อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพที่เจริญเติบโต
บนเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง

Wastewater treatment by biofilm growing on hallow fiber mambrane

ภาณุวัฒน์ ขันทอง
ไอลดา โตพานิชย์

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 25 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน 1719209
เลขเรียกหนังสือ ปร
วิ434ก
2554

โครงงานวิจัย เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง"การบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพที่เติบโตบนเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง"เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ดร. ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภิรมย์ อ่อนเส็ง)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร. ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภิรมย์ อ่อนเส็ง หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุน ด้านการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณเป็นพิเศษต่อ คุณนฤมล สิงห์กวาง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือแนะนำวิธีการวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษาค้นคว้า

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆท่าน

ภาณุวัฒน์ ขันทอง

ไอลดา โตพานิชย์

ชื่อเรื่อง การบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพที่เจริญเติบโตบนเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง
Wastewater by treatment biofilm growing on hallow fiber membrane

ผู้ศึกษา ภาณุวัฒน์ ขันทอง ไอลดา โตพานิชย์

ที่ปรึกษา ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล

ประเภทสารนิพนธ์ โครงงานวิจัย วท.บ. สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 2556

คำสำคัญ ฟิล์มชีวภาพ เส้นใยกลวง ไนโตรเจน

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบฟิล์มชีวภาพที่ให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและเจริญเติบโตบนผนังของเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวงนั้นถูกทำการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการโดยถังพลาสติกขนาดความจุ 2.5 ลิตร และภายในบรรจุเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวงถูกใช้เป็นถังปฏิกรณ์ สำหรับทำการทดลองในการทดลองได้ทำการควบคุมระยะเวลาในการเก็บกักน้ำภายในถังปฏิกรณ์ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมง และใช้เครื่องเติมอากาศขนาดเล็กเป็นอุปกรณ์ในการควบคุมการเกิดสภาวะที่มีอากาศและสภาวะที่ขาดอากาศขึ้นภายในถังปฏิกรณ์ เพื่อให้เกิดกระบวนการกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียได้จากการทดลองประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากอาคารเรียนรวมคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ระยะเวลาการเก็บกักน้ำ 8 ชั่วโมงมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดสามารถบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนรวมได้ร้อยละ66.2 และ 39.7 ตามลำดับ

สารบัญ

บทที่	หน้า
หน้าอนุมัติ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
ขอบเขตของงานวิจัย	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
น้ำเสีย	4
หลักการกำจัดธาตุอาหารในน้ำเสียทางชีวภาพ	4
การกำจัดไนโตรเจน	7
การดูแลควบคุมระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบเอสบีอาร์	10
ข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์	12
การประยุกต์ใช้ระบบเอสบีอาร์ในการกำจัดไนโตรเจนและอินทรีย์คาร์บอน	12
3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
อุปกรณ์และเครื่องมือ	13
การติดตั้งแบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง	17
การเดินระบบ เก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์น้ำ	18

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	19
พีเอช	19
ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน หรือ ซีโอดี	21
ไนโตรเจน	23
5 บทสรุป	31
สรุปผลการวิจัย	31
อภิปรายผลการวิจัย	31
ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก	36
ประวัติผู้วิจัย	43-44

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	หน่วยปฏิบัติการและหน่วยกระบวนการที่ใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ ไนโตรเจน	2
2	อัตราการเกิดน้ำเสีย	4
3	มาตรฐานไนโตรเจนในแหล่งน้ำปิดของบางประเทศ	6
4	วิธีการกำจัดไนโตรเจนรูปต่างๆ	8
5	วิธีที่ใช้วิเคราะห์	18
6	แสดงประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน (ซีโอดี) และไนโตรเจนในแต่ละชุดการทดลอง	30

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ	7
2	ขั้นตอนการทำงานของระบบเอสบีอาร์	11
3	ถังพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองระบบบำบัด	13
4	แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง	14
5	เครื่องปั๊มกวนน้ำ	14
6	เครื่องปั๊มสูบน้ำ	15
7	สายยางสูบน้ำ	15
8	ปั๊มออกซิเจนเติมอากาศ	16
9	ฟิล์มชีวภาพแบบเส้นใยUF	16
10	แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง	17
11	แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงในการเดินระบบจริง	17
12	ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในช่วงเวลา 4 6 และ 8 ชั่วโมง	20
13	ค่าซีโอดีของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดในช่วงเวลา 4 6 และ 8 ชั่วโมง	22
14	ปริมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง	24
15	ปริมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	26
16	ปริมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง	28
17	ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 4 6 และ 8 ชั่วโมง	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญส่วนหนึ่งภายในระบบนิเวศ มนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ใช้ในการทำการเกษตร ใช้ในการทำอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น เมื่อน้ำถูกใช้ในกิจกรรมต่างๆก็จะกลายเป็นน้ำเสียและถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งธรรมชาติอีกครั้งหนึ่งซึ่งการปนเปื้อนน้ำเสียในแหล่งน้ำนั้นก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำขึ้น สำหรับปัญหาน้ำเสียในประเทศไทยเริ่มทวีความรุนแรงขึ้นทั้งนี้เกิดจากการปล่อยน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนธาตุอาหารจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือการเกษตรลงสู่แวดล้อมโดยไม่ผ่านการกำจัดธาตุอาหารเหล่านั้นให้อยู่ในมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดธาตุอาหารเหล่านั้นคือ ไนโตรเจน สารไนโตรเจนในน้ำเสียควรต้องมีการกำจัดก่อนปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะไนโตรเจนในฟอร์มของไนเตรทสามารถปนเปื้อนในน้ำดื่ม น้ำใช้ ทำให้เกิดการเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดโรคเด็กตัวเขียวในเด็กทารกและไนโตรเจนยังเป็นธาตุอาหารหลักที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตเกินขีดของสาหร่าย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำขุ่นมีกลิ่นและมีสีหรือเรียกปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น หรือปรากฏการณ์สาหร่ายพรั่งพลูเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วเช่น สหรัฐอเมริกาและประเทศในกลุ่มยุโรปได้มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งที่เกี่ยวข้องกับธาตุอาหารไนโตรเจนอย่างเข้มงวดเพราะได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดจากธาตุอาหารดังกล่าวเช่น มีการกำหนดมาตรฐานของไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากชุมชนในประเทศยุโรปเท่ากับ 10 – 15 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของไนโตรเจนจากชุมชนในบางพื้นที่ของประเทศเท่ากับ 1.5 – 3.0 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร

สำหรับมาตรฐานน้ำทิ้งในประเทศได้มีการกำหนดว่า ไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำทิ้งที่ระบายจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนต้องน้อยกว่า 20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร(ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,2553) และเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพตามที่มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดระบบบำบัดน้ำเสียที่มีคุณภาพในการกำจัดธาตุอาหารไนโตรเจนจึงต้องถูกนำมาใช้บำบัดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดก่อนถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป

ตาราง 1 หน่วยปฏิบัติการและหน่วยกระบวนการที่ใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ ไนโตรเจน

สาร	หน่วยปฏิบัติการและหน่วยกระบวนการ
สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ (Biodegradable Organics)	ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์(Activated sludge) ระบบโปรยกรอง(Trickling filters) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ,อาร์บีซี (Rotating Biological Contactors ,RBC) ระบบสระ (Lagoon) ระบบถังทรายกรอง (Sand filtration) ระบบบำบัดโดยดิน (Land treatment) ระบบการบำบัดทางกายภาพเคมี (Physico-Chemical)
ไนโตรเจน (Nitrogen)	ไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันแบบการเติบโตแบบแขวนลอย (Suspended-growth Nitrification and Denitrification) ไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันแบบการเติบโตแบบฟิล์มตรึง (Fixed – film Nitrification and Denitrification) การไล่ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia stripping exchange) การเติมคลอรีนเบรกพอยท์ (Breakpoint chlorination) ระบบบำบัดโดยดิน (Land treatment)

ที่มา: (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2536)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพแบบทั่วไป ส่วนใหญ่นั้นสามารถบำบัดสารอาหารไนโตรเจนได้แต่จะยังมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการดีไนตริฟิเคชันไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันที่สมบูรณ์ขึ้นในระบบบำบัด หากต้องการให้เกิดกระบวนการดังกล่าวอย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องมีการแยกกระบวนการบำบัดทำให้กระบวนการบำบัดนั้น มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นและลงทุนสูงขึ้นหากจะทำการกำจัดสารอาหารไนโตรเจนให้หมดไป

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพในการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ศึกษาเป็นขนาดระดับห้องปฏิบัติการ (labscale)

1.3.2 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาใช้น้ำเสียจากอาคารเรียนของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.3.3 ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยวัดประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน

1.3.4 พารามิเตอร์ในการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ได้แก่

- ซีโอดี แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ทีเคเอ็น

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสารปนเปื้อนในปริมาณสูงจนกลายเป็นน้ำที่ไม่ต้องการใช้ ไม่น่าดู ไม่สามารถยอมรับได้และส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติหากมีการปนเปื้อนเกิดขึ้น แหล่งกำเนิดของน้ำเสีย แบ่งเป็น 3 แหล่งใหญ่ ๆ คือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำเสียจากการเกษตร (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

2.1.1 น้ำเสียชุมชน

น้ำเสียชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือนและอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือนอาคารจะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคารแสดงตาราง 2

ตาราง 2 อัตราการเกิดน้ำเสีย(ลิตร/คน/วัน)

ภาค	อัตราการเกิดน้ำเสีย(ลิตร/คน/วัน)					
	2536	2540	2545	2550	2555	2560
กลาง	160-214	165-242	170-288	176-342	183-406	189-482
เหนือ	183	200	225	252	282	316
ตะวันออกเฉียงเหนือ	200-253	216-263	239-277	264-291	291-306	318-322
ใต้	171	195	204	226	249	275

ที่มา: โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

2.2 หลักการกำจัดธาตุอาหารในน้ำเสียทางชีวภาพ

2.2.1 น้ำเสียที่มีธาตุอาหารมากเกินไปอาจก่อให้เกิดผลกระทบดังนี้

1) ความต้องการออกซิเจนของไนโตรเจน

การบำบัดในระบบแบบเดิมจะมุ่งเน้นกำจัดเฉพาะบีโอดีไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนได้ถ้าการบำบัดเช่นนี้ สามารถลดบีโอดีจาก 100 ไปเป็น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรตามมาตรฐานจะลดความต้องการออกซิเจนในน้ำลงเพียง 80 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตรแต่ถ้าไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์และแอมโมเนียหรือเรียกว่า"ทีเคเอ็น"ถูกปล่อยระบายลงน้ำในอัตราส่วน 30 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ซึ่งจะเกิดความต้องการออกซิเจนเพื่อมาออกซิไดซ์สารไนโตรเจนนี้ให้เป็นไนเตรทหรือเรียกว่า"เอ็นโอดี"หรือความต้องการออกซิเจนโดยไนโตรเจนเท่ากับ 30*4.57=137 มิลลิกรัมออกซิเจน

ต่อลิตร ดังสมการ(2.1)ถึง(2.3) แสดงให้เห็นว่าค่าความต้องการออกซิเจนโดยไนโตรเจนนี้มากพอหรือมากกว่าค่าความต้องการออกซิเจนจากสารอินทรีย์คาร์บอนการกำจัดแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและอินทรีย์ไนโตรเจนออกจากน้ำเสียจึงมีความจำเป็นอย่างมาก

$$2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow{\text{nitrosomonas}} 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+ \quad \text{.....(2.1)}$$

$$2NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\text{nitrobacter}} 2NO_3^- \quad \text{.....(2.2)}$$

$$2NH_4^+ + 4O_2 \longrightarrow 2NO_3^- + 2H_2O + 4H^+ \quad \text{.....(2.3)}$$

2) ความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนเตรท

การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำถ้าหากพีเอชของแหล่งน้ำสูงมากหรือเท่ากับ 8 เกลือแอมโมเนียในน้ำเสียอาจจะถูกแปรสภาพไปเป็นแอมโมเนียอิสระความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำจะมากตามไป องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Enviromental Protection Agency) ได้รายงานว่าแอมโมเนียอิสระเพียง 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรก็จะสามารถเป็นพิษรุนแรงต่อปลาในแหล่งน้ำหลายชนิดได้ (U.S. EPA, 1987.)

$$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+ \quad \text{.....(2.4)}$$

$$Ka = [NH_3][H^+] / [NH_4^+] \quad \text{.....(2.5)}$$

เมื่อ Ka = ค่าคงที่ของการแตกตัวเป็นไอออนซึ่งมีค่าเท่ากับ $3.98*10^{-10}$ ที่ 20 องศาเซลเซียส และ$5.68*10^{-10}$ที่ 25 องศาเซลเซียส

$[NH_3]$ = ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (โมลต่อลิตร)

$[H^+]$ = ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (โมลต่อลิตร)

$[NH_4^+]$ = ความเข้มข้นของแอมโมเนียไอออน (โมลต่อลิตร)

3) พิษของโรคเด็กตัวเขียว

ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำขนาดใหญ่ สามารถถูกออกซิไดซ์ให้ไปเป็นไนเตรทจนหมด เนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถซึมผ่านลงในแหล่งน้ำได้จึงเกิดการเติมอากาศจากบรรยากาศขึ้นทำให้แหล่งน้ำมีค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่มากเพียงพอที่สิ่งมีชีวิตในน้ำจะยังดำรงอยู่ได้ไนเตรทที่ถูกออกซิไดซ์และอยู่ในแหล่งน้ำสามารถแทรกซึมไปสู่บ่อน้ำหรือบ่อบาดาลบริเวณใกล้เคียงได้ หากชุมชนนำน้ำบริเวณนั้นมาใช้อุปโภคบริโภคปัญหาที่เกิดตามมาคือ โรคเด็กตัวเขียวซึ่งเกิดจากเด็กอ่อนบริโภคน้ำที่มีไนเตรทสูงเกินไป การประปานครหลวง กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข(2524) กระทรวงอุตสาหกรรม(2521) และสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม(2521) ของประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานของไนเตรทในน้ำดื่มไว้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร หรือ45 มิลลิกรัมไนเตรทต่อลิตร

4) ผลสืบเนื่องจากยูโทรฟิเคชัน

ธาตุอาหารไนโตรเจนมากเกินในแหล่งน้ำปิด อาทิเช่น ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำหรือห้วย คลอง หนองบึง ที่เวลากักเก็บน้ำมากกว่า 20 วันจะเกิดปัญหายูโทรฟิเคชันเกิดขึ้นได้(WEF,1998) ส่งผลให้เกิดปลาตายในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากเกิดการแย่งใช้ออกซิเจนโดยสาหร่ายในช่วงเวลากลางคืนจนทำให้ค่าดีโอลดลงจนถึงศูนย์ดังนั้นการกำจัดไนโตรเจนออกจากน้ำเสียจึงมีความจำเป็นและสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันนี้ภาวะสาหร่ายสะพรั่งหรือเบ่งบานยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปอื่นๆตามมาอีกคือ ธาตุอาหารที่ปล่อยทิ้งก่อให้การเจริญเติบโตของสาหร่าย เมื่อสาหร่ายตายลงและตกจมลงสู่ก้นทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำสามารถเกิดการย่อยสลายทางธรรมชาติได้ สารอินทรีย์จากสาหร่ายนี้จะย่อยสลายทางชีววิทยาได้ช้าผลที่ตามมาคือความต้องการออกซิเจนที่ละลายอยู่ในมวลของน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากขึ้น ทำให้ค่าดีโอในอ่างเก็บน้ำลดลงจนเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสัตว์น้ำอื่นๆในแหล่งน้ำการกำจัดธาตุอาหารจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในภาวะปัจจุบัน ตัวอย่างค่ามาตรฐานไนโตเจนในแหล่งน้ำปิดของบางประเทศได้แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 มาตรฐานไนโตรเจนในแหล่งน้ำปิดของบางประเทศ

สาร	มาตรฐาน	เหตุผล	อ้างอิง
แอมโมเนีย	0.016 มิลลิกรัม N ต่อลิตร 0.02มิลลิกรัม NH3ต่อลิตร 0.4 มิลลิกรัม NH3 ต่อลิตร	ความเป็นพิษ อนุรักษ์ปะการัง, แหล่งธรรมชาติ, เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล	(U.S. EPA, 1987.) (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2534.)
ไนไตรท์	0.06 มิลลิกรัม N ต่อลิตร	ความเป็นพิษ	(CCREM, 1986.)

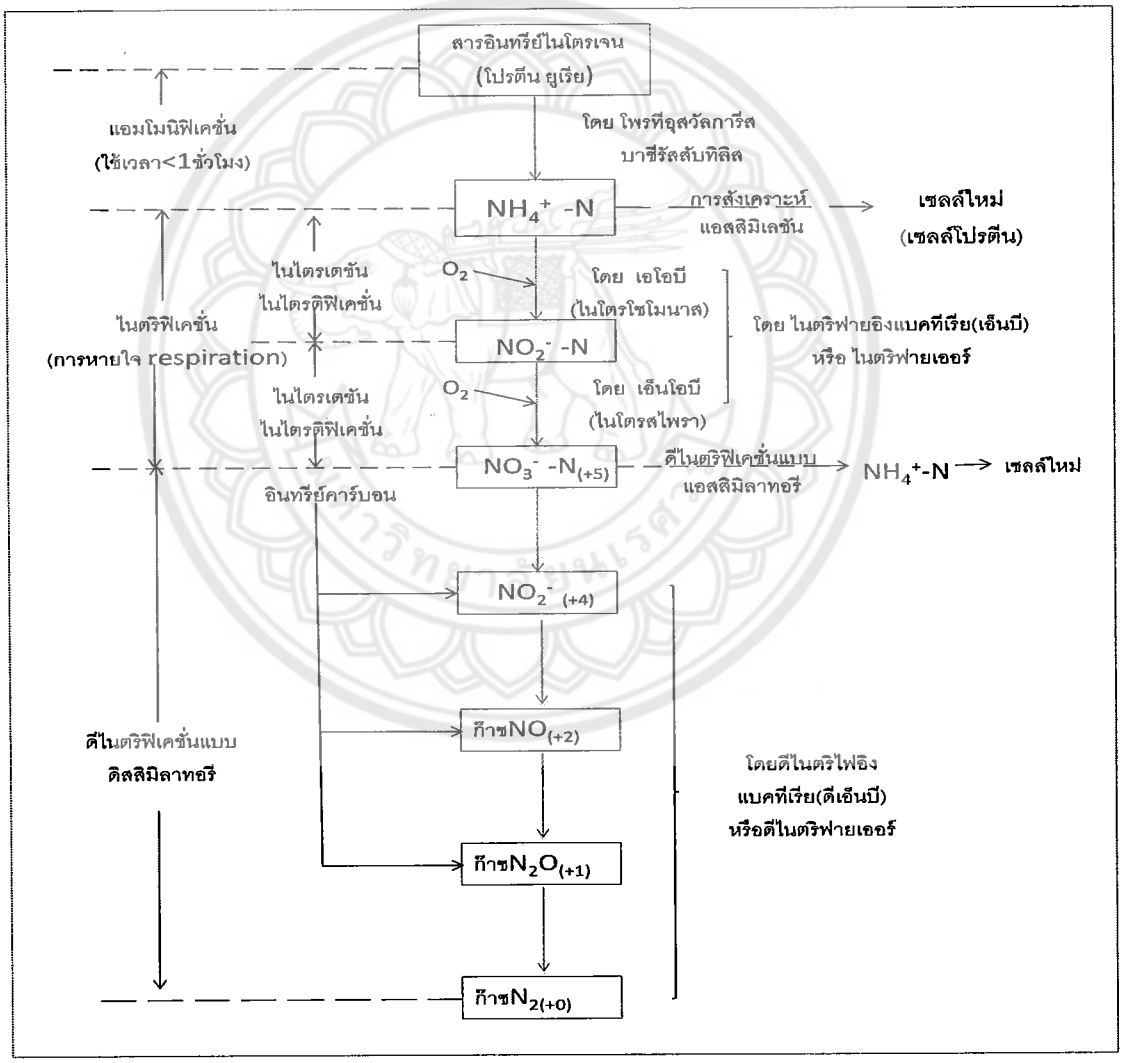
ที่มา: (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2001)

2.3 การกำจัดไนโตรเจน

2.3.1 หลักการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ

ไนโตรเจนในน้ำเสียมีอยู่ 4 ชนิดคือ แอมโมเนียสารอินทรีย์ไนโตรเจนไนไตรท์และไนเตรทในน้ำเสียทั่วไป จะพบไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียสัดส่วนโดยประมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆ คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจนประมาณร้อยละ 40 แอมโมเนียประมาณร้อยละ 60และอยู่ในรูปของไนไตรท์และไนเตรทประมาณน้อยกว่าร้อยละ 1

สำหรับหลักการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพสามารถสรุปขั้นตอนและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องได้ตามภาพ 1 และสรุปเป็นตารางได้ตามตาราง 4 รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนและปฏิกิริยา



ภาพ1 ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ

หมายเหตุ: ไนโตรเจนที่ลดลงเนื่องจากการเอาไปสร้างเซลล์ใหม่นั้นมีปริมาณน้อยมาก ปริมาณร้อย 3 ของค่าซีโอดีที่ถูกกำจัด

ที่มา: (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2001)

จากภาพ 1 จะเห็นได้ว่าการกำจัดไนโตรเจนทางชีววิทยาต้องอาศัยจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียอยู่สองกลุ่ม กลุ่มแรกมีหน้าที่ออกซิไดซ์ไนโตรเจน (ในรูปรีดิวซ์) ให้เป็นไนเตรท จากนั้นแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งจะลดรูปไนโตรเจนนี้ให้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนออกจากระบบขั้นตอนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้ระบบจะเริ่มต้นที่กระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน

ตาราง 4 วิธีการกำจัดไนโตรเจนรูปต่างๆ

ประเภทของไนโตรเจน	จุดมุ่งหมายและวิธีการกำจัดไนโตรเจน		
	เปลี่ยนรูปแบบของไนโตรเจน	กำจัดไนโตรเจนออกจากน้ำเสีย	สร้างเซลล์
สารอินทรีย์ไนโตรเจน	แอมโมนิฟิเคชัน (เปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม)	-	-
แอมโมเนียม	ไนตริฟิเคชัน (เปลี่ยนเป็นไนเตรท)	-	แอสสิมิเลชัน (เปลี่ยนเป็นโปรตีน)
ไนไตรท์	ไนตริฟิเคชัน (เปลี่ยนเป็นไนเตรท)	ดีไนตริฟิเคชัน	-
ไนเตรท		ดีไนตริฟิเคชัน (เปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน)	แอสสิมิเลชัน (เปลี่ยนเป็นโปรตีน)

ที่มา: (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2542)

กระบวนการการเปลี่ยนรูปและกำจัดไนโตรเจนทางชีววิทยา สามารอธิบายเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1) แอมโมนิฟิเคชัน

แอมโมนิฟิเคชันคือ กระบวนการที่เปลี่ยนรูปสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนไปอยู่ในรูปอนินทรีย์มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่มีบทบาทในขั้นตอนนี้เช่น แบคทีเรีย แอคทิโนมัยซีทิส ฟังไจ แอมโมเนียผลิตขึ้นได้โดย

(1.1) ปฏิกิริยาภายนอกเซลล์ที่มีต่อ ซากสัตว์ ซากพืช และอุจจาระ

(1.2) การหายใจแบบเอนโดจีนัสของเซลล์มีชีวิตและจากซากเซลล์รวมทั้งเซลล์ที่แตกส่วนการไฮโดรไลซ์ของยูเรียโดยเอนไซม์ยูรีเอสก็ปล่อยแอมโมเนียมออกมาได้เช่นกัน

2) ไนตริฟิเคชัน

ไนตริฟิเคชันคือ กระบวนการแอมโมนิฟิเคชันจนสารอินทรีย์ไนโตรเจนแปรรูปไปเป็นแอมโมเนียแล้วจะเกิดกระบวนการสังเคราะห์หรือแอสสิมิเลชันของไนโตรเจนนำไปสร้างเป็นเซลล์(โปรตีน)ใหม่ของธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียจะมีปริมาณเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของเฮเทอโรทรอฟหรือโอเอชโอในขณะเดียวกันถ้าสารอาหารชนิดคาร์บอนลดลงจนเหลือน้อยและระบบยังอยู่ในภาวะแอโรบิกจะเกิดการหายใจโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันขึ้น กระบวนการนี้จะแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนย่อยคือ ไนไตรติฟิเคชันและไนเตรติฟิเคชันในขั้นตอน

ไนตริฟิเคชันนี้จุลินทรีย์ทั้งชนิดเฮเทอโรทรอฟและออโตทรอฟจะมีบทบาททั้งคู่ แต่เมื่อเทียบกันแล้วจุลินทรีย์ชนิดหลังมีบทบาทมากกว่ามากในบางกรณีบทบาทของจุลินทรีย์เฮเทอโรทรอฟ (ใช้สารอินทรีย์คาร์บอน และออกซิไดซ์แอมโมเนียไปเป็นไนเตรท) ไม่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ของกระบวนการที่ออโตทรอฟออกซิไดซ์แอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์และไนเตรทภายใต้ภาวะแอโรบิกจะได้พลังงานออกมาด้วยจุลินทรีย์จะใช้พลังงานที่ได้นี้ไปดึงคาร์บอนไดออกไซด์หรือไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตมาเป็นแหล่งคาร์บอนต่อไปปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะมีการปล่อยไฮโดรเจนไอออน ทำให้ระบบต้องมีสภาพเป็นด่างไม่เช่นนั้นบัฟเฟอร์จะมีไม่พอทำให้พีเอชในถังปฏิกิริยาลดลง และทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้ในขั้นตอนย่อยแรกแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ออกซิไดซ์แอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์เรียกว่า Ammonium oxidizing bacteria หรือ AOB ส่วนในขั้นตอนย่อยที่สองแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ออกซิไดซ์ไนไตรท์ไปเป็นไนเตรทเรียกว่า Nitrite oxidizing bacteria หรือNOB

