การใช้ซีโอไลต์ร่วมกับทรายไม่คัดขนาดในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

Using Zeolite and Ungraded Sand to Remove Ammonia Nitrogen From Swine Wastewater

อารักษ์ ดำรงสัตย์ (Arrak Damrongsat)[1]
กาญนิถา ครองธรรมชาติ (Kannitha Krongthamchat)[2]*
สมชาย ดารารัตน์ (Somchai Dararat)[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี โดยใช้คอลัมน์ จำนวน 5 คอลัมน์ที่มีความยาวของคอลัมน์ 100 เซนติเมตร โดยคอลัมน์ที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีสัดส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์ ดังนี้ 0:80, 30:50, 40:40, 50:30 และ 80:0 เซนติเมตรตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมของซีโอไลต์ที่สามารถกำจัดแอมโมเนียในน้ำเสียสังเคราะห์มีค่าเท่ากับ 6.0 จากการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนโดยใช้แบบจำลองแบบต่อเนื่อง โดยใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีทั้งใช้น้ำเสียที่ไม่มีการปรับพีเอช (พีเอชเท่ากับ 7.4) และมีการปรับพีเอชน้ำเสียให้มีค่าที่เหมาะสมในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน (พีเอชเท่ากับ 6.0) โดยอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านคอลัมน์เท่ากับ 5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บตัวอย่างเมื่อปริมาตรน้ำเสียผ่านคอลัมน์ทุก 250 มิลลิลิตร ผลการทดลองพบว่า น้ำเสียที่มีการปรับพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 6.0 จะให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้ปรับค่าพีเอช โดยที่คอลัมน์ที่บรรจุทรายไม่คัดขนาดต่อ ซีโอไลต์ เท่ากับ 0:80 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดเฉลี่ยสูงกว่าทุกคอลัมน์ โดยมีค่า 74.04 % นอกจากนี้พบว่าปริมาณน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ช่วง 250 เซนติเมตรแรก มีประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าทุกช่วงปริมาตร

Abstract

The purpose of this research was to study the ammonia nitrogen removal efficiency from effluent UASB of swine wastewater. Five cylindrical acrylic columns with inside diameter of 2.5 cm. and 100 cm. height were constructed as the reactors. The ungraded sand was mixed with zeolite at various ratios for this experiment. The ratio of the ungraded sand and zeolite in columns 1, 2, 3, 4 and 5 were 0:80, 30:50, 40:40, 50:30 and 80:0, respectively. The experiment was divided into 2 steps. The first step was to use the synthetic wastewater to investigate the optimum pH for removing ammonia nitrogen. It was found that the best efficiency of ammonia nitrogen reduction was at pH 6.0. The swine wastewater from UASB was collected to study in the second step. Two sets of experiments were conducted in the continuous flow columns. The pH of wastewater was adjusted to 6.0 in the experimental set 1 while the experimental set 2 was designed at actual pH (pH = 7.4). The flow rate was set at 5 ml./min. Every 250 ml. of the wastewater which passed through the column was collected to examine the concentration of ammonia nitrogen. The results indicate that the adjusted pH wastewater had higher ammonia nitrogen removal efficiency than that without pH adjustment. The highest ammonia nitrogen removal efficiency was found in column 1, ungraded sand and zeolite at the ratio 0:80. The highest nitrogen removal efficiency was 74.04% when the first 250 ml volume of wastewater passed through the column.

คำสำคัญ: ซีโอไลต์ น้ำเสียจากฟาร์มสุกร แอมโมเนียไนโตรเจน

Keywords: zeolite, swine wastewater, ammonia nitrogen

[1]*พยาบาลวิชาชีพ 5 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี*
[2]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[3]*นักวิชาการระดับ 9 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*
**corresponding author, e-mail: kkanni@kku.ac.th*

