การเปรียบเทียบค่า *BOD* ในน้ำทิ้งจากอาคารโดยการใช้ถังกรองไร้อากาศกับถังเก็บน้ำเสียของอาคารนอน ๓ โรงเรียนนายเรือ

(Comparison of BOD values in wastewater treated by Anaerobic Filter and by wastewater storage tank of RTNA)

น.อ. สบสุข ลีละบุตร
อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ.

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอผลการเปรียบเทียบค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) ในน้ำทิ้งจากอาคารนอน ๓ โรงเรียนนายเรือ โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศเป็นตัวเร่งการย่อยสลายสารอินทรีย์วัตถุในน้ำทิ้ง กับการ ย่อยสลายโดยวิธีปกติธรรมดาทั่วไปในถังเก็บน้ำเสีย อาคารนอน ๓ ซึ่งผลการทดลองพบว่า ถังกรอง ไร้อากาศที่สร้างขึ้น (Model) โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายทำให้การบำบัดน้ำเสียทำได้เร็วขึ้น และค่า BOD ลดต่ำลงกว่าในถังเก็บน้ำเสีย อาคารนอน ๓ โรงเรียนนายเรือ สามารถบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ดีขึ้น โดยประสิทธิภาพของแบบจำลองถังกรองไร้อากาศในการกำจัดค่า BOD สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการย่อยสลายในถังเก็บน้ำเสียอาคารนอน ๓ คิดเป็นร้อยละ ๔๖.๒ โดยใช้ช่วงเวลาการกักเก็บน้ำเสียในถังกรองไร้อากาศเป็นระยะเวลา ๒ วัน

๑. บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้น้ำย่อมมากขึ้นตามโดยลำดับ ทำให้เกิดน้ำเสียจากการอุปโภคบริโภค เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ๘๕ ของการใช้น้ำทั้งหมด[๑] ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นหากมีปริมาณมากเกินกว่าระบบในทางธรรมชาติจะรองรับได้ย่อมทำให้เกิดน้ำเน่าเสียทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่ลำรางสาธารณะ[๒]

ค่า BOD เป็นค่าที่นิยมใช้แสดงความสกปรกของน้ำเสีย และยังมีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโดยทางชีวภาพ สามารถบ่งชี้ถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic loading) และยังใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้อีกด้วย[๓]

---

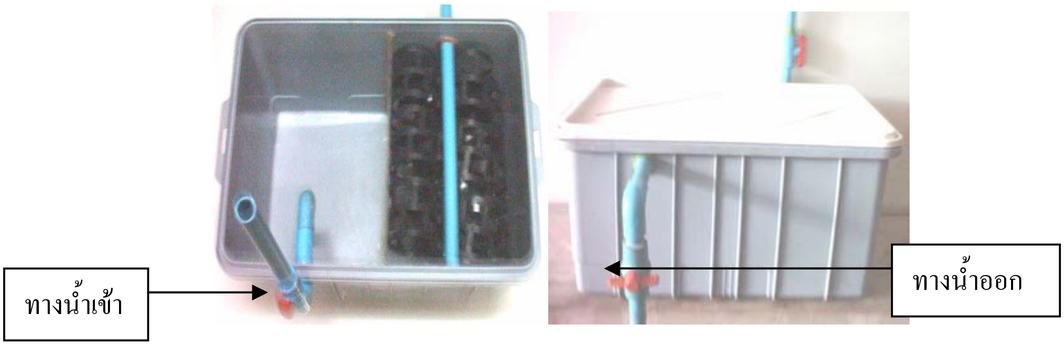
[๑] *การคำนวณน้ำทิ้งของ กทม. โดยใช้แฟกเตอร์ ๐.๘๕ คูณปริมาณการใช้ในในแต่ละวัน*

[๒] *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน*

[๓] *เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การบำบัดน้ำเสีย. ๒๕๓๙. หน้า ๓๘.*

โรงเรียนนายเรือมีการใช้น้ำประปาโดยเฉลี่ยเดือนละ ๑๐,๐๘๒ ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นน้ำทิ้งในแต่ละวันโดยเฉลี่ยประมาณ ๒๕๐ – ๓๐๐ ลูกบาศก์เมตร[๖]

ในกรณีศึกษาการเปรียบเทียบค่า BOD ในถังเก็บน้ำเสีย อาคารนอน ๓ โรงเรียนนายเรือกับถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) โดยการออกแบบ (Model) ขนาด ๓๕ x ๕๐ x ๓๐ ซม.(กว้าง x ยาว x สูง) ตามรูปที่๑ ซึ่งในรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป



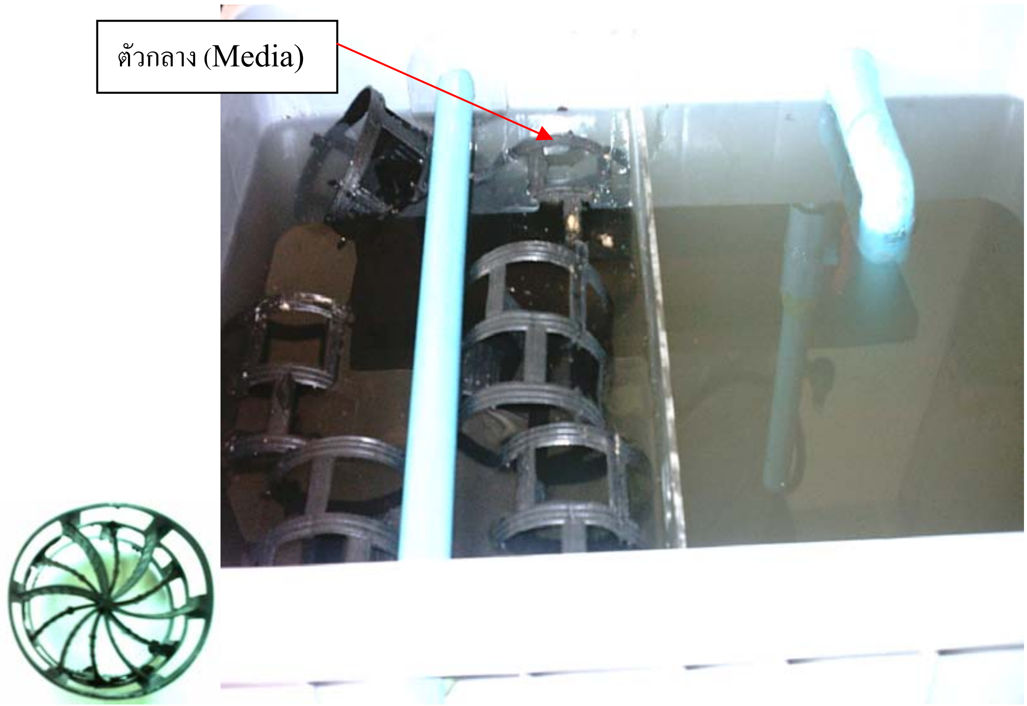
รูปที่ ๑ แสดงแบบจำลองถังไร้อากาศ

๒. หลักการออกแบบ

ถังกรองไร้อากาศ มีรูปลักษณะตามภาพที่ปรากฏ (รูปที่๑) โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบ จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งจุลินทรีย์จะเกาะอยู่บริเวณผิวของตัวกลาง (Media) และบางส่วนจะอาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างตัวกลาง ทำให้ระบบนี้ไม่ต้องมีการกวนน้ำเสียภายในถัง ตัวกลางที่สามารถใช้ได้คือ พวกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ ได้แก่ ก้อนหิน พลาสติก อิฐ ยาง ดินเผา เป็นต้น สำหรับขนาดของตัวกลางไม่ควรมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย หากขนาดและปริมาณไม่เหมาะสม ในการทดลองนี้ใช้ตัวกลางทำจากพลาสติก มี เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘.๕ ซม. สูง ๘.๕ ซม. ตามรูปที่๒ จำนวน ๑๒ อันต่อปริมาณน้ำเสียที่ผ่านเข้ามาในถังจำนวนประมาณ ๕๐ ลิตร

---

[๖]จากบทความ การนำน้ำทิ้งจากอาคารมาใช้ประโยชน์ วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๕ ฉบับที่๒ (เดือนเมษายน-มิถุนายน ๒๕๔๘) หน้า ๔๑.



รูปที่ ๒ แสดงแบบตัวกลาง (Media) ในถังกรองไร้อากาศที่ใช้ทดลอง

การทดลองใช้เวลาในการกักเก็บน้ำเสีย ๒ วัน (เวลากักเก็บน้ำของถังกรองไร้อากาศประมาณ ๗ วันขึ้นไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงขึ้น) โดยทั่วไประบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ สามารถกำจัด BOD_5 ให้ลดลงเหลือได้ไม่ต่ำกว่า 30 mg/l[5] สำหรับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร มีค่าตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

---

[5] *จากผลงานวิจัยของ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ และ เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากถังบำบัดแบบแอนแอโรบิค*

ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด						
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
๑. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	๕-๙	๕-๙	๕-๙	๕-๙	๕-๙
๒. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๓๐	ไม่เกิน ๔๐	ไม่เกิน ๕๐	ไม่เกิน ๒๐๐
๓.ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)	มก./ล.	ไม่เกิน ๓๐	ไม่เกิน ๔๐	ไม่เกิน ๕๐	ไม่เกิน ๕๐	ไม่เกิน ๖๐
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน ๐.๕	ไม่เกิน ๐.๕	ไม่เกิน ๐.๕	ไม่เกิน ๐.๕	-
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน ๕๐๐*	ไม่เกิน ๕๐๐*	ไม่เกิน ๕๐๐*	ไม่เกิน ๕๐๐*	-
๔. ค่าซัลไฟต์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน ๑.๐	ไม่เกิน ๑.๐	ไม่เกิน ๓.๐ -	ไม่เกิน ๔.๐	-
๕. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ทีเค เอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน ๓๕	ไม่เกิน ๓๕	ไม่เกิน ๔๐	ไม่เกิน ๔๐	-
๖. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๑๐๐

หมายเหตุ : ๑.วิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association, AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ร่วมกันกำหนดไว้

๒. โรงเรียนทางราชการ มีพื้นที่ใช้สอยรวมตั้งแต่ ๒๕,๐๐๐ ตร.ม.ขึ้นไป จัดอยู่ในประเภท ก.

*เป็นค่าที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำตามปกติ

แหล่งที่มา : <u>ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด</u> ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม ๑๑๑ ตอนพิเศษ ๙ง ลงวันที่ ๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๗

๓. ขั้นตอนการทดลอง

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้ถังกรองไร้อากาศกับน้ำเสียในถังเก็บอาคารนอน ๓ ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะใช้ค่า BOD เป็นเกณฑ์หลักในการพิจารณา เนื่องจากจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำเสีย ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใดและมี ค่าเกินเกณฑ์จากค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารที่กำหนดหรือไม่อย่างไร เนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำใน แต่ละวันย่อมอาจทำให้คุณภาพน้ำเสียแตกต่างกันบ้าง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะทำการสุ่มตัวอย่างน้ำเสียเป็น Batch จำนวนทั้งหมด ๓ ครั้ง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

๓.๑ เก็บตัวอย่างน้ำจากถังเก็บน้ำเสียอาคารนอน ๓ แต่ละครั้งจะแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น ๒ ส่วน ส่วนที่หนึ่งเก็บไว้ในถังเก็บตัวอย่างปิดอย่างมิดชิด และอีกส่วนหนึ่งนำไปผ่านระบบถังกรองไร้อากาศที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้ระยะกักเก็บน้ำเสีย (HRT)[๖] ที่ทำการทดลอง ๒ วัน

๓.๒ ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์[๗] จำนวน ๑๐ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลูกบาศก์เมตร บริเวณที่บรรจุตัวกลางภายหลังที่น้ำเสียเข้าเต็มถังกรอง

๓.๓ เมื่อครบกำหนดการกักเก็บน้ำเสีย ๒ วัน ทำการดันน้ำเสียออกจากระบบทางท่อน้ำออกเท่ากับจำนวนน้ำที่มีอยู่ในระบบพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำเสียหลังผ่านระบบถังกรองไร้อากาศและตัวอย่างน้ำเสียในถังเก็บส่วนที่หนึ่ง (ตามข้อ๓.๑) เพื่อนำไปทดสอบค่า pH, อุณหภูมิ และค่า BOD

๓.๔ ทำการทดลองซ้ำ จากข้อ ๓.๑ – ๓.๓ รวมทั้งหมด ๓ ครั้ง

๔. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

รายการ	ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคาร เดือน ธันวาคม ๒๕๔๘					
	ครั้งที่๑		ครั้งที่๒		ครั้งที่๓	
	*	**	*	**	*	**
๑. BOD (mg/l)	๓๑.๕	๒๐.๒	๓๐.๕	๒๒.๕	๖๔.๕	๒๕.๕
๒. pH (๕-๙)	๗.๐	๖.๘	๖.๙	๖.๙	๖.๘	๖.๙
๓. $T^{\circ}C$	๓๒	๓๑	๒๗	๒๗	๒๔	๒๔

แหล่งที่มา : กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

<u>หมายเหตุ</u> : * เป็นตัวอย่างน้ำเสียส่วนที่หนึ่งที่เก็บไว้ในถังเก็บตัวอย่างปิดอย่างมิดชิด ซึ่งเป็นตัวแทนน้ำเสียในถังเก็บของอาคารนอน ๓

** เป็นตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ

[๖] *HRT หมายถึง Hour retention Time*

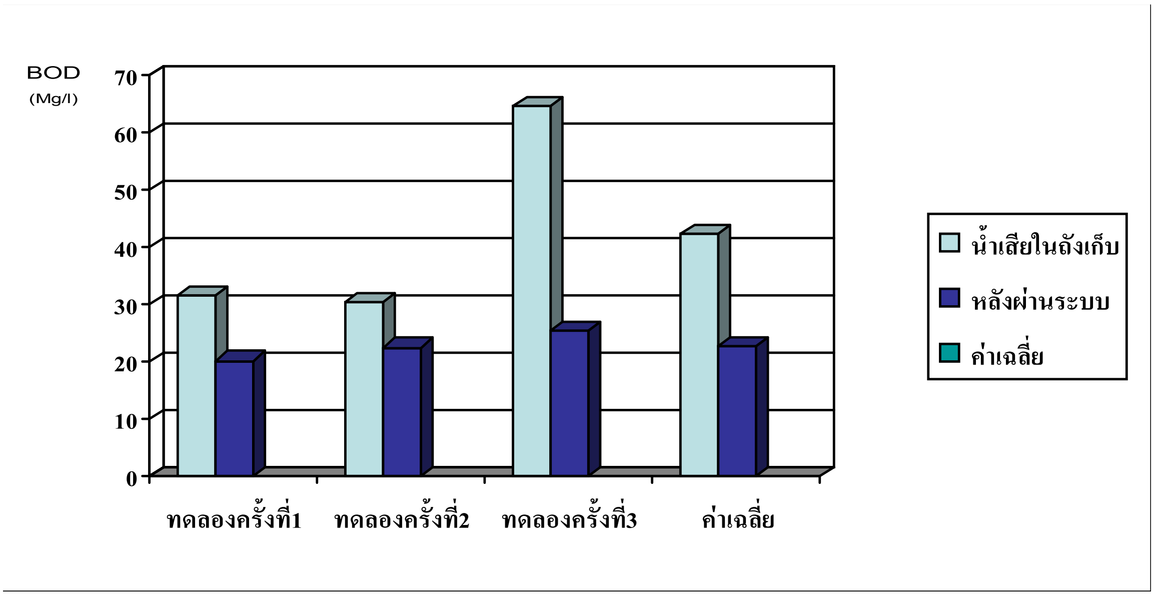
[๗] *หัวเชื้อจุลินทรีย์ประกอบด้วย Saccharomyces cerevisiae , Streptococcus faecium , Lactobacillus spp., Bacillus spp, and Organic enzyme.*

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า BOD ภายหลังผ่านระบบถังกรองไร้อากาศมีค่าลดต่ำลงกว่าน้ำเสียในถังเก็บตัวอย่างทั้ง ๓ ครั้งการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำเสียในถังเก็บตัวอย่าง ๔๒.๒ mg/l ค่าเฉลี่ยหลังผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ ๒๒.๗ mg/l และมีค่าลดลงโดยเฉลี่ย ๑๙.๕ mg/l

ค่า pH อยู่ในช่วงเกณฑ์กำหนด (๕-๙) โดยมีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าอุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามการทดลองแต่ละ Batch โดยมีค่าใกล้เคียงกันหรือเท่ากันในการทดลองแต่ละครั้ง

จากตารางสามารถเขียนกราฟเปรียบเทียบค่า BOD น้ำเสียในถังเก็บตัวอย่างและภายหลังผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ และค่าเฉลี่ย ดังแสดงตามแผนภาพที่๑



