

# ผลของอายุตะกอนต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในระบบเอสบีอาร์

## Effect of Sludge Retention Time on Efficiencies of Wastewater Treatment in Sequencing Batch Reactor

ขวัญเนตร สมบัติสมภพ (Kwannate Sombatsompop)<sup>1\*</sup>

เจตนา วงศ์วิเชียร (Jeatana Wongwichien)<sup>2</sup>

วิริยะ จานทอง (Wiriya Janthong)<sup>2</sup>

วรกิติติ ประพุดติ (Worakitti Prapurit)<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของอายุตะกอนต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ในระบบเอสบีอาร์ โดยแปรค่าของอายุตะกอน 3 ค่า ที่ 5 10 และ 15 วัน การทดลองนี้มีวัฏจักรเท่ากับ 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย ช่วงการเติมน้ำ 1 ชั่วโมง ช่วงเติมอากาศ 8 ชั่วโมง ช่วงตกตะกอน 2 ชั่วโมง และช่วงการถ่ายน้ำทิ้ง 1 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า อายุตะกอนที่ 5 10 และ 15 วัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่อัตราภาระอินทรีย์เท่ากับ 0.58 กก.ซีโอดี/ม<sup>3</sup>-วันและ ที่อัตราภาระแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 0.14 กก.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ม<sup>3</sup>-วัน ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 90% และประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเฉลี่ยเท่ากับ 69% ปฏิกริยาไนตริฟิเคชันและ ดีไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นที่อายุตะกอน 10 วันขึ้นไป ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งที่อายุตะกอน 5 และ 10 วัน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน และเมื่ออายุตะกอนเพิ่มขึ้น ค่าเอสวีไอเพิ่มขึ้น การลดลงของโปรตีนในสารพอลิเมอร์ที่จุลินทรีย์สังเคราะห์นอกเซลล์ มีความสัมพันธ์กับค่าอายุตะกอนที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงตัวแปรที่มีผลกระทบจากอายุตะกอน สามารถสรุปได้ว่าอายุตะกอนที่ 10 วัน มีความเหมาะสมที่สุดในการบำบัดน้ำเสียในระบบเอสบีอาร์

### Abstract

This study measured the effect of sludge retention time (SRT) on wastewater treatment efficiency in a sequencing batch reactor (SBR). Three SBRs were operated in parallel at different SRT values of 5, 10 and 15 days. The SBR cycle was 12 h (fill 1 h, aeration 8 h, settle 2 h and draw/idle 1 h). The results show that there was no significant difference in terms of COD and NH<sub>4</sub>-N removal efficiencies at organic loading of 0.58 kgCOD/m<sup>3</sup>.d and ammonia-nitrogen loading of 0.14 kgNH<sub>3</sub>-N/m<sup>3</sup>.d, respectively. The average COD and NH<sub>4</sub>-N removal efficiencies were 90% and 69%. The nitrification and de-nitrification reactions were found to occur

<sup>1</sup>อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup>นักศึกษานักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*corresponding author, e-mail: kwn@kmutnb.ac.th

for at least 10 days of SRT. The suspended solids in the effluent at SRT of 5 and 10 days were under the domestic effluent standard. SVI increased with increasing SRT. The protein in extracellular polymeric substance (EPS) decreased with increasing SRT. It was concluded that the SRT of 10 days is most suitable for wastewater treatment in a sequencing batch reactor system.

**คำสำคัญ:** ระบบเอสบีอาร์, อายุตะกอน, การบำบัดน้ำเสีย

**Keywords:** Sequencing batch reactor (SBR), Sludge retention time (SRT), Wastewater treatment

## บทนำ

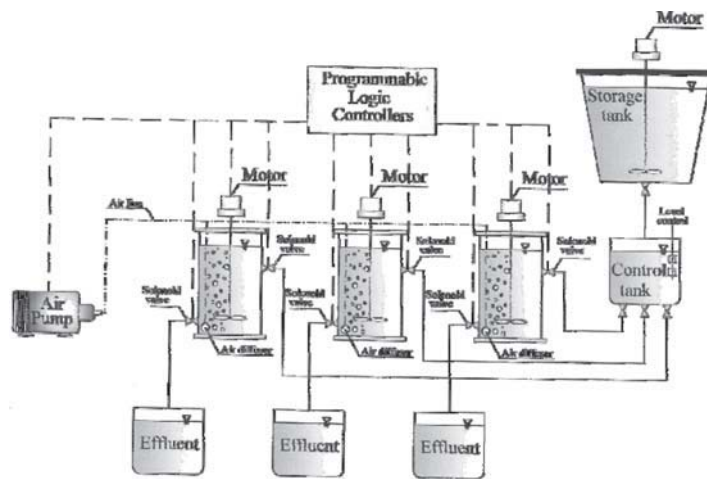
น้ำเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์เราต้องการน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค ปริมาณการใช้น้ำจึงแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ เช่น ลักษณะชุมชน ขนาดชุมชน ฤดูกาล รวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้น การพัฒนาประเทศจากสภาพเศรษฐกิจที่อาศัยผลผลิตทางการเกษตรไปสู่สภาพเศรษฐกิจที่อาศัยอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นมากมาย น้ำทิ้งจากชุมชนส่วนใหญ่ประกอบด้วย สารอินทรีย์ สารอาหารในรูปไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยลดปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor: SBR) สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี ระบบมีลักษณะการทำงานแบบเติมเข้า - ถ่ายออก ขั้นตอนการบำบัดประกอบด้วย การเติมน้ำเสีย (fill) การบำบัด (react) การตกตะกอน (settle) การถ่ายน้ำทิ้ง (draw) และการพัก (idle) (Irvine and Busch, 1979) ระบบเอสบีอาร์ประกอบด้วยถังเติมอากาศเพียงถังเดียว สามารถทำหน้าที่ทั้งการเติมอากาศเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ และทำหน้าที่แยกตะกอนด้วยการตกตะกอนภายในถังเดียวกันทำให้ช่วยลดพื้นที่ที่ใช้ในการบำบัด การควบคุมระบบง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน นอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการกำจัดบีโอดีและสารอาหารได้ดีอีกด้วย จากการสืบค้นงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการวิจัยที่ให้ความสนใจกับการศึกษาระบบเอสบีอาร์ ในด้านการกำจัดธาตุอาหาร (Kargi and Uygur, 2002) ผลของอุณหภูมิ ความเค็มและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Fontenot et al., 2007) ลักษณะจุลินทรีย์

(Hu et al., 2005) เป็นต้น การทำงานของระบบให้ประสิทธิภาพนั้นจะต้องอาศัยการออกแบบที่ดี เพื่อที่จะควบคุมการทำงานของระบบโดยเลือกค่าที่เหมาะสมของตัวแปร อายุตะกอนก็เป็นตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมการทำงานของระบบ (Franta and Wilderer, 1997) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของอายุตะกอนต่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในงานวิจัยต่อไป โดยการทดลองทำการวิเคราะห์ค่าซีโอดี สารประกอบไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอย ปริมาตรตะกอนที่จมตัวในเวลา 30 นาที ( $SV_{30}$ ) Sludge volume index (SVI) และ Extracellular polymeric substance (EPS) ใช้แบบจำลองระบบเอสบีอาร์

## อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

### วัสดุ อุปกรณ์

ระบบเอสบีอาร์ประกอบด้วยถังอะคริลิกใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ซม. สูง 40 ซม. และ หนา 0.5 ซม. ปริมาตรน้ำในถังที่ใช้ในการทดลองคือ 6 ลิตร ใช้มอเตอร์รุ่น DS-400 Takanawa (Japan) 12 V/5A มีความเร็วรอบ 60 รอบ/นาที เครื่องเติมอากาศที่ใช้ยี่ห้อ Yamano ap-10 (Japan) เครื่องควบคุมระดับน้ำ (Control level) ยี่ห้อ Omron รุ่น 61F-G-AT-61F11 (Japan) Solenoid valve ยี่ห้อ Airtac รุ่น 2W025-08 ใช้ควบคุมการไหลเข้า-ออกของน้ำ การทำงานของระบบควบคุมด้วย Programmable Logic Controllers ยี่ห้อ Omron รุ่น ZEN-10C3AR-A-V2 (Japan) การติดตั้งระบบเอสบีอาร์แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. การติดตั้งระบบเอสบีอาร์

น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้มีองค์ประกอบหลักได้แก่ Glucose Soy protein NH<sub>4</sub>Cl และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Sombatsompop et al., 2006) มีค่าซีโอดีและแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 500 และ 120 มก./ล. คิดเป็นค่าอัตราการอินทรีย์ (Organic loading rate) เท่ากับ 0.58 กก.ซีโอดี/ม<sup>3</sup>-วัน และ 0.14 กก.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ม<sup>3</sup>-วัน ตามลำดับ แปรค่าอายุตะกอนที่ 5 10 และ 15 วัน คิดเป็นค่าอัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อจุลชีพ (F/M) เท่ากับ 0.58 0.38 และ 0.25 กก.ซีโอดี/กก.MLSS-วัน ตามลำดับ จุลินทรีย์เริ่มต้นที่ใช้ในการทดลองมีความเข้มข้น 2000 มก./ล. เป็นจุลินทรีย์ที่นำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบแอกทีฟเต็ดสลัดจ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

**วิธีการทดลอง**

การทดลองแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการนำเอาตะกอนจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมาเลี้ยงในถังเติมอากาศ และให้น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งมีค่าซีโอดี เท่ากับ 500 มก./ล. แปรค่าอายุตะกอน (SRT) ที่ 5 10 และ 15 วัน การควบคุมอายุตะกอนจะคำนวณหาอัตราการระบายตะกอนทิ้ง ดังสมการที่ 1

$$SRT = \frac{VX}{Q_w X + (Q - Q_w) X_e} \tag{1}$$

- เมื่อ V = ปริมาตรของถังเติมอากาศ (ม<sup>3</sup>)
- X = ความเข้มข้นของตะกอนในถังเติมอากาศ (มก./ล.)
- Q<sub>w</sub> = อัตราการระบายตะกอนทิ้ง (ม<sup>3</sup>/วัน)
- Q = อัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าถังเติมอากาศ (ม<sup>3</sup>/วัน)
- X<sub>e</sub> = ความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้ง (มก./ล.)

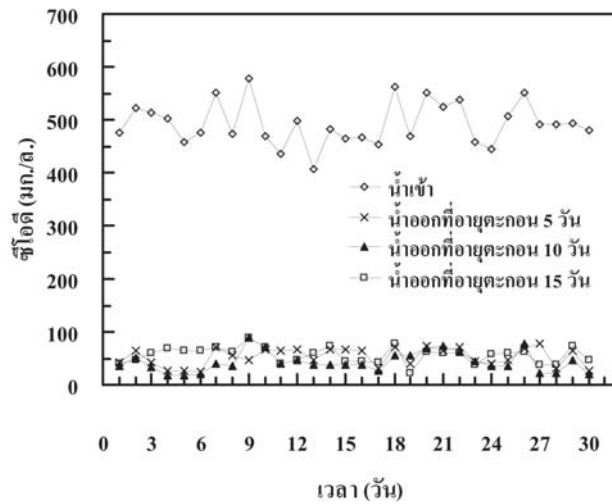
น้ำตะกอนจะถูกระบายทิ้งก่อนระบบเข้าสู่ช่วงตกตะกอน และจะเลี้ยงตะกอนเพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 10 วัน จากนั้น ส่วนที่สองเป็นการนำตะกอนจุลินทรีย์ที่ปรับสภาพแล้วไปทดลองศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดในระบบเอสบีอาร์ ซึ่งมีวัฏจักรการทำงาน 2 วัฏจักรต่อวัน แต่ละวัฏจักรประกอบด้วย ช่วงเติมน้ำเสีย 1 ชั่วโมง ช่วงการเติมอากาศ 8 ชั่วโมง ช่วงตกตะกอน 2 ชั่วโมง และช่วงถ่ายน้ำทิ้งและพัก 1 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ MLSS MLVSS SVI SV<sub>30</sub> และของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) ซีโอดี ไนโตรที่ไนเตรตและแอมโมเนีย ตามมาตรฐาน Standard Methods (APHA, 1998) สำหรับ Extracellular polymeric substance (EPS) แยกด้วยวิธี Thermal extraction method (Sombatsompop et al., 2006) และวิเคราะห์ด้วย UV/vis absorbance (Kim et al., 2001)

### ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล

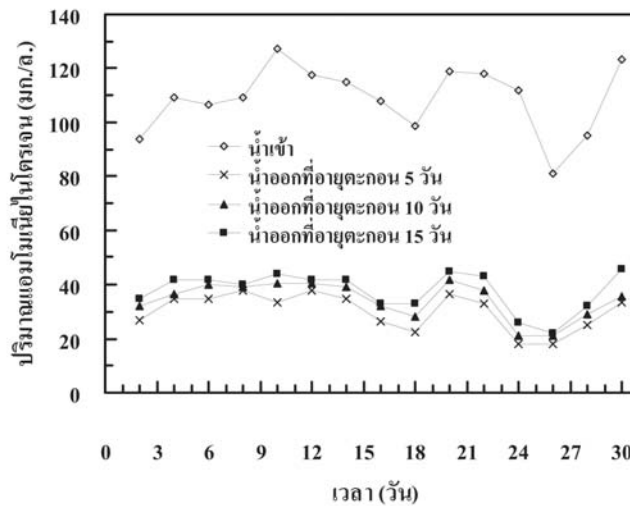
#### ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี และ ไนโตรเจน

รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่าซีโอดีกับเวลา พบว่า ค่าซีโอดีของน้ำเข้าอยู่ในช่วง 450-550 มก./ล. เมื่อผ่านการบำบัดแล้วมีปริมาณซีโอดีทั้ง 3 ถังอยู่ในช่วง 40-60 มก./ล. ค่ามวลค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเฉลี่ยได้เท่ากับ 90% ประสิทธิภาพการ

กำจัดซีโอดีทั้ง 3 ถังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นอายุตะกอนที่ 5 10 และ 15 วัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.58 กก.ซีโอดี/ม<sup>3</sup>-วัน หรือที่ค่า F/M เท่ากับ 0.58 0.38 และ 0.25 กก.ซีโอดี/กก.MLSS-วัน มีความเหมาะสมสำหรับบำบัดน้ำเสียในระบบเอสบีอาร์ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Sirianuntapiboon (1999)



รูปที่ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างซีโอดีกับเวลาในน้ำเข้าและออกจากระบบเอสบีอาร์

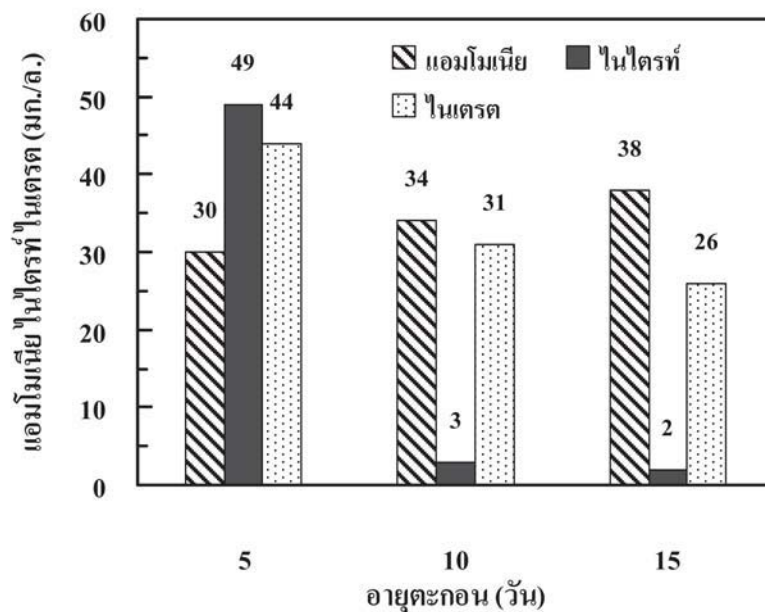


รูปที่ 3. ปริมาณแอมโมเนียในระบบเอสบีอาร์

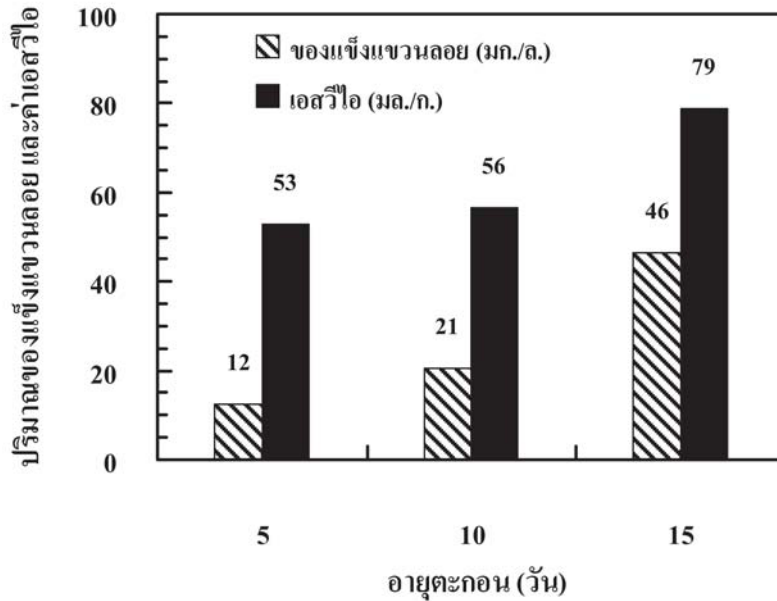
ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเข้าและออกจากระบบเอสบีอาร์แสดงในรูปที่ 3 โดยปริมาณแอมโมเนียในน้ำเข้าอยู่ในช่วง 100-120 มก./ล. หลังจากผ่านการบำบัดในระบบเอสบีอาร์ ที่อายุตะกอนที่ 5 10 และ 15 วัน พบว่าปริมาณแอมโมเนียในน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 30-40 มก./ล. ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเฉลี่ยเท่ากับ 69% ที่อัตราการระอินทรีย์ 0.14 กก.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ม<sup>3</sup>-วัน จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า อายุตะกอนในช่วง 5-15 วันไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนีย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียในระบบบำบัดทางชีวภาพอาศัยการเติมอากาศ ซึ่งในการทดลองมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen) ในระบบให้มีปริมาณที่เพียงพอในช่วง 3-5 มก./ล. จึงทำให้ทั้ง 3 ถึงปฏิบัติการมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำทิ้งไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Kargi and Uygur (2002) พบว่าอายุตะกอนในช่วง 5-15 วัน ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 80-85% ที่อัตราการระอินทรีย์ 0.05 กก.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ม<sup>3</sup>-วัน

รูปที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย

ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำทิ้ง พบว่า ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยเท่ากับ 30 34 และ 38 มก./ล. ไนไตรท์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 49 3 และ 2 มก./ล. และปริมาณไนเตรตโดยเฉลี่ยเท่ากับ 44 31 และ 26 มก./ล. ของอายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแอมโมเนียในน้ำทิ้งของทั้ง 3 ถึง ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาที่อายุตะกอน 10 และ 15 วัน เกิดกระบวนการไนไตรฟิเคชัน เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนรูปของไนไตรท์ไปเป็นไนเตรตได้มากเมื่อเทียบกับที่อายุตะกอน 5 วัน ซึ่งมีปริมาณ ไนไตรท์ และไนเตรตเหลือค่อนข้างมาก Metcalf and Eddy (2004) กล่าวว่า การเกิดกระบวนการไนไตรฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่ออายุตะกอนเกิน 7 วัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของ ไนตริไฟอิงค์แบคทีเรีย นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อดูลไนโตรเจน พบว่าที่อายุตะกอน 10 และ 15 วันยังเกิดกระบวนการดีไนไตรฟิเคชันอีกด้วย ทำให้ปริมาณ ไนโตรเจนรวมในน้ำทิ้งมีค่าลดลง ดังนั้น จากการทดลองพบว่าถ้าพิจารณาถึงประสิทธิภาพการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน ควรเลือกการควบคุมระบบที่อายุตะกอน 10 วัน ขึ้นไป



รูปที่ 4. ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรตในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด



รูปที่ 5. ค่าเอสวีไอในระบบเอสบีอาร์ และปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง

**ความสามารถในการตกตะกอนและประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอย**

รูปที่ 5 แสดงค่า SVI ในระบบเอสบีอาร์ และปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended solid) ในน้ำทิ้ง จะเห็นได้ว่า อายุตะกอนที่ 5 และ 10 วัน มีความสามารถในการตกตะกอนดีมาก มีค่า SVI เท่ากับ 53 และ 56 มล./ก. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอายุตะกอนที่ 15 วัน มีค่า SVI เท่ากับ 79 มล./ก. ค่าปริมาตรตะกอนที่จมตัวภายในเวลา 30 นาที ( $SV_{30}$ ) เฉลี่ยที่อายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน เท่ากับ 52 75 และ 145 มล./ล. ตามลำดับ (ไม่ได้แสดงผล) สำหรับปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ย 12 21 และ 46 มก./ล. ที่อายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน ตามลำดับ พบว่าค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยที่อายุตะกอน 5 และ 10 วัน มีปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 30 มก./ล. (ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2537) สำหรับอายุตะกอนที่ 15 วัน ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่าเกินมาตรฐาน เนื่องจากเมื่ออายุตะกอนที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราผลผลิตของสารที่ จุลินทรีย์สร้าง (Microbial substance) ลดลง

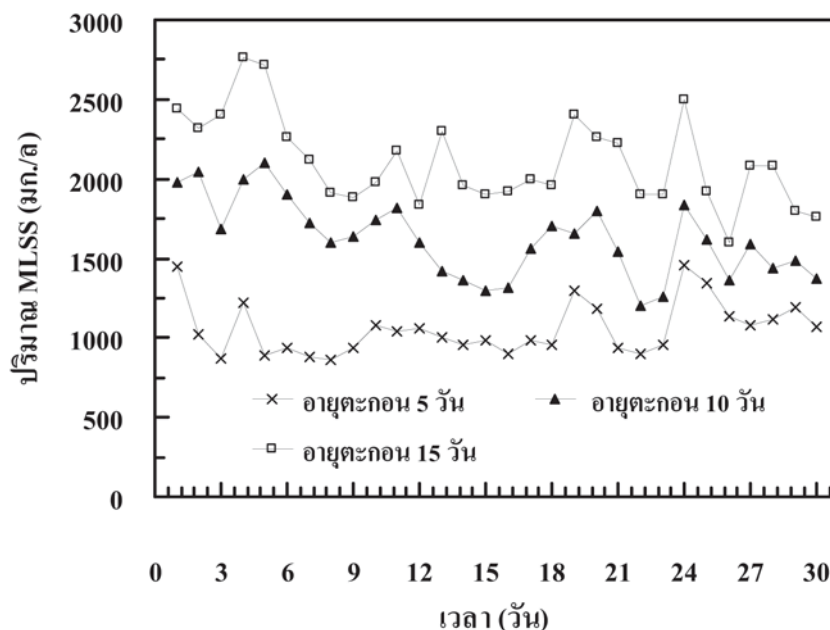
และอาจเป็นเพราะเกิดการย่อยสลายสารที่จุลินทรีย์สร้าง (Degradation rate) เพิ่มขึ้นทำให้สารกระจายและแขวนลอยในระบบ (Bulk solution) จึงทำให้ความสามารถในการตกตะกอนลดลงเมื่อเทียบกับที่อายุตะกอน 5 และ 10 วัน

รูปที่ 6 แสดงปริมาณ MLSS ในระบบเอสบีอาร์ ที่อายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน อยู่ใน ช่วง 950-1000 1400-1550 และ 1750-2500 มก./ล. ตามลำดับ ค่า MLVSS (ไม่ได้แสดงผล) ของอายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน อยู่ใน ช่วง 750-1000 1250-1500 และ 1700-2000 มก./ล. ตามลำดับ จากการทดลองกล่าวได้ว่าเมื่ออายุตะกอนเพิ่มขึ้นปริมาณ MLSS และ MLVSS เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของ MLVSS/MLSS ค่อนข้างสูงซึ่งอยู่ในช่วง 0.91-0.93 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ทั่วไป (Conventional activated sludge) มีค่าอัตราส่วน MLVSS/MLSS ระหว่าง 0.75-0.85 นั้นแสดงว่าในการทดลองนี้ในระบบไม่มีการสะสมของสารอินทรีย์ที่อายุตะกอนต่างๆ และน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้เป็น Soluble organics ไม่มี Fixed suspended solids ดังนั้นตะกอนในระบบจึงเป็นตัวแทนของจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทั้งหมด จึง

ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณซีโอดีในน้ำทิ้งในรูปที่ 2 และสมบัติการตกตะกอน (SVI) และปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งตามที่กล่าวมาแล้ว

หลังจากที่ระบบเอสบีอาร์เข้าสู่สภาวะคงที่ ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบถูกนำมาแยกเอาพอลิเมอร์ออกจากเซลล์จุลินทรีย์ และนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณ extracellular polymeric substance (EPS) โดยวัดด้วย UV/vis absorbance ช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 200 ถึง 400 nm (HACH DR-4000) ดังแสดงในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าปริมาณ EPS ให้ค่าสูงสุดที่ความยาวคลื่น

ประมาณ 280-290 nm ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kim et al. (2001) ในช่วงความยาวคลื่นนี้แสดงถึงองค์ประกอบหลักของ EPS ซึ่งเป็นสารประกอบโปรตีน ซึ่งมีความเป็น Hydrophobic (Liao et al., 2001) และพบว่าปริมาณโปรตีนใน EPS ลดลงเมื่ออายุตะกอนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติการตกตะกอน (SVI) และปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งในรูปที่ 5 นอกจากนี้ EPS ทำหน้าที่เป็น Bioflocculation (Anthony et al., 2006) การลดลงของ EPS มีความสัมพันธ์กับค่าอายุตะกอนที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการตกตะกอนลดลง



รูปที่ 6. ปริมาณ MLSS ในระบบเอสบีอาร์

## สรุปผลการศึกษา

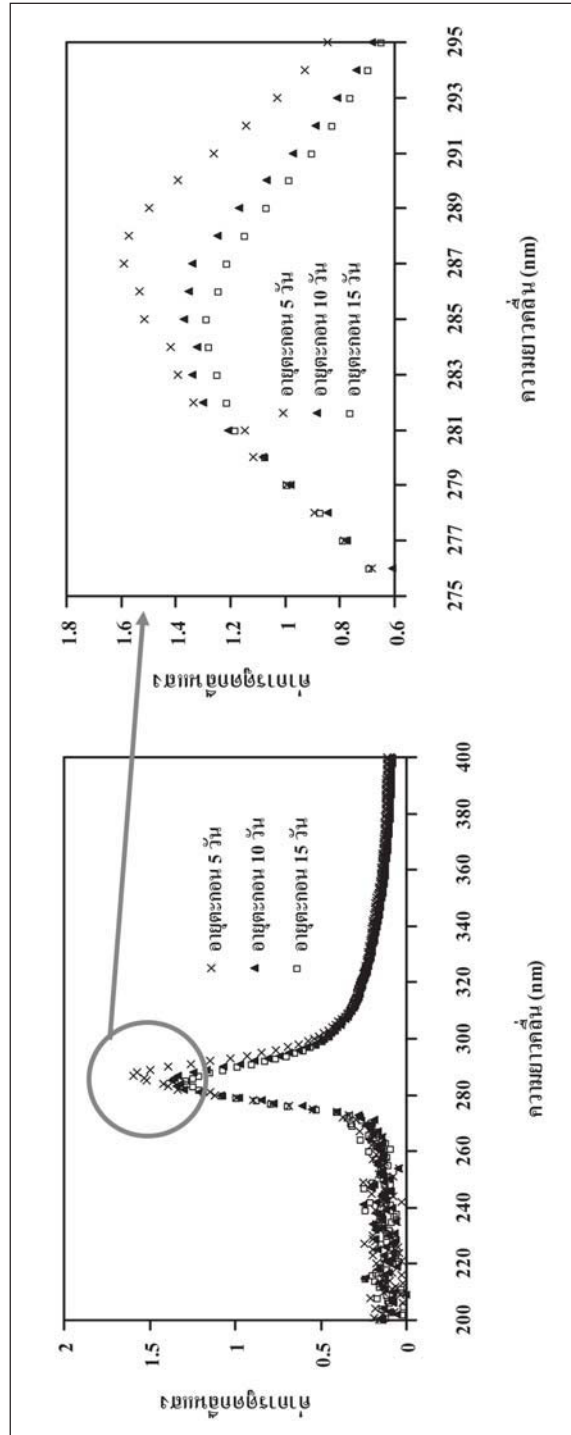
จากการศึกษาผลกระทบของอายุตะกอนต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเอสบีอาร์ พบว่าที่อายุตะกอน 5 10 และ 15 วัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราการอินทรีย์เท่ากับ 0.58 กก.ซีโอดี/ม<sup>3</sup>-วัน และแอมโมเนียที่อัตราการอินทรีย์ 0.14 กก.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ม<sup>3</sup>-วัน ปฏิกริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน เกิดได้ดีที่อายุตะกอน 10 วัน

ขึ้นไป ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่อายุตะกอน 5 และ 10 วัน มีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน นอกจากนี้ เมื่ออายุตะกอนเพิ่มขึ้นจาก 5 วัน เป็น 15 วันทำให้ปริมาณ MLSS เพิ่มขึ้นจาก 950-1000 เป็น 1750-2500 มก./ล. อัตราส่วนระหว่าง MLVSS/MLSS ค่อนข้างคงที่ในช่วง 0.91-0.93 ปริมาณโปรตีนใน EPS ลดลงเมื่ออายุตะกอนเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ความสามารถในการตกตะกอนลดลง จากงานวิจัยนี้เมื่อพิจารณาตัวแปรที่มีผลกระทบจากอายุ

ตะกอน พบว่าที่อายุตะกอน 10 วัน มีความเหมาะสมที่สุดในการบำบัดน้ำเสียในระบบเอสบีอาร์

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา และสิ่งแวดล้อมที่ให้สถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย



รูปที่ 7. ค่าปริมาณ EPS ที่วัดโดยวิธี UV/vis absorbance (รูปซ้าย: ภาพปกติ, รูปขวา: ภาพขยาย)



## เอกสารอ้างอิง

- ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2537. เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบาย น้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง.
- Anthony, M., Mathieu, S. and Corinne, C. 2006. Comparison of sludge characteristics and performance of a submerged membrane bioreactor and an activated sludge process at high solids retention time. **Water Research** 40: 2405-2415.
- APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20<sup>th</sup> edn, Washington DC, USA.
- Irvine, R. and Busch, A. W. 1979. Sequencing batch biological reactors- an overview. **J. Water pollution Control Fed.** 51: 235-243.
- Fontenot, Q., Bonvillain, C., Kilgen, M. and Boopathy, R. 2007. Effects of temperature, salinity, and carbon: nitrogen ratio on sequencing batch reactor treating shrimp aquaculture wastewater. **Bio. Tech.** 98: 1700-1703.
- Franta, J. R. and Widerer, P. A. 1997. Biological treatment of papermill wastewater by SBR to reduce residual organic. **Wat. Sci. Tech.** 35: 129-136.
- Hu, Z., Ferraina, R. A., Ericson, J.F., MacKay, A.A. and Smets, B. F. 2005. Biomass characteristics in three sequencing batch reactors treating a wastewater containing synthetic organic chemicals. **Water Research** 39: 710-720.
- Kargi, F. and Uygur, A. 2002. Nutrient removal performance of a sequencing batch reactor as a function of the sludge age. **Enz. Mic. Tech.** 31: 842-847.
- Kim, J. S., Lee, C. H. and Chang, I. S. 2001. Effect of pump shear on the performance of a crossflow membrane bioreactor. **Water Research**. 35: 2137-2144
- Liao, B. Q., Allen, D. G., Droppo, I. G., Leppard, G. G. and Liss, S. N. 2001. Surface properties of sludge and their role in bioflocculation and settleability. **Water Research**. 35: 561-564.
- Metcalf and Eddy 2004. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Fourth Edition, McGraw-Hill.
- Sombatsompop, K., Visvanathan, C. and Ben Aim, R. 2006. Evaluation of biofouling phenomenon in suspended and attached growth membrane bioreactor systems. **Desalination**. 201: 138-149.
- Sirianuntapiboon, S. 1999. Removal efficiency of batch type activated sludge system. **Suranaree J. Sci. Technol.** 6: 11-21.