บทนำ

ปัจจุบันกิจการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งคุณภาพและผลผลิตที่ได้สูง ทำให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงมีการเพิ่มจำนวนและขยายฟาร์มเลี้ยงสัตว์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกิดตามมา ได้แก่ ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากมูลสัตว์และของเสียต่าง ๆ หากการกำจัดของเสียที่มีปริมาณมากเหล่านี้ไม่ถูกต้องและเหมาะสม จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษภายในฟาร์มและชุมชนใกล้เคียงเป็นอย่างมากในเรื่องกลิ่น แมลงวัน และน้ำเสีย นอกจากนี้ มูลสัตว์ประกอบด้วยสารอาหารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ สารประกอบไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เมื่อน้ำเสียที่มีองค์ประกอบไนโตรเจนสูงไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้ไนโตรเจนในแหล่งน้ำมากเกินไป ส่งผลให้สาหร่ายมีสีเขียวเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เรียกว่าปรากฏการณ์แอลจีหรือสาหร่ายสะพรั่ง (Algae Bloom) และเมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตาย จะไปเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะต้องใช้ออกซิเจนมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนและทำให้น้ำเน่าเสีย นอกจากนี้ยังพบว่า แอมโมเนียซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของไนโตรเจนแม้ว่าในระดับความเข้มข้นน้อยมากก็อาจเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำ หรือมีผลต่อการเจริญเติบโตต่อสัตว์น้ำได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะตามธรรมชาติในระดับที่ไม่ก่อปัญหาต่อแหล่งน้ำ

การกำจัดของเสียที่เหมาะสมสำหรับใช้แก้ปัญหามลพิษจากของเสียที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะฟาร์มเลี้ยงสุกร เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้บ่อหมักแบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blank) เป็นต้น ระบบนี้มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของเสียจากฟาร์มสุกรได้เป็นอย่างดี โดยพิจารณาจากค่าบีโอดีและซีโอดี แต่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักยูเอเอสบีจะทำให้ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3–N) และ TKN (Total Kjeldalh Nitroegn) มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลการการย่อยสลายโปรตีนในน้ำเสียจะได้แอมโมเนียออกมา จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักยูเอเอสบี มักมีสารประกอบไนโตรเจนสูง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่เหลือค้างอยู่ในน้ำทิ้งให้มีปริมาณน้อยที่สุดเท่าจะทำได้จากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดก่อนที่จะมีการระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป เพื่อเป็นการลดปัญหามลพิษ อันเนื่องมาจากสารประกอบไนโตรเจนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ซีโอไลต์เป็นสารชนิดหนึ่งที่นักวิจัยให้ความสนใจ เนื่องจากสารดังกล่าวมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ นอกจากนี้ยังพบว่า ซีโอไลต์มีความสามารถในการเลือกจับแอมโมเนียไอออนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบไนโตรเจนออกจากน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร โดยการนำเอาทรายไม่คัดขนาดหรือทรายก่อสร้าง ซึ่งเป็นวัสดุที่ราคาถูกหาได้ง่ายในท้องถิ่น การบำรุงรักษาน้อย และไม่ต้องการเทคโนโลยีที่สูงมากนักเข้ามาร่วมกับซีโอไลต์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจากน้ำเสียฟาร์มสุกร

วิธีการศึกษา

การเตรียมซีโอไลต์และทรายไม่คัดขนาด

ซีโอไลต์ที่นำมาทดลองเป็นซีโอไลต์ธรรมชาติประเภท Clinoptiolite นำทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ล้างด้วยน้ำ deionized หลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100^{o} ซ

แบบจำลองของการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ระบบจำลองของการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Column Test) จำนวน 5 คอลัมน์ แบบจำลองสร้างจากอะคริลิกใสทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร เพื่อบรรจุทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ให้ได้ความสูง 80 เซนติเมตร ทำการทดลองแบบต่อเนื่องเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพใน

การกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ โดยอัตราส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์ดังตารางที่ 1

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมี 2 ประเภท ได้แก่ น้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงจากฟาร์มสุกร โดยน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองหาค่าพีเอชที่เหมาะสมและหาประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน โดยระบบจำลองแบบต่อเนื่องมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำเสียจริงเก็บจากฟาร์มสุกรแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐมที่ผ่านระบบบำบัดแบบยูเอเอสบีมาแล้ว ลักษณะของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลองนี้แสดงดังตารางที่ 2

การหาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน

การหาพีเอชที่เหมาะสมทำการทดลองในจาร์เทสต์ โดยนำซีโอไลต์ที่บดละเอียดจำนวน 100 กรัม ผสมกับน้ำเสียสังเคราะห์ให้มีปริมาตร 1 ลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 1.5 ลิตร ปรับพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 และ 8.0 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดซัลฟุริก ทำการกวนด้วยความเร็ว 90 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำใสไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจน

ปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของปริมาตรของน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ น้ำเสียสังเคราะห์ และน้ำเสียจริงโดยที่น้ำเสียสังเคราะห์ปรับพีเอชให้ได้ค่าที่ทำให้ได้การกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงสุด สำหรับน้ำเสียจากฟาร์มสุกรทำการทดลองที่ค่าพีเอชของน้ำเสียจริง และปรับค่าพีเอชที่เหมาะสม โดยกำหนดอัตราการไหลของทั้งน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงเข้าสู่คอลัมน์เท่ากับ 5 มิลลิลิตรต่อนาที และเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนเมื่อปริมาตรน้ำผ่านคอลัมน์เท่ากับ 250; 500; 750; 1,000; 1,250; 1,500; 1,750 และ 2,000 มิลลิลิตร

สถิติในการวิเคราะห์

ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนนำเสนอในรูปร้อยละ ใช้สถิติแบบ Independent sample t-test วิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนเมื่อพีเอชในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน สถิติแบบ Two-way Analysis of Variances โดยวิธี Least Significant Different Test (ดำรง ทิพย์โยธา, 2543) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนจำแนกตามอัตราส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์ และปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การหาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน

จากการทดลองใช้ซีโอไลต์ในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีพีเอชที่แตกต่างกัน พบว่าที่พีเอช 6.0 ซีโอไลต์มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์ดีที่สุด และที่พีเอช 8.0 ซีโอไลต์มีความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้ต่ำสุดโดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 41.76 และ 33.17 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 ทั้งนี้อธิบายได้ว่าแอมโมเนียในรูปที่มีประจุและไม่มีประจุสามารถถูกกำจัดได้โดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออนที่พีเอชตั้งแต่ 7 ลงมา หากค่าพีเอชสูงกว่า 7 ปริมาณแอมโมเนียมอิออนจะเริ่มลดลงก็จะมีผลต่อการกำจัดแอมโมเนียมโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Koon และ Kaufman (1975) ที่พบว่าการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างแอมโมเนียและซีโอไลต์ประเภท Clinoptiolite จะมีประสิทธิภาพสูงที่พีเอชน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6

ผลของปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านคอลัมน์ และอัตราส่วนระหว่างทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน

ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์ของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในแต่ละคอลัมน์ (รูปที่ 2) จากผลการทดลองพบว่าคอลัมน์ที่ 1 บรรจุซีโอไลต์เพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนดีที่สุด และประสิทธิภาพของการกำจัดจะลดลงตามอัตราส่วนของซีโอไลต์ที่ลดลงด้วย สำหรับคอลัมน์ที่ 5 บรรจุทรายไม่คัดขนาดเพียงอย่างเดียวพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนมีเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าเมื่อน้ำเสียสังเคราะห์ไหลผ่านเข้าสู่คอลัมน์ในปริมาตรที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะลดลง

ผลของปริมาตรน้ำเสียจากฟาร์มสุกรและอัตราส่วนระหว่างทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน

การทดลองนี้ใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัดแบบยูเอเอสบี มาทำการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ

1. ทำการทดลองโดยการปรับพีเอชน้ำเสียให้เท่ากับ 6 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์

2. ทำการทดลองโดยใช้ค่าพีเอชตามลักษณะของน้ำเสียจริง คือ ค่าพีเอชเท่ากับ 7.4

ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในแต่ละคอลัมน์เมื่อทำการปรับพีเอชของน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีให้เท่ากับ 6.0 ซึ่งเป็นพีเอช ที่เหมาะสมในการแลกเปลี่ยนประจุของซีโอไลต์ (รูปที่ 3) พบว่าในคอลัมน์ที่ 1 ซึ่งบรรจุซีโอไลต์เท่ากับ 80 เซนติเมตรมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงที่สุด (ร้อยละ 74.04) ประสิทธิภาพของการกำจัดจะลดลงตามอัตราส่วนซีโอไลต์ที่ลดลง โดยที่คอลัมน์ที่ 5 ซึ่งเป็นคอลัมน์บรรจุทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์เท่ากับ 80:0 จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำที่สุด นอกจากนี้ในทุกคอลัมน์เมื่อน้ำเสียผ่านเข้าคอลัมน์มีปริมาตรที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะลดลงเช่นกัน

สำหรับผลการทดลองการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ที่ใช้น้ำเสียที่ผ่านระบบยูเอเอสบีโดยทำการทดลองที่พีเอชจริงของน้ำเสีย (พีเอช 7.4) ดังรูปที่ 4 พบว่าในคอลัมน์ที่ 1 ซึ่งบรรจุซีโอไลต์เท่ากับ 80 เซนติเมตรมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนดีที่สุด (ร้อยละ 74.04) ที่ปริมาตรน้ำเสีย 250 มิลลิลิตรและคอลัมน์ที่ 5 ซึ่งบรรจุทรายไม่คัดขนาดเพียงอย่างเดียวจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ พบว่าทุกคอลัมน์เมื่อน้ำเสียผ่านเข้าคอลัมน์มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดจะลดลงในลักษณะเดียวกัน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในแต่ละคอลัมน์เมื่อค่าพีเอชต่างกัน

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรในแต่ละคอลัมน์ เมื่อค่าพีเอชต่างกันโดยใช้สถิติแบบ Independent sample t-test เพื่อหาความแตกต่างของประสิทธิภาพเฉลี่ยการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจน พบว่าการปรับพีเอชของน้ำเสียตามค่าที่เหมาะสม (พีเอช 6) ให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าตัวอย่างน้ำเสียที่ไม่ได้ปรับค่าพีเอช (พีเอชน้ำเสียจริงเท่ากับ 7.4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p-value<0.05$)

การวิเคราะห์ความแตกต่างของประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจำแนกตามอัตราส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์และปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์

การวิเคราะห์ความแตกต่างของประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจำแนกตามอัตราส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์และปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์โดยสถิติแบบ

Two-Way Analysis of Variances โดยวิธี Least Significant Different Test (LSD) พบว่าอัตราส่วนของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์ในคอลัมน์ที่ 1 มีประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าทุกคอลัมน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิทยา เทียมสุข (2544) ที่พบว่าความสามารถในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะสูงขึ้นตามปริมาณซีโอไลต์ที่เพิ่มขึ้น

ปริมาตรของน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ในแต่ละช่วงปริมาตร พบว่าน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ในปริมาตร 250 มิลลิลิตร ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าทุกช่วงปริมาตรน้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์อย่างมีนัยสำคัญ (p-value<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับกับ Qasim (1999) ที่พบว่าเมื่อน้ำเสียผ่านชั้นของ Clinoptiolite ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของ Clinoptiolite กับแอมโมเนียจะมีค่าระหว่าง 0.14-0.38 meq/g เมื่อปริมาตรของน้ำไหลผ่านเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนจะลดลง เนื่องจากมีสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์เข้ามาแทนที่ในรูพรุนของซีโอไลต์มากขึ้น (พงศธร อุ่นจิตต์วรรธนะ, 2535)

สรุปผลการศึกษา

การใช้ซีโอไลต์ร่วมกับทรายไม่คัดขนาดในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบยูเอเอสบี จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ที่พีเอช 6.0 เป็นพีเอชที่เหมาะสมที่ทำให้ความสามารถของซีโอไลต์ในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้ดีที่สุด

2. ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำเสียสังเคราะห์ของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่าคอลัมน์ที่บรรจุซีโอไลต์อย่างเดียวจะมีประสิทธิภาพสูงสุดและประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะลดลงตามอัตราส่วนของซีโอไลต์ที่ลดลง

3. ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีแล้วของทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ ไม่ว่าปรับพีเอชของน้ำเสียให้เท่ากับ 6.0 ซึ่งเป็นพีเอชที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนหรือใช้น้ำเสียที่ไม่มีการปรับพีเอช พบว่าคอลัมน์ที่บรรจุซีโอไลต์เท่ากับ 80 เซนติเมตรมีประสิทธิภาพดีที่สุดและคอลัมน์ที่บรรจุทรายไม่คัดขนาดเพียงอย่างเดียวประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในคอลัมน์เดียวกันแต่ที่ พีเอชต่างกัน พบว่าการปรับพีเอชให้เท่ากับ 6 มีผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในแต่ละคอลัมน์ เมื่อปริมาตรน้ำเสียผ่านคอลัมน์ในแต่ละช่วงปริมาตร พบว่าเมื่อปริมาตรน้ำเสียผ่านคอลัมน์มากขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะลดลงในทุก ๆ คอลัมน์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทอิคาริ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนซีโอไลต์ตลอดจนงบประมาณบางส่วนในการจัดซื้อสารเคมีบางส่วนในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและวัสดุอุปกรณ์บางส่วนในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ดำรง ทิพย์โยธา. 2543. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS for Windows version 93.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์ธร อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2535. การใช้ซีโอไลต์ปรับปรุงน้ำเสียและของเสียจากฟาร์ม. **สุกรสาส์น** 18(72): 47-52.

