ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน

The Efficiency of Leachate treatment by Septic-Anaerobic Filter system

สายชล มือขุนทด (Saichon Meukhuntod)[*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยระบบถังเกรอะ- กรองไร้ออกซิเจนที่มีระยะเวลากักเก็บต่างกัน วิธีการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลองในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา ระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยประกอบด้วยถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจน สำหรับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยพิจารณาจากค่าความสกปรกที่เปลี่ยนแปลงในรูปซีโอดีและสารแขวนลอย โดยแบ่งการทดลอง ออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดการทดลองที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 36 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บในถังเกรอะ 24 ชั่วโมง และระยะเวลากักเก็บในถังกรองไร้ออกซิเจน 12 ชั่วโมง) ชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยในระบบบำบัดรวม 72 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บในถังเกรอะ 48 ชั่วโมง และระยะเวลากักเก็บในถังกรองไร้ออกซิเจน 24 ชั่วโมง) ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจนอย่างละ 1 ถัง

ผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลากักเก็บเพิ่มขึ้นระบบจะมีประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้น กล่าวคือที่ระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบเท่ากับ 36 ชั่วโมง มีอัตราการรับสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.60 กก.ซีโอดี/ม3/วัน มีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 688-960.02 มก./ล. เฉลี่ย 845.02 ± SD 70.51 มก./ล.และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 157-179 มก./ล. เฉลี่ย 167.13 ± SD 5.90 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อน้ำชะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 306.50-403.50 มก./ล. เฉลี่ย 365.72 มก./ล. และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 47-59 มก./ล. เฉลี่ย 53.87 มก./ล. ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 56.65 และ 67.74 ตามลำดับและที่ระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบเท่ากับ 72 ชั่วโมง มีอัตราการรับสารอินทรีย์เข้าระบบ 0.31 กก.ซีโอดี/ม3/ วัน น้ำชะมูลฝอยเข้าระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 782.75-912.00 มก./ล. เฉลี่ย 874.90 มก./ล.และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 155 -197 มก./ล.เฉลี่ย 174.53 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อน้ำชะมูลฝอยออกจากระบบมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 230.00-329.50 มก./ล. เฉลี่ย 282.78 มก./ล. และสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 20- 50 มก./ล. เฉลี่ย 34.73± SD 9.36 มก./ล. ตามลำดับ ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและสารแขวนลอย เฉลี่ยร้อยละ 67.66 และ 79.96 ตามลำดับ ระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยทั้งสองชุดการทดลองสามารถลดค่าซีโอดีและสารแขวนลอยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value < 0.001) และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีและสารแขวนลอยของระบบบำบัดถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่ระยะเวลากักเก็บ 36 ชั่วโมงและ 72 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value < 0.001) สำหรับค่าพีเอช ค่าความเป็นด่าง ค่ากรดโวลาไทล์ อัตราส่วนของกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่าง และอุณหภูมิ ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อระบบ พบว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียในระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน

จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนสามารถนำมาใช้บำบัดน้ำชะมูลฝอยได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลากักเก็บในระบบให้มากกว่า 72 ชั่วโมง หรือต้องมีการบำบัดเพิ่มเติมอีก

Abstract

The objective of this research was to investigate the efficiency of the leachate treatment by septic-anaerobic filter system. A field experimental study was performed at a selected Nakhonratchasima municipal sanitary landfill. The system comprised of a series of a septic tank and an anaerobic filter tank. The organic removal efficiency was determined by the percentage change of chemical oxygen demand (COD) and suspended solid (SS). The experiment comprised of 2 sets of experiment. Set 1, with hydraulic retention time (HRT) of 36 hours (24 hours in septic tank and 12 hours in anaerobic filter tank). Set 2, septic-anaerobic filter system had hydraulic retention time 72 hours (48 hours in septic tank and 24 hours in anaerobic filter tank).

[*] *นักวิชาการสุขาภิบาล 8 (ว) หัวหน้ากลุ่มงานส่งเสริมสิ่งแวดล้อม สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครนครราชสีมา*

The results showed that HRT effected the efficiency of the leachate treatment by septic-anaerobic filter system. The more HRT, the more efficiency of leachate treatment was beached. System had HRT 36 hours, with organic loading rate was 0.60 kg COD /m^3/day,leachate influence had range of COD 688-960.02 mg/l, average 845.02 mg/l and range of SS 157-179 mg/l, average 167.13 mg/l, respectively. Leachate effluence had range of COD 306.50-403.50 mg/l, average 365.72 mg/l and range of SS 47-59 mg/l, average 53.87 mg/l,respectively. It was found that the efficiency of leachate treatment by septic-anaerobic filter system in removal of COD and SS were 56.65 % and 67.74 %, respectively. And System had HRT 72 hours, with organic loading rate was 0.31 kg COD /m^3/day, leachate influence had range of COD 782.75-912.00 mg/l, average 874.90 mg/l and range of SS 155-197 mg/l, average 174.53 mg/l respectively. Leachate effluence had range of COD 230.00-329.50 mg/l,average 282.78 mg/l and range of SS 20-50 mg/l, average 34.73 mg/l, respectively. It was found that the efficiency of leachate treatment by septic-anaerobic filter system in removal of COD and SS were 67.66 % and 79.96 %,respectively. Each set was significant, organic removal of leachate treatment tested in terms of COD and SS (P value < 0.001). When compared the efficiency of both sets ,there were significant too, (P value < 0.001). In addition pH, alkalinity, volatile acid, ratio of alkalinity & volatile acid and temperature were suitable for septic-anaerobic filter system.