(2.1) สมการไนตริฟิเคชัน

$$2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow{AOB} 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+$$

$$2NO_2^- + O_2 \xrightarrow{NOB} 2NO_3^-$$

$$\text{รวม } NH_4^+ + 2O_2 \longrightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

} Aerobic

3) ดีไนตริฟิเคชัน

ดีไนตริฟิเคชันคือ กระบวนการไนโตรเจนถูกแปรรูปมาอยู่ในรูปของไนเตรทแล้วสามารถถูกลดรูปหรือถูกกำจัดออกจากระบบได้ 2 ทาง

(3.1) วิธีแอสสิมิเลชันคือ จุลินทรีย์ต้องการไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนไนโตเจนที่ดีที่สุดสำหรับการนี้คือไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียแต่ถ้าไม่มีแอมโมเนียในระบบหรือมีไม่พอจุลินทรีย์บางชนิด จะสามารถลดรูปไนเตรทไปเป็นแอมโมเนียและเอามาใช้ในวิธีนี้ไนเตรทจะถูกดีไนตริฟายด์และลดรูปไปเป็นแอมโมเนียด้วยเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทสหลายชนิดก่อนที่จะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ในการสังเคราะห์หรือสร้างเซลล์เป็นโปรตีนหรือกรดนิวเคลอิกผ่านกระบวนการที่เรียกว่าแอสสิมิเลชันขั้นตอนนี้จึงเรียกว่าดีไนตริฟิเคชันแบบแอสสิมิเลชัน

(3.2) วิธีดิสสิมิเลชันคือ จุลินทรีย์ดีไนตริฟายเออร์เป็นได้ทั้งแบบเฮเทอโรทรอฟและออโตทรอฟเหมือนกับในขั้นตอนไนตริฟิเคชันแต่ต่างตรงภาวะนี้ต้องเป็นแบบแอนอกซิกคือมีไนเตรทแต่ไม่มีออกซิเจนอิสระและกลับกันตรงที่ในขั้นตอนนี้เฮเทอโรทรอฟมีบทบาทมากกว่าออโตทรอฟอย่างมาก จุลินทรีย์แบบเฮเทอโรทรอฟนี้ต้องการสารอินทรีย์คาร์บอนเข้าสู่ระบบด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งจะเห็นได้ว่าต้องมีการใช้อินทรีย์คาร์บอนในการลดรูปของไนโตรเจนทุกขั้นตอนตั้งแต่ ไนเตรทเลขวาเลนซี+5 ไปเป็นไนไตรท์เลขวาเลนซี+4 ก๊าซไนตริออกไซด์เลขวาเลนซี+2 ก๊าซไนตรัสออกไซด์เลขวาเลนซี+1ไปจนถึงก๊าซไนโตรเจนเลขวาเลนซีเป็นศูนย์ ก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมากดีไนตริฟายเออร์นี้เป็นได้ทั้งออร์กาโนทรอฟได้พลังงานจากสารอินทรีย์ลิโธทรอฟได้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมีและโฟโตทรอฟได้พลังงานจากแสง

(3.3) สมการดีไนตริฟิเคชัน

$$8NO_3^- + 5CH_4 \longrightarrow 4N_2 + 5CO_2 + 6H_2O + 8OH^- \quad \text{Anoxic}$$

2.4 การดูแลควบคุมระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบเอสบีอาร์

หลักการทำงานของระบบเอสบีอาร์เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ชนิดหนึ่งที่มีหน่วยเติมอากาศและหน่วยตกตะกอนเป็นหน่วยเดียวกัน โดยทำหน้าที่ของแต่ละหน่วยในแต่ละช่วงเวลากัน ขั้นตอนการทำงานของระบบ แสดงดังภาพ 2

2.4.1 ขั้นตอนการเดินระบบบำบัดน้ำทิ้ง

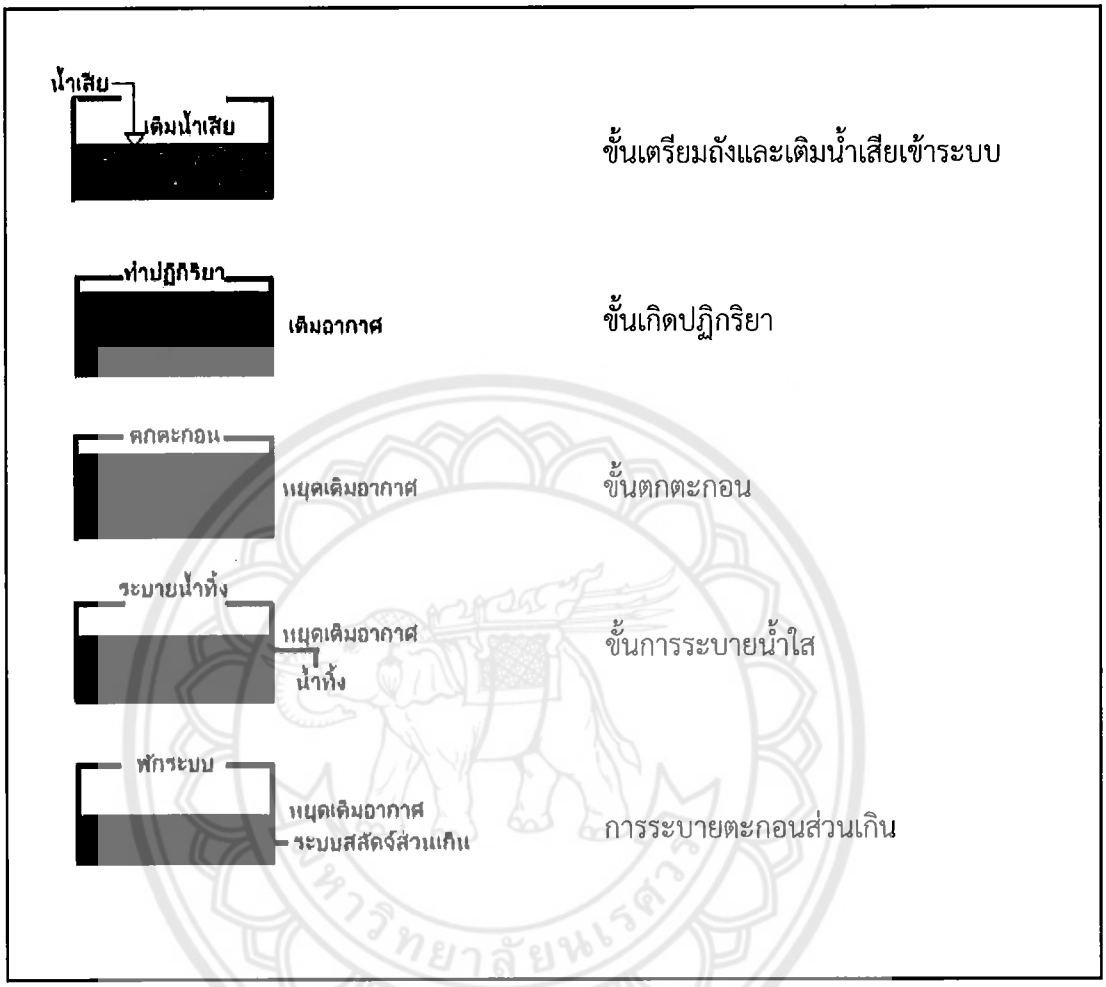
จากภาพ 2 อธิบายการทำงานของแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

1) ขั้นเตรียมถังและเติมน้ำเสียเข้าระบบ

เป็นการเตรียมความพร้อมของถัง เพื่อใช้ทำหน้าที่เป็นถังเติมอากาศหรือถังปฏิกิริยาคือภายในถังจะต้องมีจุลินทรีย์ที่พร้อมจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่จะเข้าสู่ถังอย่างเพียงพอ รวมทั้งต้องมีเครื่องเติมอากาศที่พร้อมจะให้ออกซิเจนละลายน้ำและการกวนได้อย่างทั่วถึง นอกจากนี้ปริมาตรที่เหลือภายในถังจะต้องเพียงพอที่จะรองรับน้ำทิ้งที่จะเข้าสู่ถังในแต่ละแบตช์ด้วย เมื่อถังมีความพร้อมจะเติมน้ำเข้าระบบ

2) ขั้นเกิดปฏิกิริยา

เป็นขั้นตอนที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และธาตุอาหารที่ปนอยู่ในน้ำทิ้งซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็นช่วงต่างๆตามจุดประสงค์ที่ต้องการ เช่นช่วงแอนแอโรบิก ออกซิกและแอนอกซิกและการที่จะเกิดปฏิกิริยาในแต่ละช่วงอาศัยกระบวนการและเงื่อนไขเฉพาะเช่น ช่วงออกซิกมีการกวนเพื่อให้จุลินทรีย์มีโอกาสสัมผัสกับสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำได้อย่างทั่วถึงและมีระยะเวลาในช่วงการเติมอากาศนานพอที่จะทำให้จุลินทรีย์ดูดซับสารอินทรีย์ที่ถูกปล่อยออกมาได้อย่างเต็มที่และจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นมีระดับขั้นการเติบโตที่สามารถรวมตัวกันเป็นกลุ่มตะกอนที่จะสามารถตกตะกอนในขั้นต่อไป



ภาพ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบเอสบีอาร์

ที่มา: http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=118&hit=1

3) ขั้นตกตะกอน

เป็นขั้นตอนที่ใช้แยกตะกอน(จุลินทรีย์)ออกเป็นส่วนที่เป็นน้ำซึ่งมีคุณภาพดีแล้ว โดยการหยุดเครื่องเติมอากาศและเครื่องกวน เพื่อให้เกิดสภาพนิ่งและให้ตกตะกอนลงสู่ก้นถัง ประสิทธิภาพการตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มตะกอนที่เกิดขึ้นความนิ่งของน้ำในถังและระยะเวลาการตกตะกอน

4) ขั้นการระบายน้ำใส

เป็นขั้นตอนการระบายน้ำส่วนใสหรือน้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งอยู่ด้านบนของชั้นตะกอนการระบายน้ำส่วนใสนี้จะใช้วิธีใดก็ได้ที่จะไม่ทำให้ตะกอนฟุ้งและหลุดออกไปกับน้ำส่วนใส นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการระบายก็ไม่ควรจะนานเกินไปเพราะจะทำให้ระยะเวลาการหยุดเครื่องเติมอากาศจนทำให้ค่าดีโอต่ำลงถึงศูนย์นานเกินไป ซึ่งเป็นผลเสียต่อจุลินทรีย์ในถังและหากในน้ำ

ตะกอนมีสารไนเตรทปริมาณมากก็จะทำให้เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันในอัตราสูงจนเป็นสาเหตุของตะกอนลอยได้

5) การระบายตะกอนส่วนเกิน

สำหรับการระบายตะกอนส่วนเกินไปกำจัดควรทำหลังจากการระบายน้ำส่วนใสเสร็จแล้วทั้งนี้เนื่องจากการระบายตะกอนอาจทำให้ตะกอนฟุ้ง ซึ่งหากมีการระบายน้ำส่วนใสขณะนั้นอาจทำให้ตะกอนที่ฟุ้งหลุดออกไปกับน้ำส่วนใสด้วยการแก้ไขทำได้โดยจะเก็บกักไว้ให้สลายตัวไปเองเหมือนแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบการเติมอากาศยืดเวลาหรือระบายตะกอนเมื่อสิ้นสุดช่วงปฏิกิริยาก็ได้ซึ่งจะเป็นการควบคุมอายุของตะกอนด้วย

2.5 ข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

(1) ระบบจะรวมส่วนของถังพัก ถังเติม อากาศและถังตกตะกอนในถังเดียวกันทำให้ลดพื้นที่ก่อสร้าง

(2) ระบบสามารถเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะและปริมาณน้ำเสียได้

(3) ระบบไม่จำเป็นต้องหมุนเวียนตะกอนเพราะตะกอนจุลินทรีย์อยู่ในถังปฏิกิริยาตลอดเวลา

(4) ระบบสามารถรับการเปลี่ยนแปลงภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ดีโดยน้ำเสียที่เข้าระบบถูกเจือจางลงโดยน้ำในถังปฏิกิริยาซึ่งที่ทำการบำบัดแล้วในรอบการทำงานที่ผ่านมา

(5) การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกเส้นใยสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมระบบการทำงานในขั้นตอนการเติมน้ำเสีย

(6) ระบบสามารถควบคุมอินทรีย์คาร์บอน และไนไตรท์/ไนเตรทได้โดยกระบวนการของไนตริฟิเคชัน-ดีไนตริฟิเคชันอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์เดียวกัน

(7) ระบบมีศักยาภาพในการลดมลพิษไนโตรเจนและอินทรีย์คาร์บอนจากน้ำเสีย

2.6 การประยุกต์ใช้ระบบเอสบีอาร์ในการกำจัดไนโตรเจนและอินทรีย์คาร์บอน

เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์และสารอาหารไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสียระบบพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถควบคุมง่าย และเหมาะสำหรับใช้ในการบำบัดทั้งน้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีน้ำเสียไม่มาก โดยปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมการนำระบบเอสบีอาร์มาใช้งานนั้นสามารถใช้ในรูปของจุลินทรีย์แขวนลอยหรือแบบฟิล์มชีวภาพโดยการประยุกต์ใช้ในรูปของฟิล์มชีวภาพนั้นจะนิยมใส่ตัวกลางที่ทำจากพลาสติก เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีพื้นผิวสูงเพื่อใช้เป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์บนผิวของตัวกลางจนทำให้เกิดเป็นชั้นฟิล์มขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

โครงงานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิการบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตอยู่บนเมมเบรนชนิดเส้ยใยกลวง โดยมีวิธีในการดำเนินโครงงานวิจัยดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแบบฟิล์มชีวภาพโดยใช้แบบจำลองซึ่งทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการอาคารปฏิบัติการคณะเกษตรศาสตร์ฯ โดยมีวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

1. แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง

แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงทำจากถังพลาสติกใสมีปริมาตร 3 ลิตร ในการทดลองใช้ปริมาตรเท่ากับ 2.5 ลิตร จำนวน 3 ถัง มีท่อน้ำเข้า 1 ทาง มีท่อน้ำออก 1 ทาง ท่อน้ำล้น 1ทางและปั๊มขนาดเล็กจำนวนถังละ 2 เครื่อง เครื่องที่1ทำหน้าที่กวนน้ำภายในถัง เครื่องที่ 2 ทำหน้าที่ดูดน้ำเสียออกจากถังโดยให้ปั๊มทั้ง 2 วางอยู่บริเวณก้นถัง ภายในถังจะบรรจุเมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง สำหรับให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตบริเวณกลางถัง แสดงดังภาพ 3

ภาพ 3 ถังพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลองระบบบำบัด

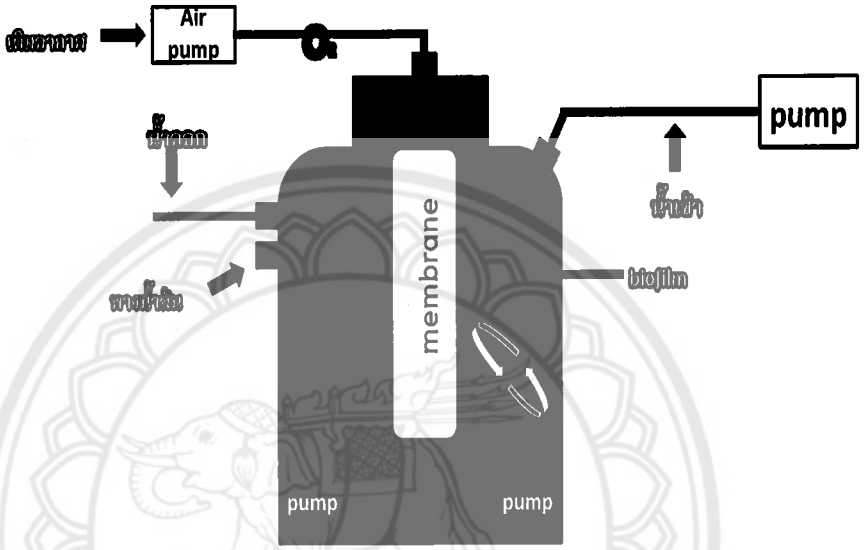
2. ลักษณะการทำงานของระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง

ลักษณะการทำงานของระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงจะมีลักษณะการทำงานอยู่ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เติมน้ำเสียเข้าถังจนเต็มถึงระดับที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 เข้าสู่กระบวนการบำบัดเริ่มต้นการเกิดปฏิกิริยาในถังปั๊มทำหน้าที่กวนน้ำ โดยกำหนดระยะเวลาที่น้ำอยู่ในถัง

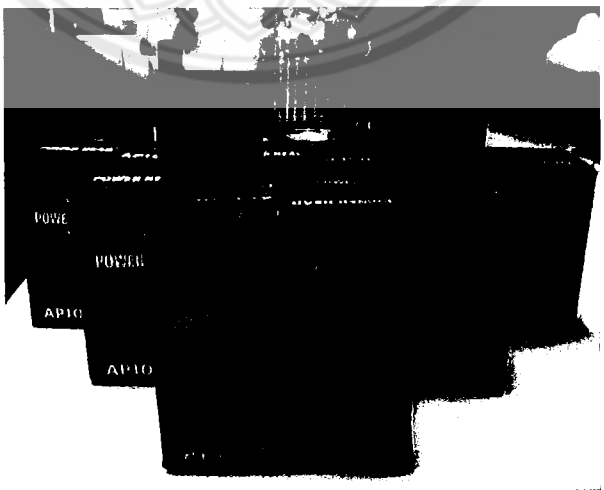
ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะมีการถ่ายน้ำทิ้ง เป็นการดึงน้ำออกหลังจากผ่านระยะเวลาที่ตั้งไว้ แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง

3. เครื่องปั๊มกวนน้ำ

ปั๊มกวนน้ำยี่ห้อ SONIC POWER HEAD รุ่น AP1000 จำนวน 2 เครื่อง power 5.5 - 6.5 w. FL max 450 L/hr.ปั๊มน้ำได้สูง 0.65 m แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 เครื่องปั๊มกวนน้ำ

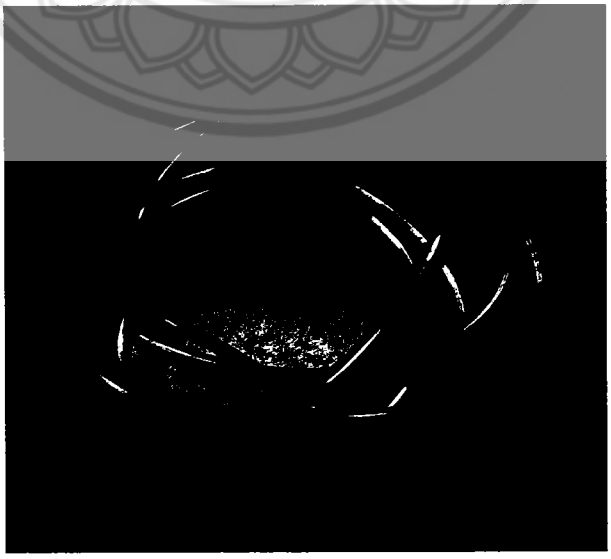
4. เครื่องปั๊มสูบน้ำ

เครื่องปั๊มสูบน้ำยี่ห้อ JUN POWER HEAD รุ่น HIGH QUALITY HX-2500 จำนวน 3 เครื่อง power 22 w. FL max 600 L/hr. ปั๊มน้ำได้สูง 1 m ขนาด 11 x 9.5 x 12 cm. แสดงดังภาพ 6

ภาพ 6 เครื่องปั๊มสูบน้ำ

5. สายยางสูบน้ำ

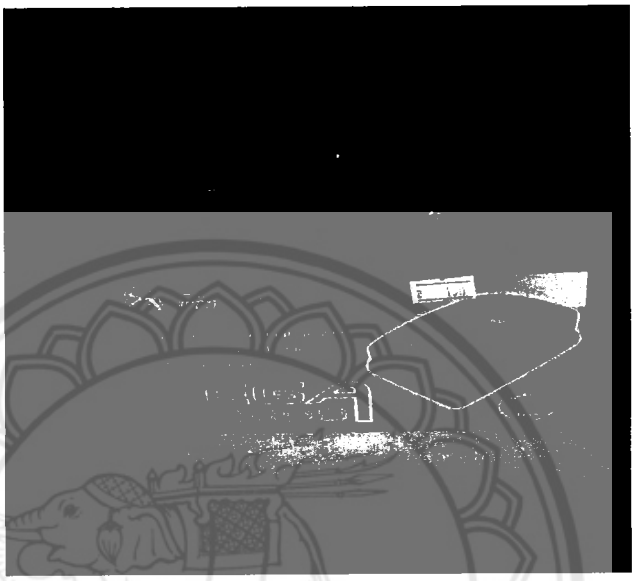
สายยางสูบน้ำทำจากซีลีโคนยาว 1.5 เมตร จำนวน 3 เส้น ยาว 2 เมตร จำนวน 3 เส้น ยี่ห้อ DURA ขนาด 4x7 มิลลิเมตร แสดงดังภาพ 7



ภาพ 7 สายยางสูบน้ำ

6. ปั๊มออกซิเจนเติมอากาศ

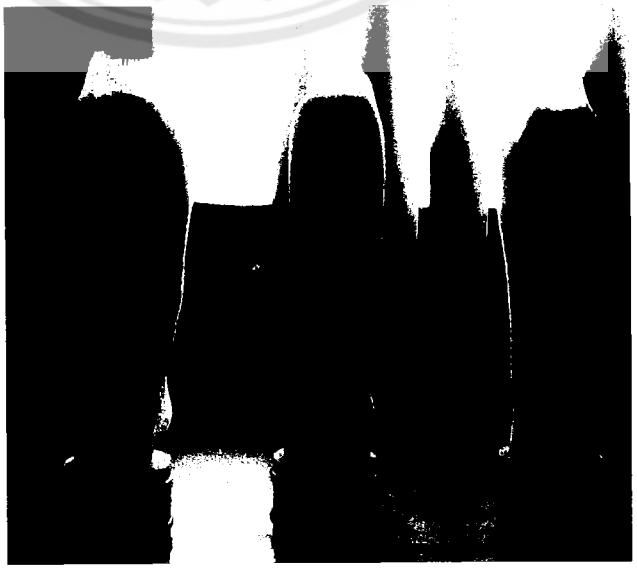
ปั๊มออกซิเจนเติมอากาศยี่ห้อ TWINTURBO AIR PUMP รุ่น MEGA 800 จำนวน 3 เครื่อง power 5 w. VOLTAGE 220 v 50 HZ แสดงดังภาพ 8



ภาพ 8 ปั๊มออกซิเจนเติมอากาศ

7. ฟิล์มชีวภาพแบบเส้นใยUF

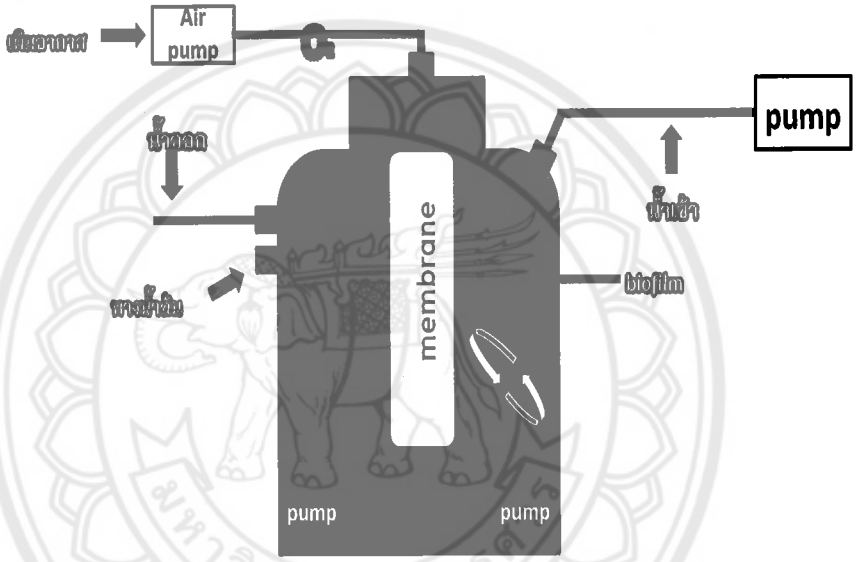
ฟิล์มชีวภาพแบบเส้นใย UF ยี่ห้อTRIPURE รุ่น UF8P-0.9V-Xl วัสดุ Polysulfone(ps) เส้นผ่านศูนย์กลางของเมมเบรน 0.9 mmพื้นที่เมมเบรน 41.5m^2 การทำงานเป็นการกรองไหลข้าม ประเภทการกรองภายในออก แสดงดังภาพ 9