วิทยา เทียมสุข. 2544. **การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยซีโอไลต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

Koon, J.H. and Kaufman, W.J. 1975. Ammonia removal from municipal wastewater by ion exchange. **WPCF.** 47: 448-465.

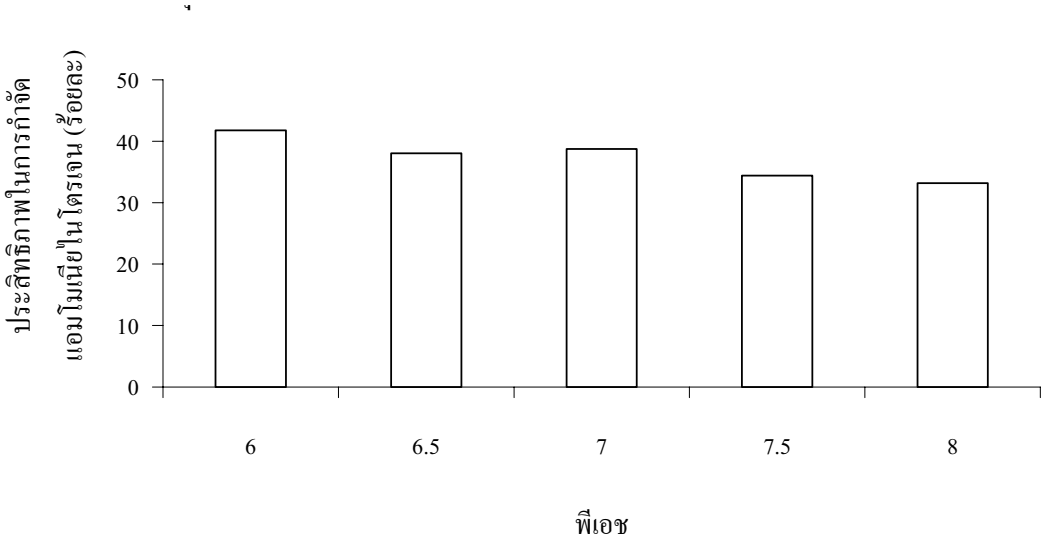
Qasim, S.R. 1999. **Wastewater treatment plants planning, design and operation.** 2nd ed. Lancaster : Technomic Pub.

ตารางที่ 1 ความสูงของทรายไม่คัดขนาดต่อซีโอไลต์

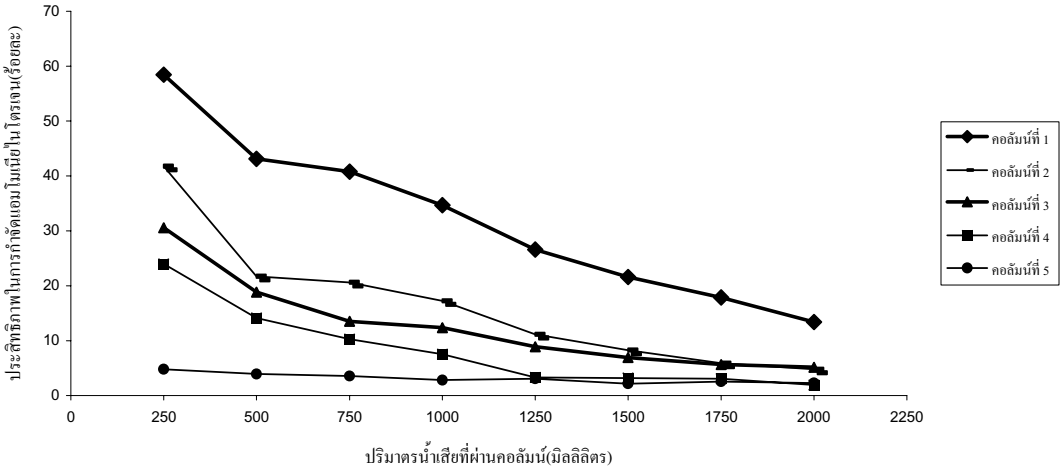
คอลัมน์ที่	ความสูง (เซนติเมตร)	
	ทรายไมคัดขนาด	ซีโอไลต์
1	0	80
2	30	50
3	40	40
4	50	30
5	80	0

ตารางที่ 2 ลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านระบบยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลอง

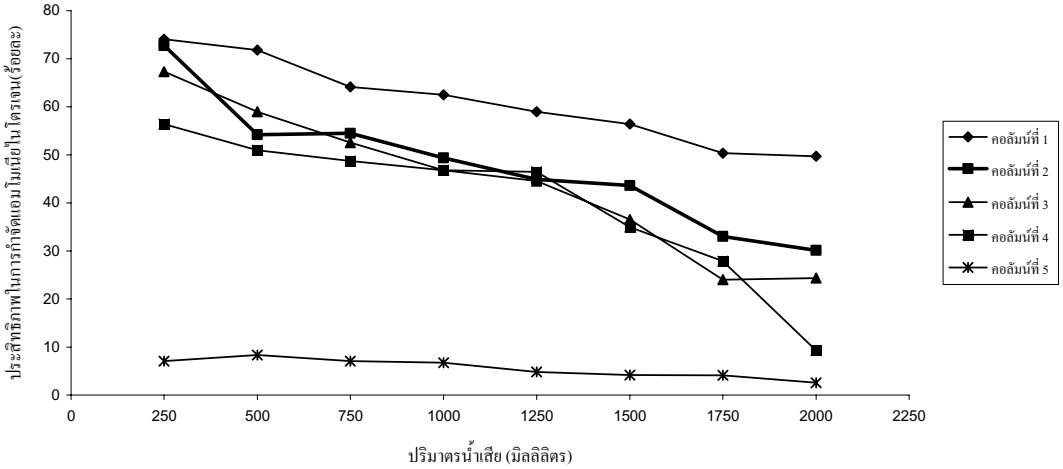
พารามิเตอร์	หน่วย	ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย
พีเอช		7.4
บีโอดี	มิลลิกรัม/ลิตร	173.33
เอสเอส	มิลลิกรัม/ลิตร	218.00
ทีเคเอ็น	มิลลิกรัม/ลิตร	690.67
แอมโมเนียไนโตรเจน	มิลลิกรัม/ลิตร	582.40
ซีโอดี	มิลลิกรัม/ลิตร	867.63



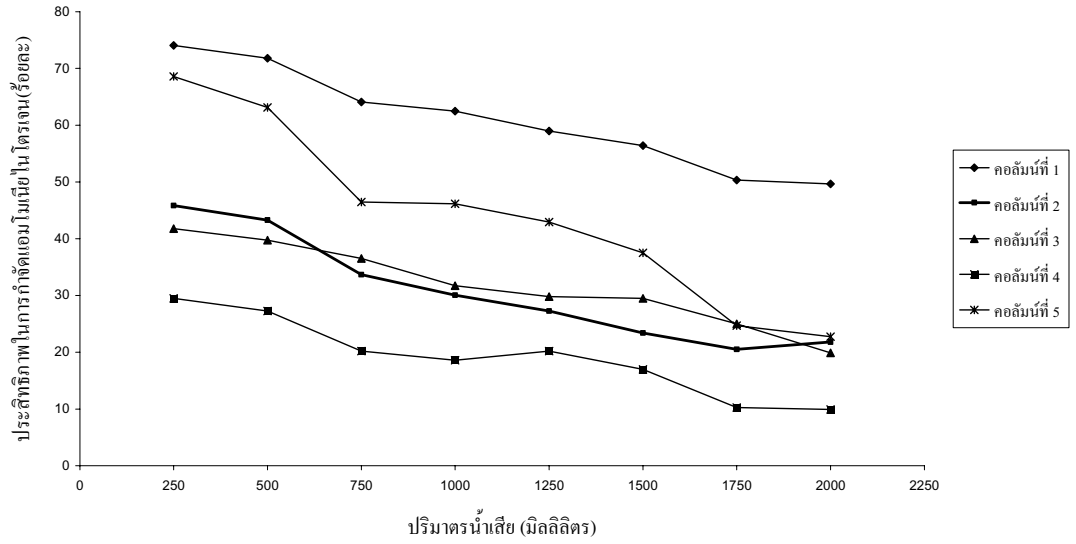
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับร้อยละในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนของซีโอไลต์



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์ของคอลัมน์ที่บรรจุทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบยูเอเอสบี ที่ปรับค่าพีเอชเท่ากับ 6.0 ในคอลัมน์ที่บรรจุทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบยูเอเอสบี ที่ใช้ค่าพีเอชน้ำเสียจริง ในคอลัมน์ที่บรรจุทรายไม่คัดขนาดและซีโอไลต์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน