บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแพร่กระจายสารหนูในสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นหลายทาง โดยทางธรรมชาติเกิดจากการสึกกร่อนของพื้นผิวโลกและก๊าซภูเขาไฟ ทางด้านเกษตรกรรมใช้สารหนูเป็นสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ทางด้านอุตสาหกรรมใช้สารหนูเป็นโลหะอัลลอยด์เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อน ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วและเซรามิค อุตสาหกรรมฟอกหนังเพื่อรักษาสภาพหนัง อุตสาหกรรมยารักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ ทำให้สารหนูมีการปนเปื้อนในดิน แหล่งน้ำ ในตะกอน และน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ในแหล่งน้ำจะพบสารหนูในรูปสารประกอบอนินทรีย์ โดยในน้ำที่มีออกซิเจนมักพบสารหนูในรูปของอาร์ซิเนต [As(V)] ส่วนในภาวะที่มีออกซิเจนน้อย เช่น ในบ่อน้ำบาดาลมักพบสารหนูในรูปของอาร์ซิไนต์ [As(III)] อัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างอาร์ซิเนตและอาร์ซิไนต์ไม่ค่อยพบในสิ่งแวดล้อม (Marc, 1994) ค่าพีเอชมีผลต่อประเภทของอาร์ซิเนตโดยอยู่ในรูปของ H_3AsO_4, $H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^{2-}$ และ AsO_4^{3-}ในช่วงพีเอช < 2, 3-6, 8-10 และ > 12 ตามลำดับ (Lackovic, 2000 ; Namasivayam, 1998 และ Raven, 1998)

การกำจัดสารหนูในน้ำเสียมีความสำคัญ เนื่องจากสารหนูเป็นสารที่ความเป็นพิษทั้งออกฤทธิ์แบบเฉียบพลันและมีพิษเรื้อรัง เมื่อสัมผัสสารหนูจะก่อให้เกิดอาการระคายเคืองตรงบริเวณที่สัมผัส เกิดเป็นตุ่มแข็งใสพองซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง ถ้าสารหนูเข้าสู่ระบบการไหลเวียนโลหิตจะก่อให้เกิดอาการเบื่ออาหาร โลหิตจาง เกิดเป็นมะเร็งในตับและไตได้ วิธีที่นิยมใช้ในการกำจัดสารหนู และโลหะหนักชนิดอื่นๆในน้ำเสียมีหลายวิธี อาทิ วิธีดูดซับร่วมกับการตกตะกอน (Adsorption-Coprecipitation) การดูดซับด้วยแอคติเวตเตดอลูมินา (Activated alumina) หรือแอคติเวตเตดคาร์บอน (Activated carbon) วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) และ วิธี Reverse Osmosis (Joshi และ Chaudhuri, 1996) นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม มาใช้กำจัดโลหะหนักในน้ำเสียเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสารตัวกลางที่ใช้เป็นตัวดูดซับ (sorbent) ได้รับการปรับปรุงให้มีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักได้ อีกทั้งมีราคาถูก สามารถหาได้ง่าย เช่น ไคโตแซน ไคติน เถ้าลอย หางแร่

ดินเหนียว เปลือกข้าวและอื่นๆ โดยประสิทธิภาพในการดูดซับขึ้นกับ พีเอช ชนิดของโลหะ ปริมาณของโลหะ ขนาดอนุภาค และการแข่งขันในการดูดซับกับไอออนอื่นๆที่อยู่ในน้ำ (Bailey *et al.*, 1999)

ไคโตแซนเป็นอนุพันธ์ของไคติน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีมากในธรรมชาติเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส พบมากในส่วนประกอบเปลือกแข็งของสัตว์จำพวกแมลงและสัตว์ทะเล เช่น กุ้ง ปู และแกนหมึก นอกจากนี้ยังพบในผนังเซลของเห็ดรา (Bassi , Prasher และ Simpson, 2000 และ Shigehiro, 1999) ไคตินมีชื่อทางเคมีว่า พอลิ-เบต้า(1,4)-2-อะซิตามิโด-2-ดีออกซี-ดี-กลูโคส (poly-β (1,4)-2-acetamido-2-deoxy-D-glucose) มีสูตรทั่วไปคือ $(C_8H_{13}NO_5)_n$ เมื่อนำไคตินมากำจัดหมู่อะซิติล (Deacetylation) ด้วยด่างเข้มข้น เป็นผลให้โครงสร้างทางเคมีของไคตินเปลี่ยนไปโดยหมู่อะซิตามิโด ($-NHCOCH_3$) ถูกเปลี่ยนเป็นหมู่อะมิโนอิสระ ($-NH_2$) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ทำให้ได้ไคโตแซนซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า พอลิ-เบต้า(1,4)-2-อะมิโน-2-ดีออกซี-ดี-กลูโคส (poly-β (1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose) มีสูตรทั่วไปคือ $(C_6H_{11}NO_4)_n$ ซึ่งสามารถละลายได้ในสารละลายกรดอินทรีย์เจือจางหลายชนิด (Bassi *et al.*, 2000)

โดยทั่วไปไคโตแซนที่เตรียมในทางการค้ามีปริมาณการกำจัดหมู่อะซิติล 75-95 % ทำให้ไคโตแซนมีคุณสมบัติเป็นสารพอลิเมอร์ผสมของ ดี-กลูโคซามีน (D-glucosamine) และมี เอน-อะซิติว-ดี-กลูโคซามีน (*N*-acetyl-D-glucosamine) ประกอบอยู่เล็กน้อย ในขณะที่ไคตินเป็นสารพอลิเมอร์ผสมของ เอน-อะซิติว-ดี-กลูโคซามีน และมี ดี-กลูโคซามีน ประกอบอยู่เล็กน้อย ดังนั้นความสามารถในการดูดซับไอออนโลหะของไคโตแซนจึงมากกว่าไคติน เนื่องจากมีหมู่อะมิโนอยู่เป็นจำนวนมาก (Wan Ngah, 1999) ไคโตแซนและไคตินมีสมบัติเฉพาะหลายประการ อาทิ เป็นวัสดุทางชีวภาพ (biomaterials) สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (biodegradable) มีสมบัติด้านการชอบน้ำ (hydrophilicity) ต้านทานแบคทีเรีย (antibacterial) ไม่มีความเป็นพิษ (nontoxic) ดังนั้นจึงปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์และไม่เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

การนำไคโตแซนมาใช้ในการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในน้ำ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยนำไคโตแซนมาทำให้อยู่ในรูปเม็ดกลมเล็กๆ(beads) ซึ่งมีวิธีการเตรียมไม่ยุ่งยากและสะดวกในการนำไปใช้บำบัดน้ำ (Rorrer, Hsien และ Way, 1993) ทั้งงานวิจัยต่างๆได้นำไคโตแซนและอนุพันธ์ของไคโตแซนมาใช้ในการกำจัดโลหะหนัก ซึ่งพบว่า ไคโตแซนมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักได้หลายชนิด อาทิ แคดเมียม ทองแดง โครเมียม ตะกั่ว ปรอท ทอง สังกะสี เงิน วานาเดียม นิกเกิล สารหนู และ โมลิบดินัม เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาสมบัติของไคโตแซนแบบเม็ดต่อความสามารถในการดูดซับสารหนู
2. ศึกษาเวลาสัมผัส พีเอช ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารหนูในรูปอาร์ซิเนต [As(V)] และปริมาณไคโตแซนที่เหมาะสมในการดูดซับ
3. ศึกษากลไกการดูดซับสารหนูเมื่อมีอิทธิพลของ ionic strength และแอนไอออนอื่น (SO_4^{2-}) มาเกี่ยวข้อง

1.3 ขั้นตอนการวิจัย

1. เตรียมไคโตแซนให้อยู่ในรูปแบบเม็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ
2. ศึกษาภาวะและกลไกที่เหมาะสมในการใช้ไคโตแซนดูดซับสารหนูในรูปอาร์ซิเนต [As(V)]
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับของไคโตแซนแบบเม็ดระหว่างน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียที่มีสารหนูปนเปื้อน
4. ศึกษาวิธีการกำจัดไคโตแซนที่ใช้งานแล้ว โดยวิธี Leaching test

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสารหนูในรูปอาร์ซิเนต [As(V)] ด้วยวิธีการดูดซับโดยใช้ไคโตแซนแบบเม็ด
2. ได้แนวทางนำไปประยุกต์ใช้กำจัดสารหนูที่มีปริมาณน้อยในแหล่งน้ำ