The results suggest that the leachate is able to be treatment by septic-anaerobic filter system but the final effluent quality is not suitable for direct discharge and needs to be hydraulic retention time more than 72 hours or to be further treated.

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำชะมูลฝอย ระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน

KeyWords : Leachate treatment, Septic-Anaerabic Filter system

บทนำ

ปัจจุบันปัญหามูลฝอยเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษที่สำคัญประการหนึ่ง ซึ่งนับวันก็ยิ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และขยายตัวของการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม โดยอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรเฉลี่ย 0.4-1.0 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และมูลฝอยเหล่านี้ มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ย ร้อยละ 8-10 ต่อปี (สุณี ปิยะพันธุ์พงศ์, 2535) การกำจัดมูลฝอยของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเทศบาล สุขาภิบาลหรือองค์การบริหารส่วนตำบล ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการกองบนพื้นดินแล้วเผาเป็นครั้งคราว และการกำจัดแบบฝังกลบ ซึ่งการกำจัดมูลฝอยยังปฏิบัติได้ไม่ถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาลนัก ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับน้ำเสียที่เกิดจากปฏิกริยาการย่อยสลายของมูลฝอยและน้ำเสียจากภายนอกที่ไหลมาปนเปื้อน ซึ่งรวมเรียกว่า น้ำชะมูลฝอย (leachate) การบำบัดน้ำชะมูลฝอยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการจะลดสารที่เป็นพิษที่อาจเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอย การออกแบบระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยทั่วไปในขณะนี้ส่วนใหญ่มักจะมีการออกแบบระบบบำบัดโดยใช้ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Ponds) ส่วนการศึกษานำระบบบำบัดแบบอื่น ๆ เช่นระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนมาใช้บำบัดน้ำชะมูลฝอยยังไม่ค่อยมีการศึกษาและนำมาใช้กันแพร่หลาย ทั้งที่ระบบบำบัดถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน มีความเหมาะสมสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงและเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ในส่วนของถังเกรอะจะทำการบำบัดน้ำเสียในขั้นปฐมภูมิโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียและทำหน้าที่เก็บกักสลัดจ์ (Sludge) และกากฟอง (Scum) ก่อนที่จะส่งไปบำบัดต่อในถังกรองไร้ออกซิเจน โดยทั่วไปถังเกรอะจะมีลักษณะเป็นถังกลมหรือถังสี่เหลี่ยมปิดมิดชิด เพื่อให้อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ในส่วนของถังกรองไร้ออกซิเจน

ก็จะมีลักษณะเป็นถังกลมหรือถังสี่เหลี่ยมปิดมิดชิด เช่นกัน ภายในจะบรรจุด้วยตัวกรอง ที่มีช่องว่างพอสมควร คงทน ไม่ผุกร่อนง่าย เช่น พลาสติก พีวีซี หินบด กรวด หรือวัสดุสังเคราะห์ การไหลของน้ำเสียเข้าระบบเป็นแบบ Plug Flow ซึ่งจะทำให้น้ำท่วม เต็มถังตลอดเวลา ตัวกรองที่บรรจุภายในเครื่องกรองจะช่วยกระจายการไหลของน้ำเข้าระบบและเมื่อน้ำไหลผ่านตามช่องว่างของตัวกรอง ซึ่งได้กักเก็บตะกอนแบคทีเรียเอาไว้ จะทำให้แบคทีเรียมีโอกาสสัมผัสกับน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง ตะกอนแบคทีเรียที่เกาะหลวม ๆ อยู่ตามผิวและอยู่ตามช่องว่างของตัวกรองจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆทำให้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่ง การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบถังเกรอะ - กรองไร้ออกซิเจนนี้เป็นระบบที่มีความคงตัวค่อนข้างสูง มีระยะเวลากักเก็บตะกอนนานและเป็นระบบที่ใช้เครื่องมือน้อย เหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง (เพ็ชรพร เชาว-กิจเจริญ, 2538)ผลการศึกษาครั้งนี้จะทำให้เกิดประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน

2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดปริมาณของซีโอดี(COD)ในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยของระบบถังเกรอะ - กรองไร้ออกซิเจนในระยะเวลากักเก็บที่ต่างกัน

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยของระบบถังเกรอะ - กรองไร้ออกซิเจนในระยะเวลากักเก็บที่ต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยคือความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยวัดในรูปของ ซีโอดีและปริมาณสารแขวนลอย มีหน่วยเป็น มก./ล

2. ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยคือค่าความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอย

1. ค่าซีโอดี มีหน่วยเป็น มก./ล.

2. ค่าปริมาณสารแขวนลอย มีหน่วยเป็น มก./ล.