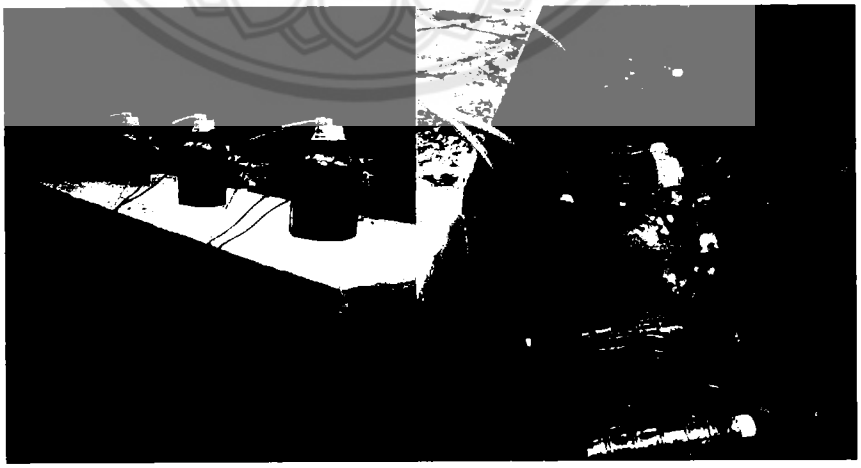
ภาพ 9 ฟิล์มชีวภาพแบบเส้นใยUF

3.2 การติดตั้งแบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง

การติดตั้งแบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงประกอบด้วยถังน้ำขนาด 3 ลิตร ภายในติดตั้งปั๊มขนาดเล็กจำนวน 2 เครื่อง สำหรับใช้กวนน้ำภายในถัง 1 เครื่อง และอีก 1 เครื่อง ทำหน้าที่ดูดน้ำเสียออกจากถัง และปั๊มสำหรับดูดน้ำออกตัวถังมีทางสำหรับน้ำล้นเพื่อใช้กำหนดปริมาตรของน้ำในถังที่ 2.5 ลิตร บริเวณกลางถังประกอบด้วยแกนฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงอยู่ลักษณะแกนกลางของถังบำบัด โดยมีการเติมอากาศจากแอร์ปั๊มน้ำเสียจากบ่อพักน้ำทิ้งของอาคารเรียนรวมคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะถูกสูบเข้าสู่ถังด้วยปั๊มน้ำที่อยู่ภายในบ่อพักน้ำเสียแสดงดังภาพ 10 และ 11



ภาพ 10 แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวง



ภาพ 11 แบบจำลองระบบบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงในการเดินระบบจริง

3.3 การเดินระบบ, เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำ

น้ำเสียจากบ่อพักน้ำทิ้งจากห้องอาคารเรียนรวมคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จะถูกส่งเข้าระบบถังบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพชนิดเส้นใยกลวงเพื่อทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ให้เกิดขึ้นบนตัวกลางเป็นเวลาประมาณ 60 วัน เมื่อจุลินทรีย์ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้แล้วจนระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวจึงเริ่มทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดยในการทดลองได้ควบคุมระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังไว้ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ8 ชั่วโมง

3.3.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตาราง 5 วิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
ซีโอดี	วิธี Close Reflux	(1)
ไนไตรท์	วิธีทำให้เกิดสี	(1)
ไนเตรท	วิธีบรูซีน	(2)
แอมโมเนีย	วิธีการกลั่นและไตเตรท	(1)
ทีเคเอ็น	วิธีแมคโคเจลดาห์ล	(1)

หมายเหตุ: (1) อ้างอิงจากคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของ(วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2545)

(2) อ้างอิงจากคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของ(มั่นสิน ตัณฑุเวศน์, 2542)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล/ผลการทดลอง

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ พีเอช ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ทีเคเอ็น ในการตรวจวัดนั้นจะเริ่มทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ดังกล่าวเมื่อระบบทำงานจนเข้าสู่สถานะคงตัวแล้วจะมีการเก็บตัวอย่างและทำการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังกล่าวมาข้างต้น

1. พีเอช

ค่าพีเอชของทั้ง 3 ชุดการทดลองอยู่ในช่วงประมาณ 6.38 – 6.76 ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าที่ตรวจวัดได้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันดังแสดงในภาพ 12 ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวอยู่ในช่วงค่าที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ โดยช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อยู่ที่ 6.5 – 8 ในกรณีที่ระดับพีเอชของน้ำออกมีค่าสูงขึ้นนั้นเป็นตัวชี้วัดได้ว่าระบบบำบัดมีการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันขึ้นในถังบำบัด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีสองขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 NH_4^+ เปลี่ยนเป็น NO_2^- ดังสมการ $2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$ (4.1)

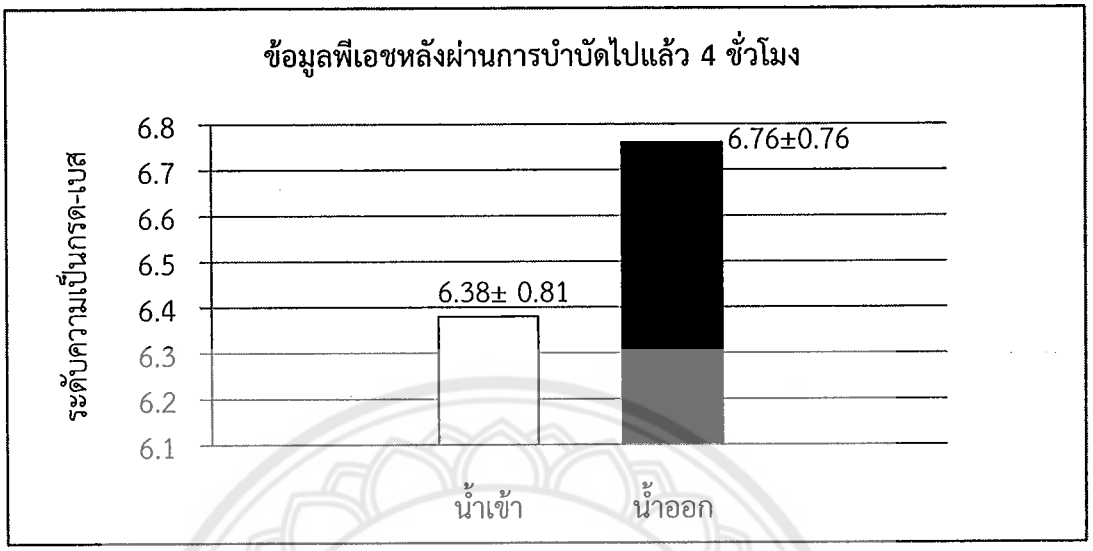
ขั้นตอนที่ 2 NO_2^- เปลี่ยนเป็น NO_3^- ดังสมการ $2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-$ .....(4.2)

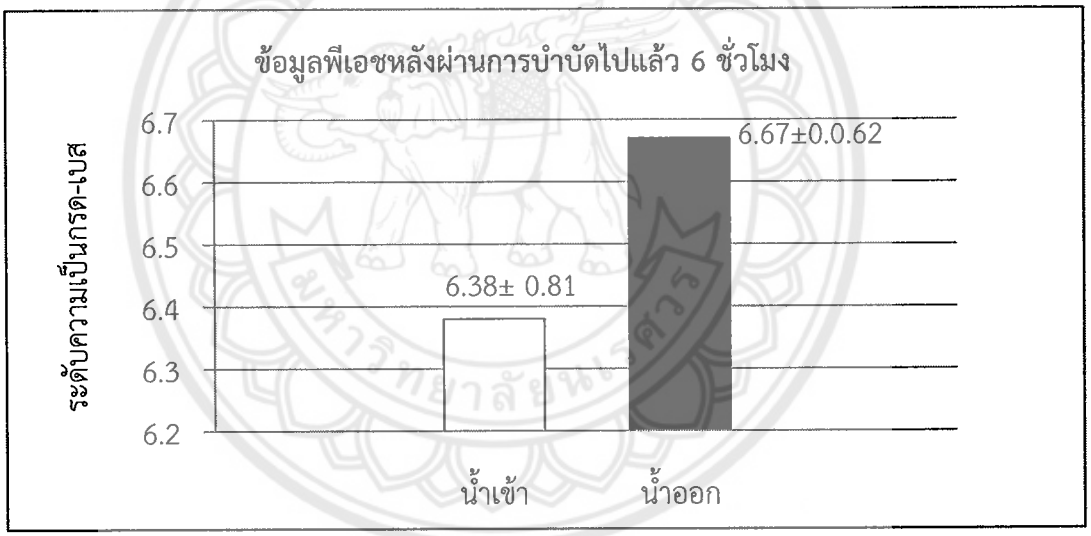
และสมการรวมจะเป็น $NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$ .....(4.3)

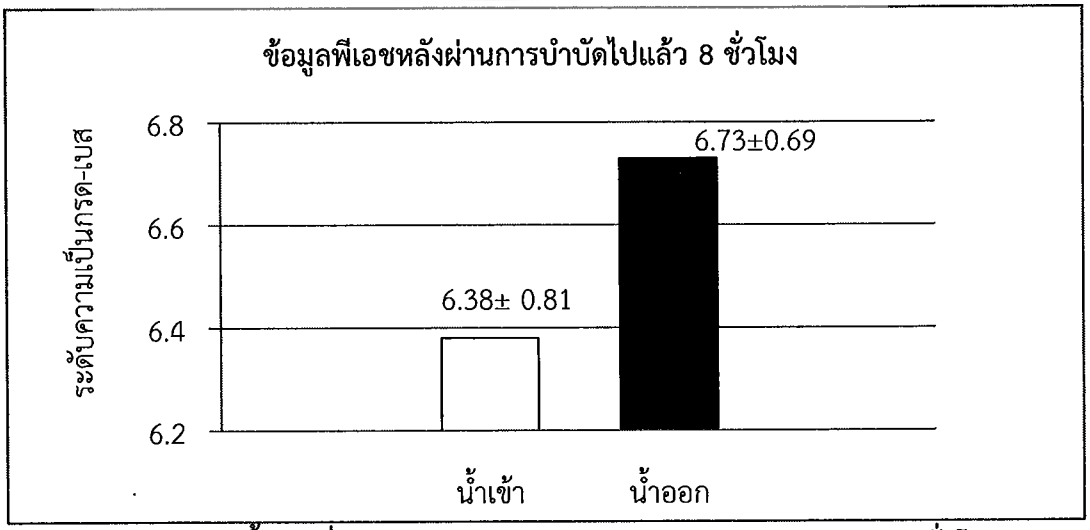
จะเห็นว่าในขั้นตอนที่ 1 จะเกิดไฮโดรเจนไอออนที่แสดงความเป็นกรด ขึ้น 4 ตัว ส่วนการเกิดดีไนตริฟิเคชันนั้นเกิดสมการดังนี้

$C_{18}H_{19}O_9N + 14NO_3^- + 14H^+ \rightarrow 7N_2 + 17CO_2 + HCO_3^- + NH_4^+ + 14H_2O$ .....(4.4)

จะเห็นว่าในสมการมีการใช้ไฮโดรเจนไอออน 14 ตัว ซึ่งมากกว่าในสมการของไนตริฟิเคชัน ดังนั้น น้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดไนโตรเจนด้วยวิธีนี้จึงส่งผลให้น้ำเสียมีค่าพีเอชสูงขึ้นจากเดิม



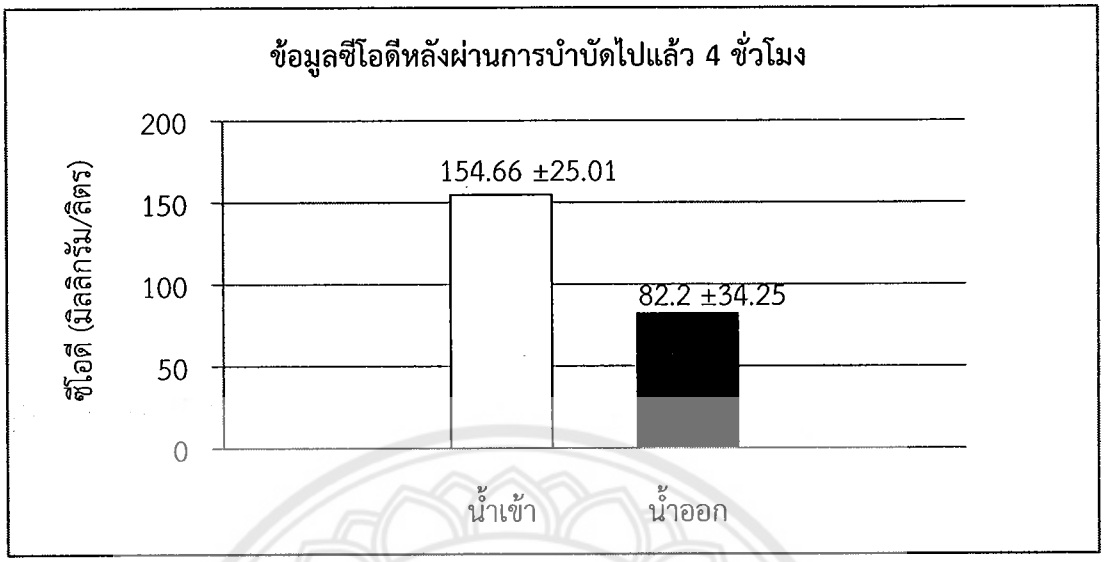


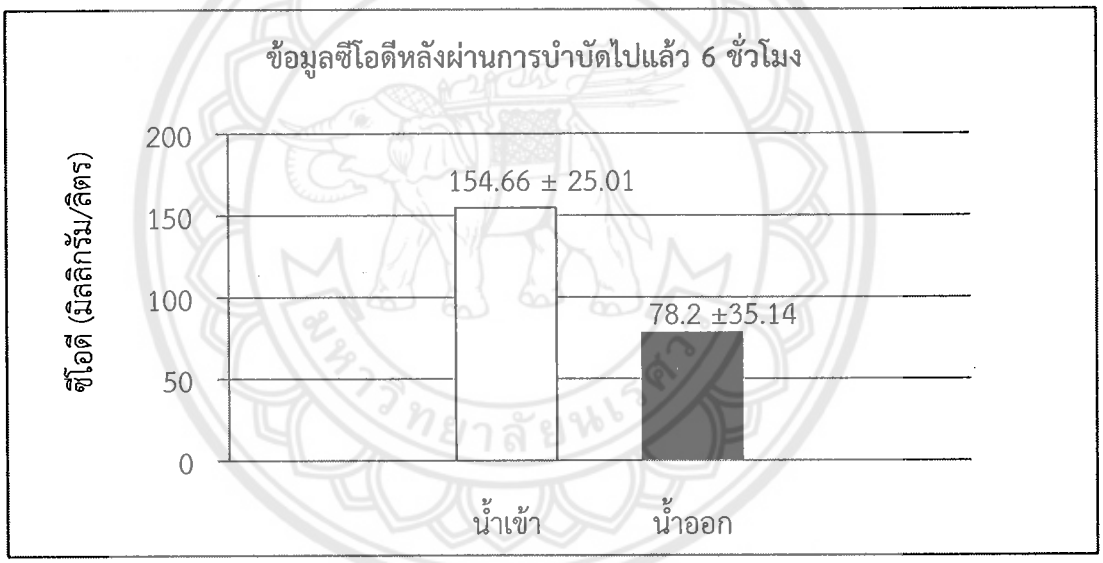


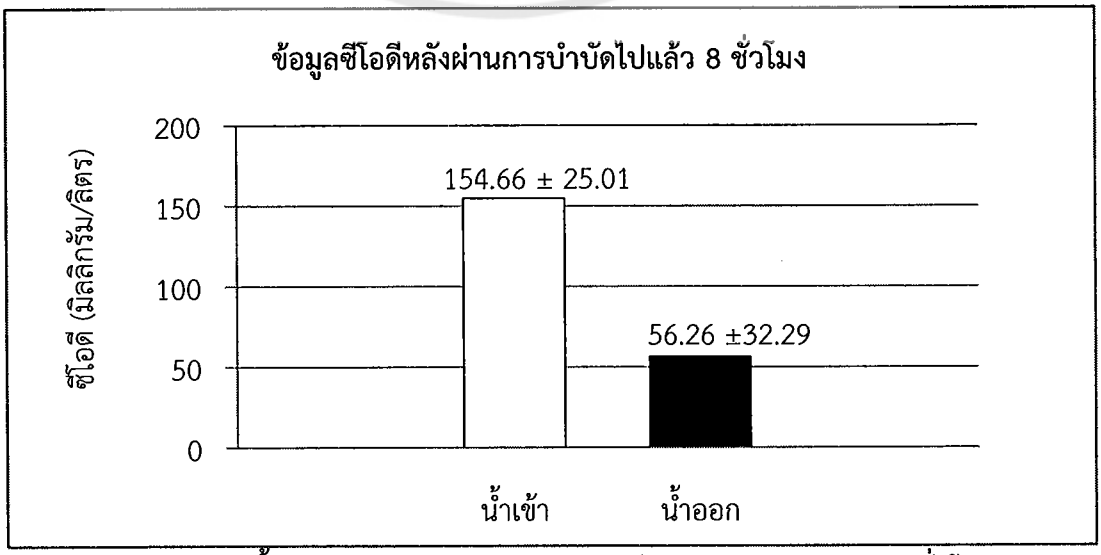
ภาพ 12 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบบำบัดในช่วงเวลา 4 6 และ8 ชั่วโมง

2. ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน หรือ ซีโอดี

ข้อมูลของซีโอดีจากชุดทดลองทั้ง 3 ชุดพบว่าปริมาณซีโอดีน้ำเข้าเฉลี่ยมีค่าอยู่ที่ 154.66 ± 25.01 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อผ่านกระบวนการบำบัดแล้วทั้ง 3 ชุดมีค่าซีโอดีที่วัดได้ดังต่อไปนี้ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 4 ชั่วโมง สามารถกำจัดซีโอดีให้ลดลงเฉลี่ยเหลือ 82.2 ± 34.25 มิลลิกรัม/ลิตรหรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 41.6% ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 6 ชั่วโมง สามารถกำจัดซีโอดีให้ลดลงเฉลี่ยเหลือ 78.2 ± 35.14 มิลลิกรัม/ลิตรหรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 44.1% และที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 8 ชั่วโมงสามารถกำจัดซีโอดีให้ลดลงเฉลี่ยเหลือ 52.26 ± 39.29 มิลลิกรัม/ลิตร หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 66.2% จากผลการทดลองของชุดการทดลองทั้ง 3 ชุด จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของระยะเวลาในการกักเก็บน้ำ ซึ่งการลดลงของสารอินทรีย์คาร์บอนเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำเสียนี้จะถูกใช้เพื่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และใช้ในกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน





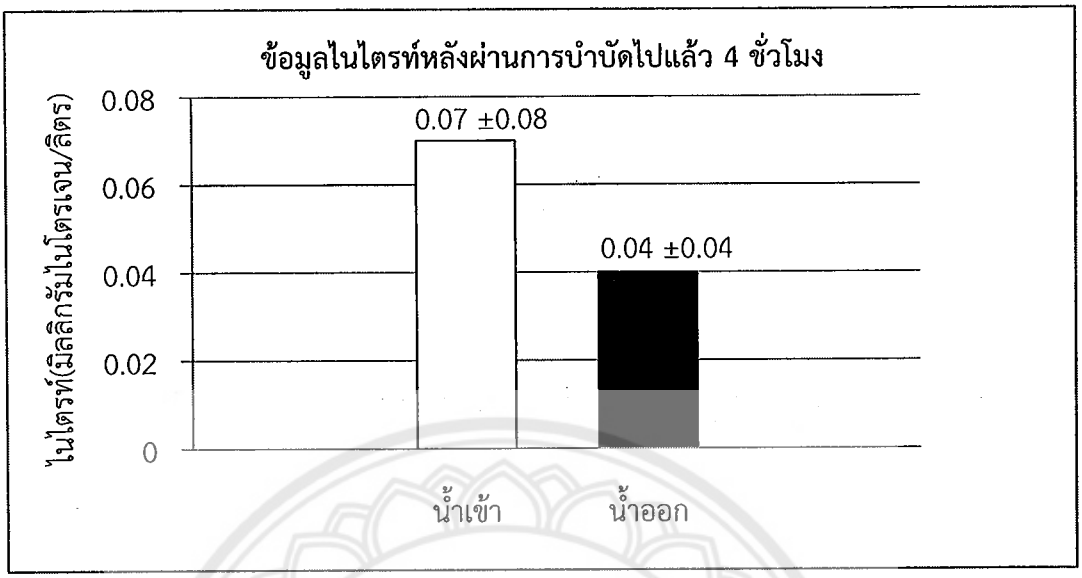


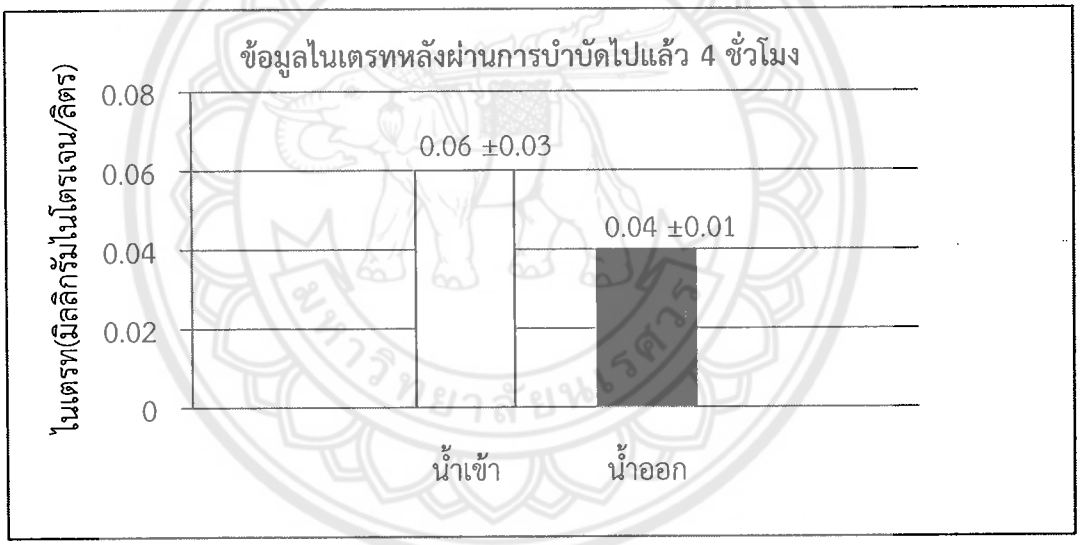
ภาพ 13 ค่าซีโอดีของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดในช่วงเวลา 4 6 และ 8 ชั่วโมง

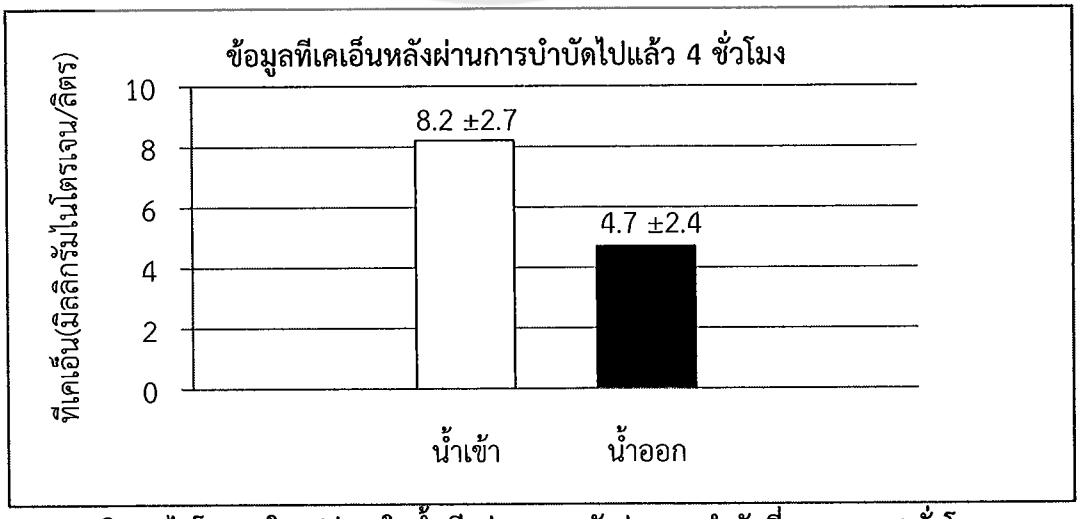
3. ไนโตรเจน

ในการทดลองค่าพารามิเตอร์ของไนโตรเจนที่ทำการตรวจวัดนั้น จะวัดไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และทีเคเอ็นของน้ำเสียก่อนและหลังจากผ่านกระบวนการบำบัด

จากผลการทดลองชุดที่1 ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 4 ชั่วโมง ของแอมโมเนียและทีเคเอ็นในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าลดลงดังภาพ14 เนื่องจากเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันขึ้นในระบบ ซึ่งจะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับโดยประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียของระยะเวลาเก็บน้ำที่ 4 ชั่วโมงเท่ากับ 41.6% อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ไนไตรท์และไนเตรทในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว พบว่าปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นตามการลดลงของแอมโมเนียหรือทีเคเอ็นปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าไนเตรทที่ได้จากการเปลี่ยนรูปมาจากไนไตรท์นั้นจะถูกใช้ในกระบวนการดีไนตริฟิเคชันซึ่งการลดลงของไนโตรเจนในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชันนี้ได้สอดคล้องกับการลดลงของสารอินทรีย์คาร์บอนที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ผ่านมา







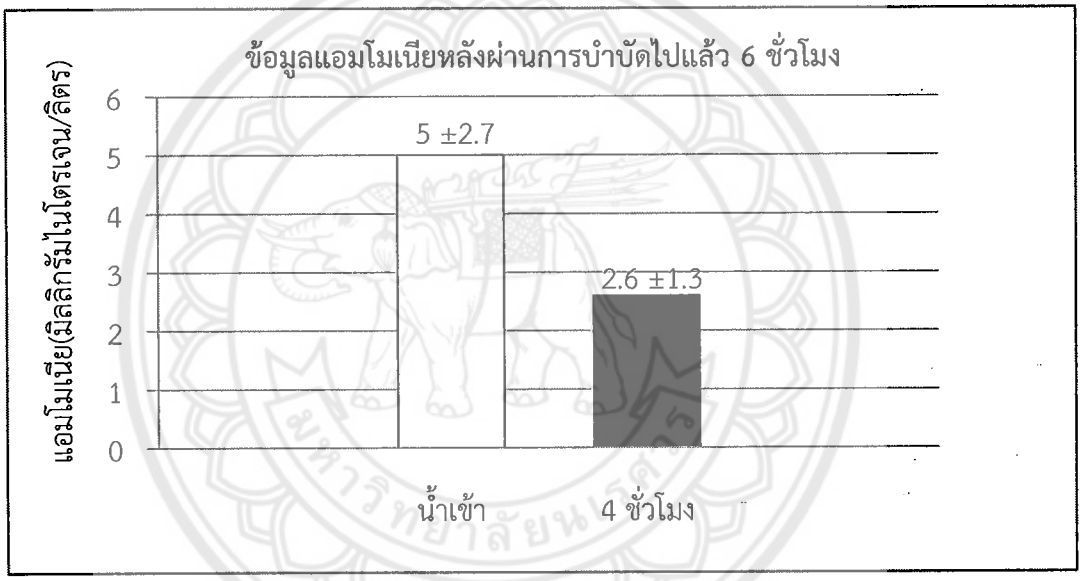
ภาพ 14 ปริมาณไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

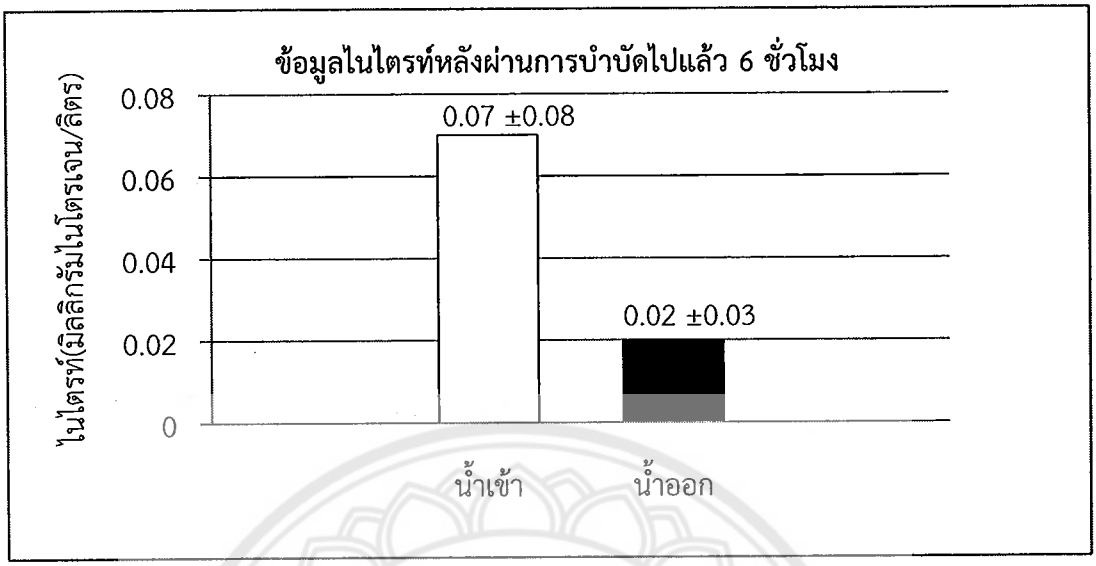
17192009

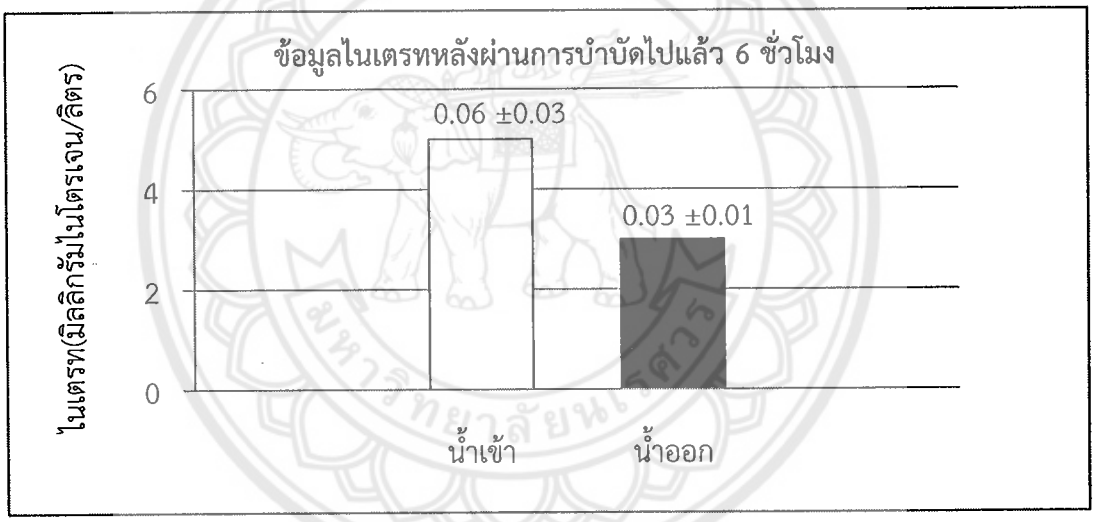
สำนักหอสมุด
มจธ. 30 ก.ค. 2560
ปร.
ก434ก
2557

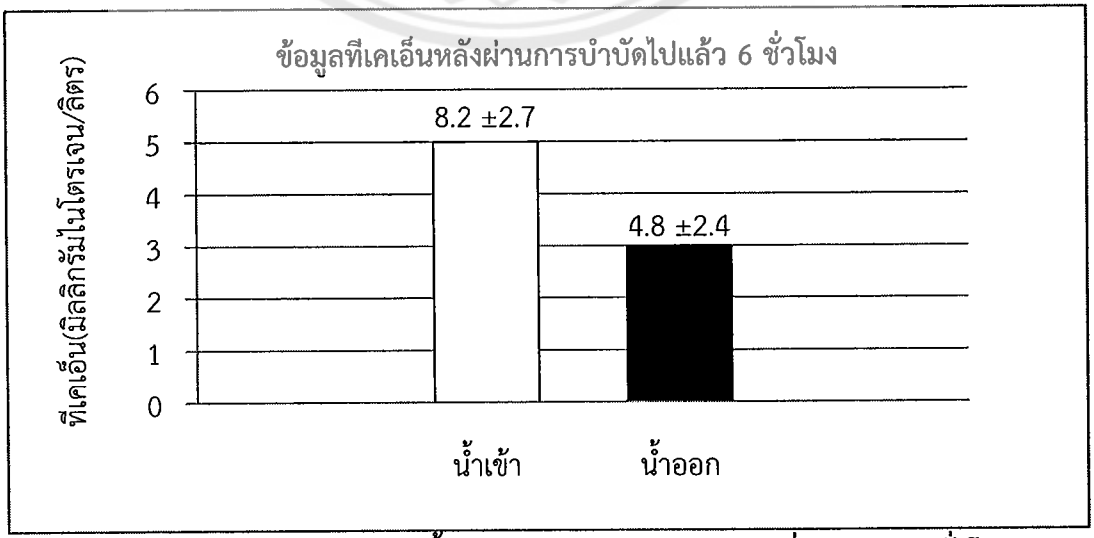
ผลการทดลองชุดที่ 2 (ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง) แสดงข้อมูลปริมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆดังภาพ 15

จากกราฟเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองชุดทดลองที่1 แล้วจะเห็นได้ว่าลักษณะการลดลงของแอมโมเนียและทีเคเอ็นเป็นไปในลักษณะเดียวกันโดยชุดทดลองที่2 มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียได้ 44.1% ขณะเดียวกันที่ทำการวัดค่าของไนไตรท์และไนเตรทในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้น พบว่าปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าปริมาณของแอมโมเนียที่หายไปข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในชุดการทดลองที่2 นี้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันขึ้นเช่นเดียวกันกับของชุดการทดลองที่ 1