แผนภาพที่ ๑ แสดงกราฟเปรียบเทียบค่า BOD น้ำเสียในถังเก็บตัวอย่างและหลังผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ

๕. สรุป

ผลการทดลองสรุปได้ว่าน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดโดยผ่านถังกรองไร้อากาศและใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลาย จะทำให้ค่า BOD ของน้ำเสียนั้น ลดต่ำลงโดยเฉลี่ย ๑๙.๕ mg/l เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียในถังเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียของอาคารนอน ๓ โรงเรียนนายเรือ

ประสิทธิภาพของถังกรองไร้อากาศที่สร้างขึ้น (Model) ในการกำจัดค่า BOD มีค่าเท่ากับ

ค่าBOD เฉลี่ย น้ำเสียในถังเก็บตัวอย่าง - ค่า BOD เฉลี่ยที่ผ่านระบบถังกรองฯ X ๑๐๐

ค่า BOD เฉลี่ยน้ำเสียในถังเก็บตัวอย่าง

= ๔๒.๒ – ๒๒.๗ X ๑๐๐

๔๒.๒

= ๔๖.๒ %

∴ ถังกรองไร้อากาศ(Model)มีประสิทธิภาพในการกำจัดค่า BOD สูงกว่า ร้อยละ ๔๖.๒ เมื่อเทียบกับน้ำเสียในถังเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียของอาคารนอน ๓

๖. อภิปรายผล

๖.๑ อุณหภูมิ การทดลองนี้ได้ดำเนินการทดสอบในช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๘ ซึ่งมีอากาศค่อนข้างเย็นจึงทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าช่วงเกณฑ์ที่เหมาะสม (๒๘-๓๒ $^{\circ}$C)[๕] ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำลดต่ำลงด้วย ดังจะเห็นได้จากการทดลองครั้งที่ ๓ ซึ่งมีอุณหภูมิลดต่ำลงที่ ๒๔$^{\circ}$ C ทำให้ค่า BOD จากผลการทดลองสูงกว่าการทดลองสองครั้งแรก แต่เนื่องจากการทดลองอยู่ในเงื่อนไขหรือสภาวะเดียวกัน จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบค่า BOD ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำของทั้งสองระบบ

๖.๒ ค่า pH โดยเฉลี่ยมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงราว ๖.๘-๗.๐ ซึ่งเป็นผลดีต่อคุณภาพน้ำทิ้ง หากมีสภาพเป็นกรดมากจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของน้ำเสียรุนแรงมากยิ่งขึ้น

๖.๓ ค่า BOD จากการผ่านระบบถังกรองไร้อากาศ จะมีค่าน้อยกว่าที่ไม่ได้ผ่านระบบดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากระบบการออกแบบถังกรองไร้อากาศโดยใช้ตัวกลาง (Media) ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการเกาะของเชื้อจุลินทรีย์ ที่เติมลงไปในระบบ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่า น้ำเสียในถังเก็บน้ำเสียของอาคารนอน ๓ จึงทำให้ค่า BOD ที่ผ่านระบบถังกรองไร้อากาศมีค่าลดลง ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยของคุณภาพและปริมาณของน้ำเสียในแต่ละวัน ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย และขนาดของถังบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด รวมทั้งลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบำบัดให้น้อยที่สุด

๗. ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้สร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศต้นทุนต่ำโดยไม่ต้องกวนน้ำหรือติดตั้งเครื่องเป่าอากาศ น้ำเสียที่ผ่านระบบการกรองนี้จะมีคุณภาพเป็นไป

ตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมที่เหมาะสมได้ต่อไป เท่ากับเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย รวมทั้งยังได้รักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ยืนยาวสืบต่อไป

[๕] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การบำบัดน้ำเสีย. ๒๕๓๙. หน้า ๒๔๓.

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. **การบำบัดน้ำเสีย,** มิตรนราการพิมพ์, ๒๕๓๙.

ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, เสริมพล รัตสุข. **การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน,** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ๒๕๒๔.

Gasim, Syed R. Wastewater treatment plant.” 2 nd ed. Florida : CRC Press ; 1999.

Grady, C.P.Leslie ; Daiqqer, Glen T. ; Lim, Henry C ; Biological wastewater treatment. 2 nd ed.Newyork : Marcel Dekker; 1998.