3. ตัวแปรภายนอกที่ทำการวัดด้วย คือ

1. พีเอชของน้ำชะมูลฝอย

2. ความเป็นด่าง(Alkalinity) มีหน่วยเป็น มก./ล.ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต

3. กรดโวลาไทล์ (Volatile acid) มีหน่วยเป็น มก./ล. ในรูปกรดอะซิติก

4. อัตราส่วนของกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่าง

5. อุณหภูมิของน้ำชะมูลฝอยภายในระบบและภายนอก มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้ระบบเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา ณ ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งใช้วิธีการกำจัดมูลฝอยแบบขุดเป็นร่อง โดยทำการก่อสร้างระบบเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ต้นแบบ (pilot scale) ซึ่งประกอบด้วยถังเกรอะ และถังกรองไร้ออกซิเจนมีตัวกรองในถังกรองไร้ออกซิเจนเป็นพีวีซี (rigid PVC) การทดลองจะศึกษาถึงปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย ได้แก่ ระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอย (Hydraulic Retention Time; HRT) ด้วยการศึกษาประสิทธิภาพการลดลงของสารอินทรีย์ในรูปของค่าซีโอดีและสารแขวนลอยในน้ำชะมูลฝอย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้ระบบถังเกรอะ-กรอง

ไร้ออกซิเจนบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมาเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของค่าซีโอดีและสารแขวนลอย ที่มีระยะเวลากักเก็บในระบบที่ต่างกัน โดยทำการก่อสร้างระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ต้นแบบ ณ สถานที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วยถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจน มีตัวกรองในถังกรองไร้ออกซิเจนเป็นพีวีซี ลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ดำเนินการทดลองในช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2543

รูปแบบการทดลองได้แบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บในระบบเท่ากับ 36 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บของน้ำชะมูลฝอยที่ถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจนเท่ากับ 24 ชั่วโมงและ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ) และชุดที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บในระบบเท่ากับ 72 ชั่วโมง (ระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยที่ถังเกรอะ และถังกรองไร้ออกซิเจน เท่ากับ 48 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ) (ดังภาพที่ 1)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในภาพที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย

1. บ่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอย ใช้รวบรวมน้ำชะมูลฝอยโดยขุดบ่อลึกประมาณ 2 เมตร กว้างประมาณ 3 เมตร ยาวประมาณ 4 เมตร ทางด้านที่มีความลาดชันของร่องดินต่ำ เพื่อให้น้ำชะมูลฝอยไหลลงบ่อที่เตรียมไว้

2. ถังพักน้ำชะมูลฝอย(Storage Tank) เป็นถังเหล็ก มีปริมาตร 200 ลิตร ที่ก้นถังต่อท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว พร้อมติดวาล์วน้ำเพื่อควบคุมอัตราการไหล ของน้ำชะมูลฝอยก่อนปล่อยเข้าสู่ถังเกรอะ นอกจากนี้แล้วอาจใช้เป็นถังปรับสภาพน้ำชะมูลฝอยด้วย (กรณีจำเป็น)

3. ถังเกรอะ (Septic Tank) มีปริมาตรถัง 0.65 ลบ.ม. สร้างด้วยวงขอบคอนกรีต เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 ม. สูง 40 ซม. จำนวน 4 ใบ ได้ความลึกเท่ากับ 1.60 ม. ที่ระดับ 0.20 ม. จากปากถังต่อท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว เชื่อมกับถังพักน้ำชะมูลฝอย ยารอยต่อต่าง ๆ ไม่ให้น้ำหรือของเหลวผ่านเข้าออกได้ ด้านบนของถังมีฝาปิดซึ่งมีช่องวงกลมฝาทองเหลือง ขนาด 6 นิ้ว และเจาะรูติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว สูง 0.5 เมตร ที่ปลายท่อระบายอากาศติดตั้งสามทาง ที่ระดับ 1.30 เมตร จากก้นถังเกรอะ (0.30 เมตรจากปากถัง) เจาะช่องเพื่อวางท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว เพื่อเชื่อมถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ บริเวณกึ่งกลางท่อระหว่างถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ ต่อท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว ขึ้นมาประมาณ 10 ซม. ปลายท่อมีจุกปิด-เปิด สำหรับเก็บน้ำตัวอย่างที่ไหลออกจากถังเกรอะ

4. ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter Tank) สร้างด้วยวงขอบคอนกรีต เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 ม. สูง 40 ซม. จำนวน 4 ใบ ที่ระดับ 0.30 เมตรจากปากถัง ใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว ต่อจากถังเกรอะ โดยต่อปลายท่อเข้าไปทางด้านล่างของก้นถังกรองไร้อากาศ เพื่อให้น้ำไหลเข้าสู่ถังในลักษณะล่างขึ้นสู่บน (Up flow) เชื่อมรอยต่อต่าง ๆ ไม่ให้น้ำหรือของเหลวผ่านเข้าออกได้ จากปากถัง ที่ระดับ 0.35 เมตร ต่อท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว เป็นท่อน้ำออกด้านบนของถังมีฝาปิดซึ่งมีช่องวงกลมขนาด 6 นิ้ว ปิดฝาทองเหลือง ที่ระดับ 0.50 เมตร เจาะรูติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว สูง 0.5 เมตร ที่ปลายท่อระบายอากาศติดตั้งสามทา และที่ระดับ 0.15 เมตร จากก้นถังติดตาข่ายกับถังกรองไร้อากาศเพื่อรองรับตัวกรอง

5. ตัวกรอง (Filter media) ใช้พีวีซีมีรูปร่างลักษณะคล้ายรวงผึ้งวางเรียงกันเพื่อให้แบคทีเรียเกาะ มีพื้นที่ผิว มีช่องว่าง เพื่อให้น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านได้สะดวก ในการวิจัยนี้ตัวกรองมีพื้นที่ผิว (surface area) 90 ต ร.ม./ลบ.ม. มีช่องว่าง (void ratio) 91.5% สูง 1 เมตร (ดังภาพที่ 2)

วิธีดำเนินการทดลอง

1. น้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการทดลอง เป็นน้ำชะมูลฝอยจากพื้นที่ฝังกลบของเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเก็บจากร่องฝังกลบมูลฝอยที่มีระยะเวลาฝังกลบอย่างสมบูรณ์มาแล้วไม่เกิน 1 ปี เพราะปฏิกริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นภายในมูลฝอยจะเป็นไปได้ช้าและการย่อยสลายจะสิ้นสุดภายใน 12 เดือน กรณีที่มีขยะเน่าเปื่อยเพียง 15 % หรือน้อยกว่า (ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 2 ชลบุรี, 2530) หลังจากนั้นใช้เครื่องสูบน้ำชะมูลฝอยเข้าถังพัก

2. จัดสร้างระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอย ซึ่งประกอบด้วยถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจนต่ออนุกรมกันอย่างละ 1 ถัง

3. การเริ่มต้นเลี้ยงแบคทีเรีย (Start up) ในการทดลองครั้งนี้จะใช้มูลสัตว์ชนิดเปียกเป็นหัวเชื้อ ผสมกับน้ำเปล่าใส่ในถังเกรอะ - ถังกรองไร้อากาศครึ่งถังในช่วงเริ่มต้น หลังจากนั้นเริ่มปล่อยน้ำชะมูลฝอยเข้าระบบเพิ่มขึ้นทีละ 10 % ทุก 3 วัน จนเป็น 100 % ตรวจวัดค่าซีโอดี จนมีค่าคงที่ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าระบบเข้าสู่สภาพสมดุล (Soung และ Young, 1986)

4. แบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บในระบบเท่ากับ 36 ชั่วโมง (HRT ที่ถังเกรอะและถังกรองไร้ออกซิเจนเท่ากับ 24 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ) ซึ่งปรับอัตราการไหลเท่ากับ 450 มล./นาที (650 ลิตร/วัน) และชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บในระบบเท่ากับ 72 ชั่วโมง (HRT ที่ถังเกรอะ และถังกรองไร้ออกซิเจน เท่ากับ 48 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ) ซึ่งปรับอัตราการไหลเท่ากับ 225 มล./นาที (325 ลิตร/วัน) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยก่อนเข้าระบบและออกจากระบบ ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทั้งสองชุดการทดลอง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดลงของสารอินทรีย์ ในรูปของค่า COD, SS และตรวจวัดค่าพีเอช ค่าความเป็นด่าง กรดโวลาไทล์ หาอัตราส่วนกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างและอุณหภูมิภายนอกและภายในระบบ เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

5. กรณีที่ค่าพีเอชของน้ำชะมูลฝอยของระบบต่ำกว่า 6 ซึ่งเป็นสภาวะที่เป็นกรดจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างมีเทน มีกรดโวลาไทล์ในระบบประมาณ 8,000-10,000 มก./ ล. ในรูปกรดอะซิติก ซึ่งปริมาณกรดที่สูงระดับนี้จะเป็นพิษต่อระบบ และที่สำคัญอัตราส่วนของความเข้มข้นของกรดวาลาไทล์ต่อสภาพด่างไบคาร์บอร์เนต สูงกว่า 0.8 ซึ่งเป็นสภาพที่ระบบกำลังอยู่ในขั้นที่พีเอชจะลดลงอย่างรวดเร็ว แม้จะมีการเพิ่มกรดโวลาไทล์เพียงเล็กน้อย จะทำการปรับสภาพการทำงานของระบบด้วยการเติม สารปรับสภาพคือปูนขาว

การเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการตรวจวิเคราะห์

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ การเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชุดการทดลองเก็บจำนวน 15 ตัวอย่าง ทำการเก็บ 3 จุดคือน้ำก่อนเข้าถังเกรอะ น้ำก่อนเข้าถังกรองไร้อากาศ และน้ำที่ออกจากถังกรองกรองไร้อากาศ ปริมาตรที่เก็บครั้งละ 250 มล. และทำการตรวจวิเคราะห์ทันทีในแต่ละครั้งโดยจะตรวจวันเว้นวัน หากไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้จะเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ตัวอย่างน้ำที่เก็บทั้ง 3 จุดจะทำการตรวจวัดค่าซีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย ค่าพีเอช ปริมาณกรดโวลาไทล์ ค่าความเป็นด่าง และอุณหภูมิ (วัดทั้งอุณหภูมิภายในและอุณหภูมิภายนอก)

2. วิธีตรวจวิเคราะห์ กรณีวัดพีเอช และอุณหภูมิจะทำการตรวจวัดทันที ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง ส่วนค่าอื่น ๆ นำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการสำหรับวิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามวิธีการมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียใน APHA.AWWA.WPCF (1992)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- ใช้สถิติพรรณาประเภทร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทั่วไป
- ใช้ paired-t- test ทดสอบค่าเฉลี่ย COD และ SS ก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดด้วยระบบถังเกรอะ กรองไร้ออกซิเจน
- ใช้ t-test เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

การบำบัด COD และ SS ของระบบแบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนในการทดลองทั้ง 2 ชุด

ผลการทดลอง

1. การเริ่มต้นการทดลอง (start up)

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เวลา start up 29 วัน จากรายงานของ Roman และ Chakladar (1986) พบว่าถ้าไม่มีการเติมหัวเชื้อให้ระบบต้องใช้เวลาประมาณ 3 เดือนจึงจะเข้าสู่สมดุลย์

2. คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัด

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำชะมูลฝอยไหลเข้าระบบเฉลี่ยวันละ 650 ลิตร มีปริมาณสารอินทรีย์วัดในรูปซีโอดี เข้าระบบ เฉลี่ย 0.60 กก./ม^3/วัน

