (รูปสามเหลี่ยม) และ 2:1 (รูปวงกลม) จะพบว่า หากนำผลการทดลองการดูดซับซีเลเนียมอย่างเดียวโดยไม่มีตะกั่วในระบบมาเปรียบเทียบจะเห็นว่า ที่พีเอชสูง เมื่อระบบไม่มีตะกั่ว ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของซีเลเนียมจะมีค่าต่ำ แต่เมื่อระบบมีตะกั่ว จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของซีเลเนียมเพิ่มขึ้นในทุกสัดส่วน แต่ไม่มีแนวโน้มในสัดส่วนที่แน่นอน

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อระบบมีปริมาณตะกั่วหรือซีเลเนียมเพิ่มขึ้นต่างก็ช่วยเสริมให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของกันดีขึ้น