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำชะมูลฝอยไหลเข้าระบบเฉลี่ยวันละ 325 ลิตร มีปริมาณสารอินทรีย์วัดในรูปซีโอดี เข้าระบบ เฉลี่ย 0.31 กก./ม^3/วัน ดังรายละเอียดในตาราง ที่ 1 และ 2

จากคุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบจะเห็นว่าความเข้มข้นของซีโอดีและสารแขวนลอยไม่สูงนัก เนื่องจากช่วงที่ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำชะมูลฝอยเป็นช่วงที่มีฝนตกในบริเวณพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครราชสีมาทุกวัน ส่วนค่าพีเอชของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบมีค่าค่อนข้างเป็นกลาง ซึ่งไม่ต่างจากน้ำเสียทั่วไปที่เข้าระบบและเป็นช่วงที่ค่าพีเอชเหมาะสมสำหรับแบคทีเรียด้วย คือ 6.6-7.8 (Gray, 1989) ส่วนค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง จะเห็นว่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมของระบบคือ 1,500-2,000 มก./ล. (ในรูปแคลเซียมคาร์บอร์เนต) (ธงชัย,2530) ส่วนกรดโวลาไทล์ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน เพราะปกติแล้วระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรมีปริมาณกรดระเหย ประมาณ 50 -500 มก./ล. (วัดในรูปกรดอะซิติก) (ธงชัย, 2530) แต่ปัจจัยที่สำคัญกว่าสภาพความเป็นด่างและกรดระเหยก็คือ อัตราส่วนของความเข้มข้นระหว่างกรดระเหยกับสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอร์เนต ถ้ามีอัตราส่วนน้อยกว่า 0.4 จัดว่ากำลังบัฟเฟอร์สูง แต่ถ้ามากกว่า 0.8 แสดงว่า ระบบจะอยู่ในขั้นที่ พีเอชจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างกรดระเหยกับสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอร์เนตของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบอยู่ในช่วงที่เหมาะสม จากคุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบบำบัดครั้งนี้ทำให้ไม่ต้องมีการควบคุมหรือเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพแต่อย่างใด

3. ประสิทธิภาพของระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ในการลดค่าซีโอดี ในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นค่า HRT ที่กำหนดไว้ในการออกแบบของระบบขั้นต่ำ คือมีค่า HRT ในถังเกรอะ 24 ชั่วโมงและ ค่า HRT ในถังกรองไร้ออกซิเจน 12 ชั่วโมง (พิชิต สกุลพราหมณ์, 2531) สามารถลดค่าซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบจาก 845.02 มก./ล. เป็น 365.72 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 56.65 ซึ่งเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของถังย่อยในระบบพบว่าถังเกรอะสามารถลดค่าซีโอดีจาก 845.02 มก./ล. เป็น 533.40 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 36.95 และถังกรองไร้ออกซิเจนสามารถลดค่าซีโอดี จาก 533.40 มก./ล. เป็น 365.72 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 30.43 และการลดลงของค่าเฉลี่ยซีโอดีในถังบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001) ส่วนประสิทธิภาพของระบบถังเกรอะ-กรองแบบไร้ออกซิเจน ในการลดซีโอดี ในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นค่า HRT ที่กำหนดไว้เป็นสองเท่าของการทดลองชุดแรก สามารถลดค่าซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบจาก 874.90 มก./ล. เป็น 282.78 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 67.66 ซึ่งเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของถังย่อยในระบบพบว่า ถังเกรอะสามารถลดค่าซีโอดีจาก 874.90 มก./ล. เป็น 484.72 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 44.65 และถังกรองไร้ออกซิเจนสามารถลดค่าซีโอดี จาก 484.72 มก./ล. เป็น 282.78 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 41.36 ดังตารางที่ 3 และการลดลงของค่าเฉลี่ยซีโอดีในถังบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001) จากการทดลองจะเห็นว่าระยะเวลากักเก็บที่ต่างกันจะมีผลต่อประสิทธิภาพ

การลดค่า COD ของระบบ

4. ประสิทธิภาพของระบบถังเกรอะ-กรองแบบไร้ออกซิเจน ในการลดค่าสารแขวนลอย ในชุดการทดลองที่ 1 สามารถลดค่าสารแขวนลอยของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบ จาก 167.13 มก./ล. เป็น 67.74 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 40.95 ซึ่งเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของถังย่อยในระบบพบว่า ถังเกรอะสามารถลดค่าสารแขวนลอย จาก 167.13 มก./ล. เป็น 91.26 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 45.37 และถังกรองไร้ออกซิเจนสามารถลดค่าสารแขวนลอย จาก 91.26 มก./ล. เป็น 53.87 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 40.95 และการลดลงของค่าเฉลี่ยสารแขวนลอยในถังบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001) ส่วนประสิทธิภาพของระบบถังเกรอะ-กรองแบบไร้ออกซิเจน ในการลดค่าสารแขวนลอย ในชุดการทดลองที่ 2 สามารถลดค่าสารแขวนลอยของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบ จาก 174.53 มก./ล. เป็น 34.73 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 79.96 ซึ่งเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของถังย่อยในระบบพบว่า ถังเกรอะสามารถลดค่าสารแขวนลอย จาก 174.53 มก./ล. เป็น 78.33 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 55.08 และถังกรองไร้ออกซิเจนสามารถลดค่าสารแขวนลอย จาก 78.33 มก./ล. เป็น 34.73 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 54.82 ดังตารางที่ 4 และการลดลงของค่าเฉลี่ยสารแขวนลอยในถังบำบัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001) จากผลการทดลอง จะเห็นว่าถังเกรอะมีความจำเป็นอย่างยิ่งในระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยแบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนเพราะเป็นส่วนที่แยกของแข็งที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำให้ตกตะกอนลงก้นถัง ปริมาณสารแขวนลอยลดลง ซึ่งจะช่วยลดปัญหาอุดตันที่ถังกรองได้ และยังช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำชะมูลฝอยก่อนเข้าถังกรองไร้ออกซิเจน ประสิทธิภาพที่ถังเกรอะทั้ง 2 ชุดการทดลองจะสูงกว่าถังกรองไร้ออกซิเจน เนื่องจากมี HRT และปริมาตรถังมากกว่าและ ปริมาณสารอินทรีย์ต่ำกว่า และยิ่งบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ถังกรองไร้ออกซิเจนต่ออีกก็ยิ่งทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบเพิ่มขึ้นด้วย เพราะเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการกักเก็บน้ำชะมูลฝอยให้กับระบบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Young และ Dehab (1982) ที่กล่าวว่าระยะเวลากักเก็บน้ำเสียในถังกรองไม่ใช้ออกซิเจน จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

5. เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่ ที่ HRT ต่างกัน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบ 36 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ร้อยละ 56.65 และชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบ 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ร้อยละ 67.66 ซึ่งประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีชุดการทดลองที่ 2 จะมากกว่า ชุดที่ 1 อยู่ ร้อยละ 11.01 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001)

6. เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดค่าสารแขวนลอยในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่ ที่ HRT ต่างกัน พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบ 36 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ร้อยละ 67.74 และชุดการทดลองที่ 2 มีระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยของระบบ 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ร้อยละ 79.96 ซึ่งประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีชุดการทดลองที่ 2 มากกว่า ชุดที่ 1 อยู่ร้อยละ 12.22 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.001)

7. สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนที่ทำการตรวจวัดในการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าพีเอช สภาพความเป็นด่าง กรด โวลาไทล์ อัตราส่วนความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ต่อสภาพด่างไบคาร์บอเนต และอุณหภูมิ ทุกปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ กล่าวคือมีสภาพที่เหมาะสมกับการทำงานของระบบบำบัด ยกเว้นสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตที่มีปริมาณต่ำกว่าที่กำหนด แต่ทั้งนี้ระบบมีค่าพีเอช อุณหภูมิและกรดโวลไทล์ที่เหมาะสมและที่สำคัญคือค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความ

เป็นด่างมีค่าน้อยกว่า 0.4 ซึ่งถือว่าระบบมีกำลังบัฟเฟอร์สูงมาก ระบบจึงทำงานได้ดี
ดังตารางที่ 5-7

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ไปใช้

- ควรมีระบบบำบัดที่ต่อจากระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนเพิ่มอีก เพื่อให้ค่าซีโอดีและสารแขวนลอยได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่สามารถยอมรับได้
- ควรเพิ่มระยะเวลากักเก็บน้ำชะมูลฝอยในระบบบำบัดแบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจนมากขึ้นกว่า 72ชั่วโมง พราะจากการทดลองประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดียังไม่ดีเท่าที่ควร
- ควรมีการกำจัดโลหะหนักก่อนปล่อยน้ำชะมูลฝอยเข้าระบบบำบัดถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน เนื่องจากโลหะหนักหรือสารพิษจะขัดขวางการทำงานของแบคทีเรียในระบบทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดลดลง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาของมูลนิธิชิน โสภณพณิช ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย รวมทั้งบริษัทกะรัตสุขภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนตัวกรองในถังกรองไร้ออกซิเจนเพื่อทำการทดลองวิจัย และเทศบาลนครนครราชสีมา ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและหน่วยงานที่ได้กล่าวนามมาข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2530. เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย. ใน **รายงานประกอบการสัมมนาทางวิชาการระดับชาติ เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย. 12 - 13 มีนาคม 2530**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

พิชิต สกุลพราหมณ์. 2531. **การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธนะการพิมพ์

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ. 2538. **การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 2. 2530. **ปฏิกริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในชั้นขยะ.** ชลบุรี : ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 2.

สุณี ปิยะพันธุ์พงศ์. 2535. **ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลใน รายงานการประชุมวิชาการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 2** เรื่องการจัดการคุณภาพ สิ่งแวดล้อม : น้ำ อาหาร อากาศ และของเสีย. กรุงเทพ.

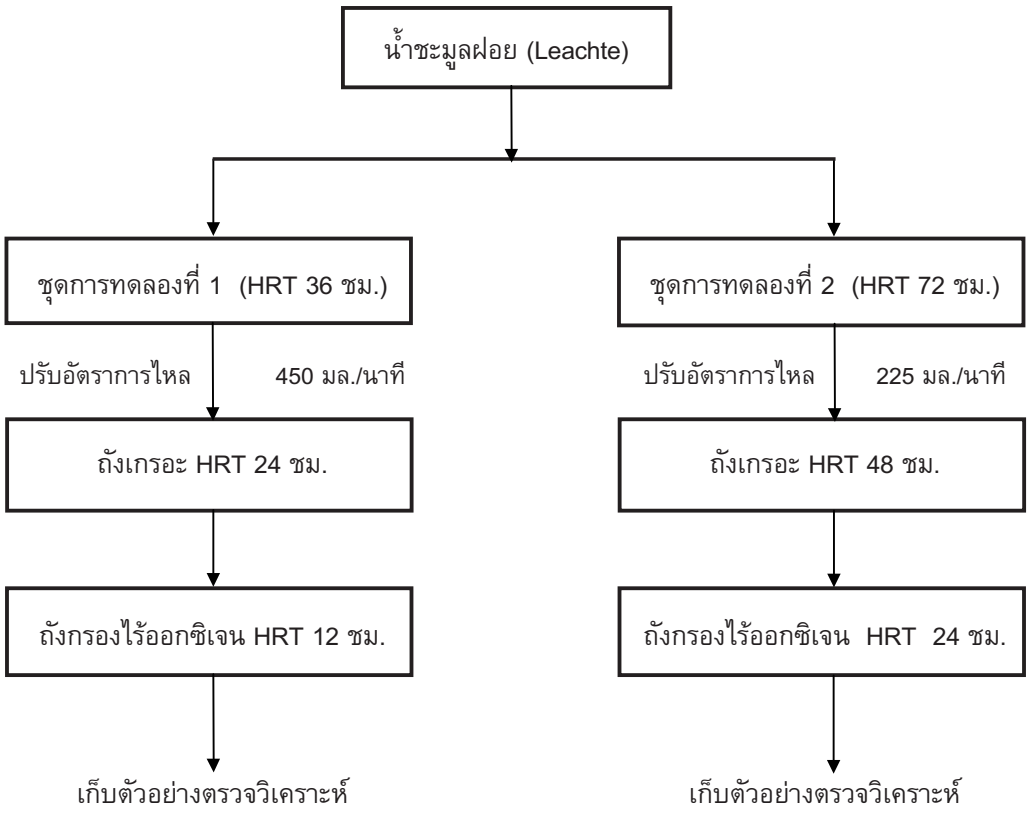
APHA. AWWA. WPCF, 1992. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18 th ed. New York : APHA. Inc.

Gray, N. F. 1989. **Biology of wastewater treatment.** New York : Oxford University.

Roman and Chaklader, 1986. **Leachate from domestic Waste : Generation, Composition, and Treatment,** Water Research Center, Technical Report TR108

Song, Ki-Ho and J. C. Young 1986. **Media design factors for fixed-bed filters,** J. WPCF, 58(2) :115 - 121.

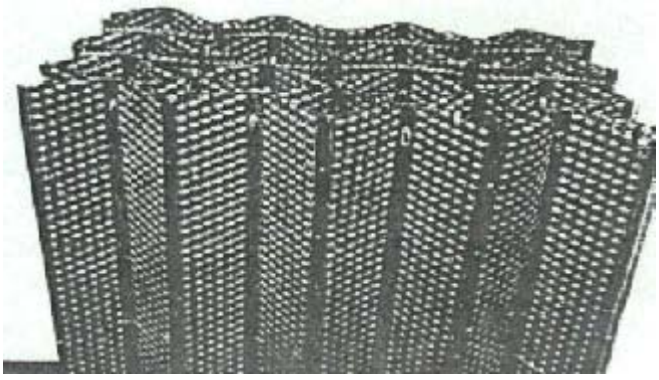
Young, J.C. and M.F. Dehab. 1982. **Effect of media design and the performance of fixed-bed anaerobic Reactor.** Water Sci tech. 15(369).



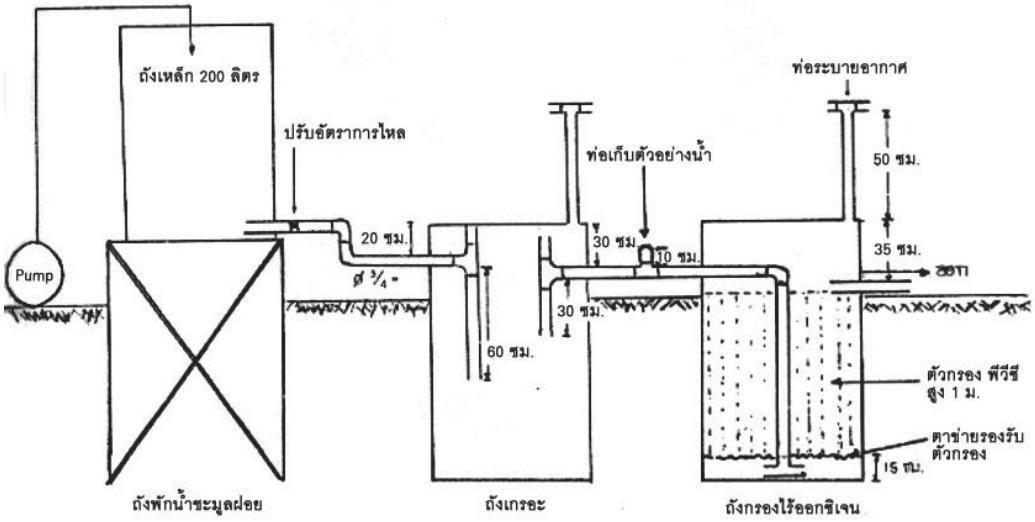
ภาพที่ 1 ชุดการทดลอง ที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- ใช้สถิติพรรณนาประเภทร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทั่วไป



ภาพที่ 2 ตัวกรองที่ใช้ในถังกรองไร้ออกซิเจน



ภาพที่ 3 ระบบบำบัดที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัด

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)*	
	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2
ซีโอดี(มก./ล.)	851.27(71.70)	861.93(56.93)
สารแขวนลอย (มก./ล.)	167.13(5.90)	174.53(13.60)
พีเอช	7.74(0.24)	7.65(0.32)
สภาพความเป็นด่าง(มก./ล.ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต)	428.53(31.24)	414.46(27.53)
กรดโวลาไทล์(มก./ล.ในรูปของกรดอะซิติก)	67.73(15.17)	60.40(11.23)
กรดโวลาไทล์/สภาพความเป็นด่าง	0.160(0.046)	0.145(0.024)
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.40(3.60)	27.86(3.22)

* ระยะเวลาเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์คือ 5 พฤษภาคม 2542 ถึง 12 กรกฎาคม 2543

ตารางที่ 2 ปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านแต่ละถังและระบบบำบัด

ชนิดถัง	ชุดการทดลองที่ 1				ชุดการทดลองที่ 2			
	ปริมาตรถัง (ล.)	อัตราการไหล (ล./วัน)	ค่าซีโอดี (มก./ล.)	ปริมาณสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ $ม^3$/วัน)	ปริมาตรถัง (ล.)	อัตราการไหล (ล./วัน)	ค่าซีโอดี (มก./ล.)	ปริมาณสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ $ม^3$/วัน)
ถังเกรอะ	650	650	845.02	0.85	650	325	874.90	0.43
ถังกรองไร้ออกซิเจน	258	650	533.40	1.34	258	325	511.38	0.64
ระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน	908	650	845.02	0.60	908	325	874.90	0.31

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณซีโอดี และประสิทธิภาพการลดค่า COD ในน้ำชะมูลฝอยของระบบ

ค่าเฉลี่ยปริมาณซีโอดี และประสิทธิภาพการลดค่า COD ในน้ำชะมูลฝอยของระบบ						
ชุดทดลองที่	น้ำชะมูลฝอยเข้าถังเกรอะ (S1) (มก./ล.)	น้ำชะมูลฝอยออกจากถังเกรอะ (S2) (มก./ล)	น้ำชะมูลฝอยออกจากถังกรองไร้ออกซิเจน (S3) (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านถังเกรอะ (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านถังกรองไร้ออกซิเจน (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านระบบถังเกรอะ- กรองไร้ออกซิเจน (%)
1	845.02	533.40	365.72	36.95*	30.43*	56.65*
2	874.90	484.72	282.78	44.65*	41.36*	67.66*

* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดย paired t- test

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณ SS และประสิทธิภาพการลดค่า SS ในน้ำชะมูลฝอยของระบบบำบัด

ค่าเฉลี่ยปริมาณ SS และประสิทธิภาพการลดค่า SS ในน้ำชะมูลฝอยของระบบบำบัด						
ชุดทดลองที่	น้ำชะมูลฝอยเข้าถังเกรอะ (S1) (มก./ล.)	น้ำชะมูลฝอยออกจากถังเกรอะ (S2) (มก./ล)	น้ำชะมูลฝอยออกจากถังกรองไร้ออกซิเจน (S3) (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านถังเกรอะ (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านถังกรองไร้ออกซิเจน (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อผ่านระบบถังเกรอะ- กรองไร้ออกซิเจน (%)
1	167.13	91.26	53.87	45.37*	40.95*	67.74*
2	174.53	78.33	34.73	55.08*	54.82*	79.96*

* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 โดย paired t- test

ตารางที่ 5 ค่าพีเอช ของระบบถังเกรอะ- กรองไร้ออกซิเจนของน้ำชะมูลฝอย

ชุดทดลองที่	ค่าพีเอชของน้ำชะมูลฝอย		
	เข้าถังเกรอะ (S1)	ออกจากถังเกรอะ (S2)	ออกจากถังกรอง (S3)
1	7.74	7.81	7.84
2	7.65	7.73	7.80

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นด่าง ค่าความเป็นกรดโวลาไทล์ และอัตราส่วนกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างของระบบบำบัดถังเกรอะ กรองไร้ออกซิเจน

ชุดการทดลองที่	ค่าความเป็นด่าง ค่าความเป็นกรดโวลาไทล์ และอัตราส่วนกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่าง ของน้ำชะมูลฝอย								
	น้ำชะมูลฝอยเข้าถังเกรอะ (S1)			น้ำชะมูลฝอยออกจากถังเกรอะ (S2)			น้ำชะมูลฝอยออกจากถังกรองไร้ออกซิเจน (S3)		
	alk*	vol *	v/a*	alk*	vol *	v/a*	alk*	vol *	v/a*
1	428.53	67.73	0.160	423	76.33	0.183	423.26	72.93	0.174
2	414.46	60.40	0.145	418.07	58.26	0.139	420.20	59.0	0.139

* alk : ค่าอัลคาไลนิตี้ (มก./ล.ในรูปแคลเซียมคาร์บอร์เนต)

* vol : ค่ากรดโวลาไทล์ (มก./ล.ในรูปกรดอะซิติก)

* v/a : อัตราส่วนกรดโวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่าง

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำชะมูลฝอยในระบบถังเกรอะ-กรองไร้ออกซิเจน ของน้ำชะมูลฝอยก่อนเข้าและออกจากระบบ

ชุดการทดลองที่ 1			ชุดการทดลองที่ 1		
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำในถังเกรอะ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำในถังกรอง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำในถังเกรอะ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำในถังกรอง (องศาเซลเซียส)
27.40	31.60	31.83	27.86	31.73	32.10