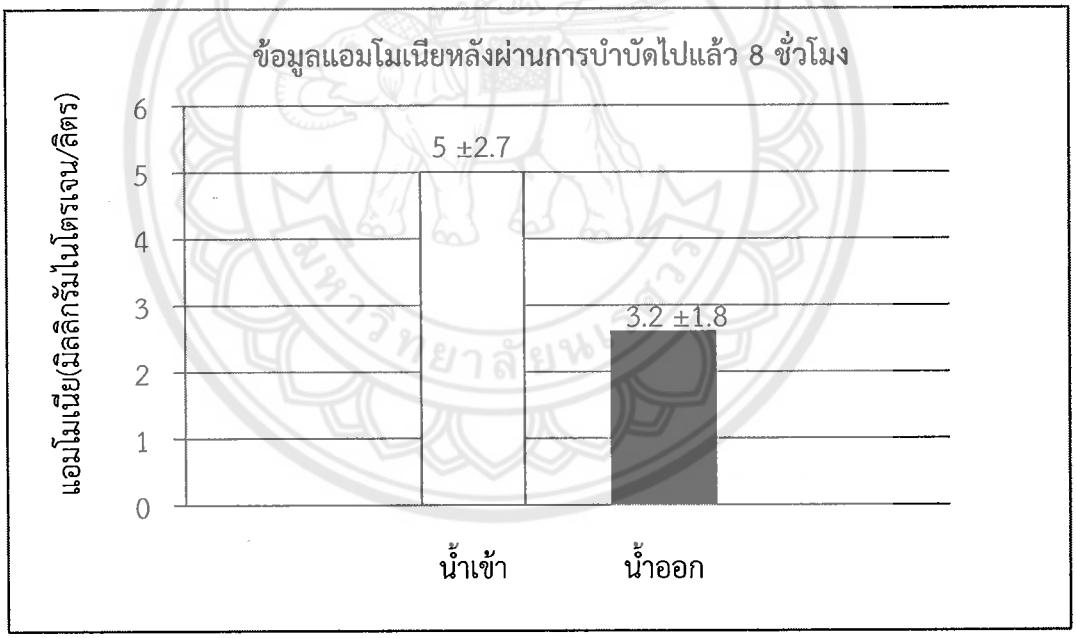


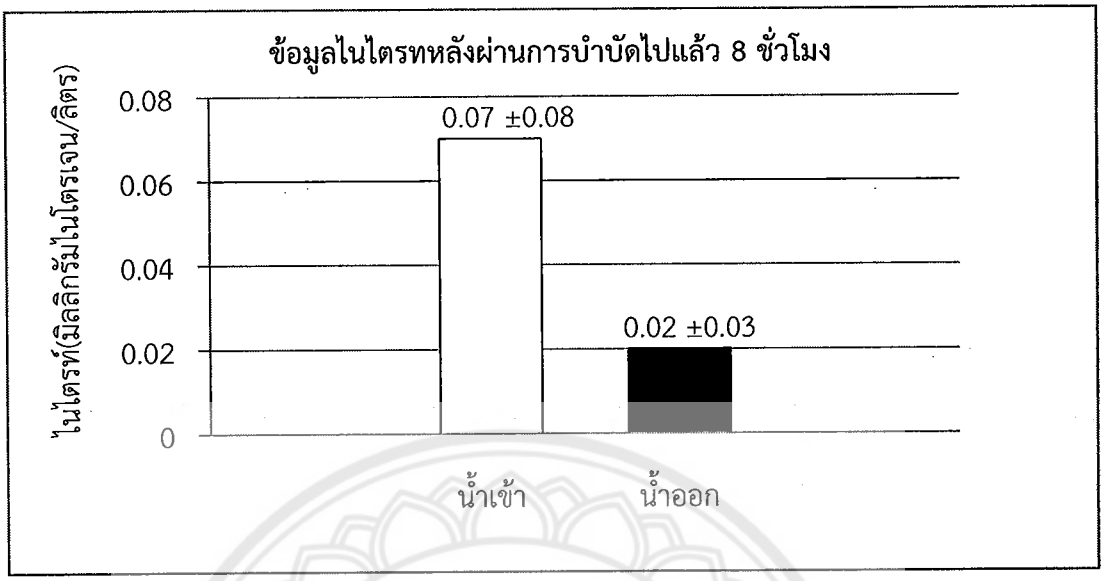


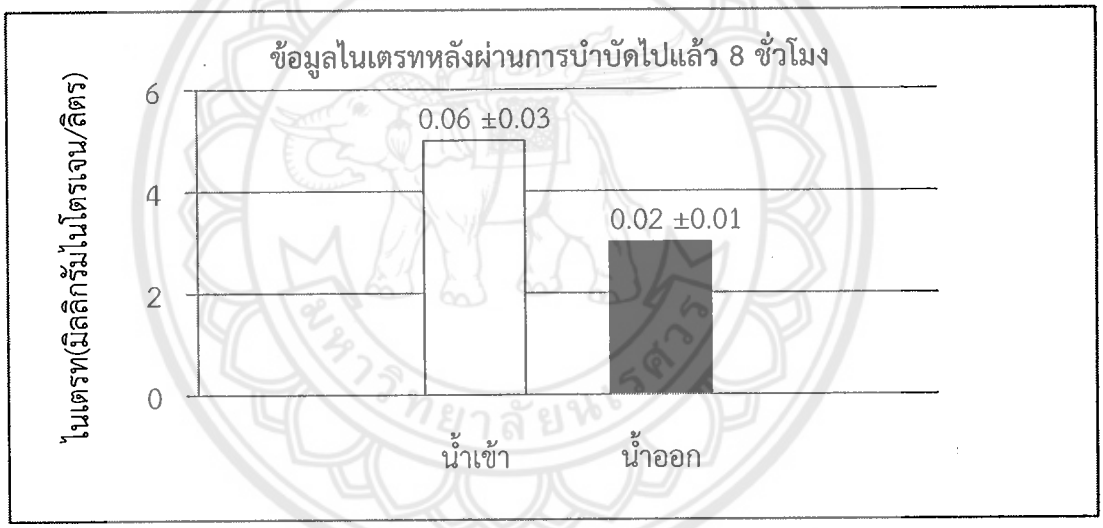
ภาพ 15 ปริมาณไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

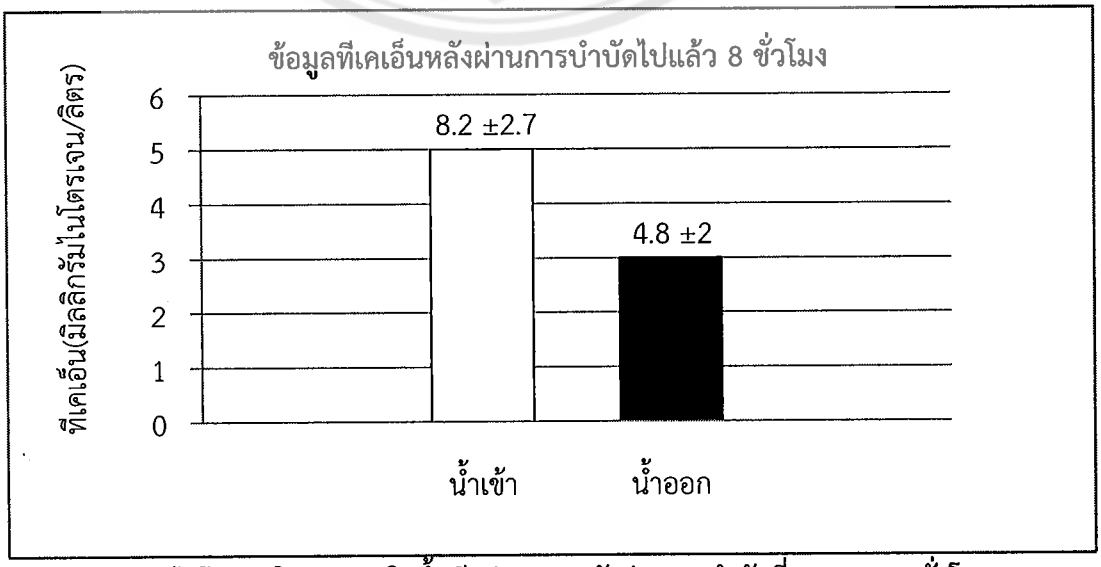
ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 8 ชั่วโมงแสดงข้อมูลปริมาณของไนโตรเจนในรูปต่างๆดังภาพ 16

จากกราฟเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับชุดทดลองที่ 1และ 2 จะเห็นได้ว่าการทดลองของแอมโมเนียและทีเคเอ็นเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับในชุดการทดลองที่1และ2 โดยประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียของชุดการทดลองที่ 3 ได้ 39.7% ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองนั้นจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียใกล้เคียงกัน สำหรับปริมาณของไนเตรทและไนไตรท์ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้นพบว่ามีปริมาณน้อยลงและมีค่าน้อยกว่าปริมาณของแอมโมเนียที่หายไปเหมือนกับในชุดการทดลองที่1 และ2 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในชุดการทดลองที่ 3 นี้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันขึ้นด้วย ส่งผลให้ปริมาณของไนเตรทที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และไนเตรทจากกระบวนการไนตริฟิเคชันนั้นลดลงโดยเปลี่ยนรูปจากไนเตรทไปเป็นก๊าซไนโตรเจนดังสมการที่ 4.4



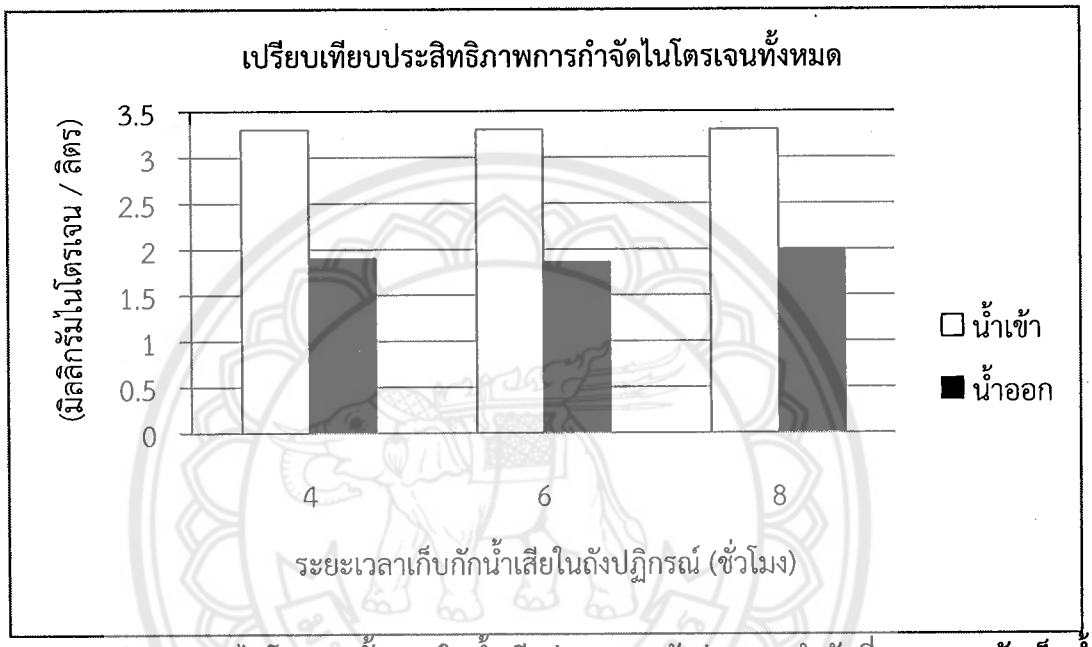






ภาพ 16 ปริมาณไนโตรเจนในรูปต่างๆในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง

จากผลการทดลองทั้ง 3 ชุด เมื่อนำมาหาค่าของประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดพบว่าทั้ง 3 ชุดของการทดลองมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดได้ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพ 17 โดยชุดการทดลองที่1 2 และ3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ41.6 44.1 และ 39.7% ตามลำดับ



ภาพ 17 ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 4 6 และ8 ชั่วโมง

เมื่อนำข้อมูลของประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดทั้ง 3 ชุดการทดลองมาเปรียบเทียบผลการทำงานดังตาราง 6 พบว่าในชุดการทดลองที่ 3 ที่มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำที่ 8 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์สูงกว่าอีก 2 ชุดการทดลอง ดังนั้นในชุดการทดลองที่ 3 มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด

ตาราง 6 แสดงประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน (ซีโอดี) และไนโตรเจนในแต่ละชุดการทดลอง

ระยะเวลา	พารามิเตอร์	
	ซีโอดี	ไนโตรเจนทั้งหมด
4 ชั่วโมง	46.9 %	41.6 %
6 ชั่วโมง	49.4 %	44.1 %
8 ชั่วโมง	66.2 %	39.7 %

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยฉบับนี้แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการกักเก็บน้ำในระบบที่ 8 ชั่วโมงนั้นมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดที่ดีที่สุด โดยสามารถบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 66.2 และ 39.7 ตามลำดับและนอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นถึงการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียที่จำลองขึ้นโดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนในระบบบำบัดเป็นตัวชี้วัด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของน้ำเสียจากอาคารเรียนรวมคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้กระบวนการบำบัดแบบฟิล์มชีวภาพจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจะเกาะอยู่บนตัวกลางที่มีลักษณะเป็นเส้นใยกลวงชนิดที่อากาศซึมผ่านตัวกลางได้จากการทดลองค่าพีเอชของน้ำที่ภายในถังบำบัดจะอยู่ในช่วงประมาณ 6.38 – 6.76 ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวอยู่ในช่วงค่าที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้โดยช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อยู่ที่ 6.5 – 8 ในกรณีที่ระดับพีเอชของน้ำออกมีค่าสูงขึ้นนั้นเป็นตัวชี้วัดได้ว่าระบบบำบัดมีการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันขึ้นในถังบำบัด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 แอมโมเนียเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ขั้นตอนที่ 2 ไนไตรท์เปลี่ยนเป็นไนเตรทซึ่งในขั้นตอนนี้จะเกิดไฮโดรเจนไอออนที่แสดงความเป็นกรดขึ้น 4 ตัว ดังสมการที่ 4.3 ส่วนการเกิดดีไนตริฟิเคชันไนเตรทจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์แทน ดังสมการที่ 4.4 ในขั้นตอนนี้มีการใช้ไฮโดรเจนไอออน 14 ตัว ซึ่งมากกว่าในสมการของไนตริฟิเคชันดังนั้นน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดไนโตรเจนด้วยวิธีนี้จึงส่งผลให้น้ำเสียมีค่าพีเอชสูงขึ้นจากเดิม

สำหรับการวิเคราะห์ค่าซีโอดีจากชุดทดลองทั้ง 3 ชุดพบว่าเมื่อน้ำเสียผ่านกระบวนการค่าซีโอดีในน้ำจะลดลงประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของระยะเวลาในการกักเก็บน้ำ ซึ่งการลดลงของสารอินทรีย์คาร์บอนเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำเสียนี้จะถูกใช้เพื่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และใช้ในกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน

ในการทดลองค่าพารามิเตอร์ของไนโตรเจนที่ทำการตรวจวัดนั้นจะวัดไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และ ทีเคเอ็น ของน้ำเสียก่อนและหลังจากผ่านกระบวนการบำบัด

จากผลการทดลองเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันขึ้นในระบบซึ่งจะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับอย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ไนไตรท์และไนเตรทในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วพบว่าปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นตามการลดลงของแอมโมเนียหรือทีเคเอ็นปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าไนเตรทที่ได้จากการเปลี่ยนรูปมาจากไนไตรท์นั้นจะถูกใช้ใน

กระบวนการดีไนตริฟิเคชันซึ่งการลดลงของไนโตรเจนในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชันนี้ได้สอดคล้องกับการลดลงของสารอินทรีย์คาร์บอน

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นน้ำเสียที่ถูกใช้งานจริงจากคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงอาจทำให้เกิดการผันผวนของระบบบำบัด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2001). **การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ.** กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ขวัญเนตร สมบัติสมภพ. (2551,กันยายน – ธันวาคม). **การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเอสบีอาร์.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2551(ฉบับที่ 3). หน้า 96 – 102.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2539). **วิศวกรรมบำบัดน้ำเสีย.** (เล่มที่ 1).(พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. (2542). **เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม.** (เล่มที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุเวศน์. (2543). **คู่มือวิเคราะห์น้ำ.**ภาควิชาวิศกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศกรรมสิ่งแวดล้อม. (2545,พฤษภาคม). **คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย.**วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.(2538). **โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน.**เข้าถึงได้จาก :http://www.reo11.net/download/news/polutionwather.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล:25 ตุลาคม 2556)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์. (ม.ป.ป).เข้าถึงได้จาก: http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=118&hit=1 (วันที่ค้นข้อมูล:10 กรกฎาคม 2556)

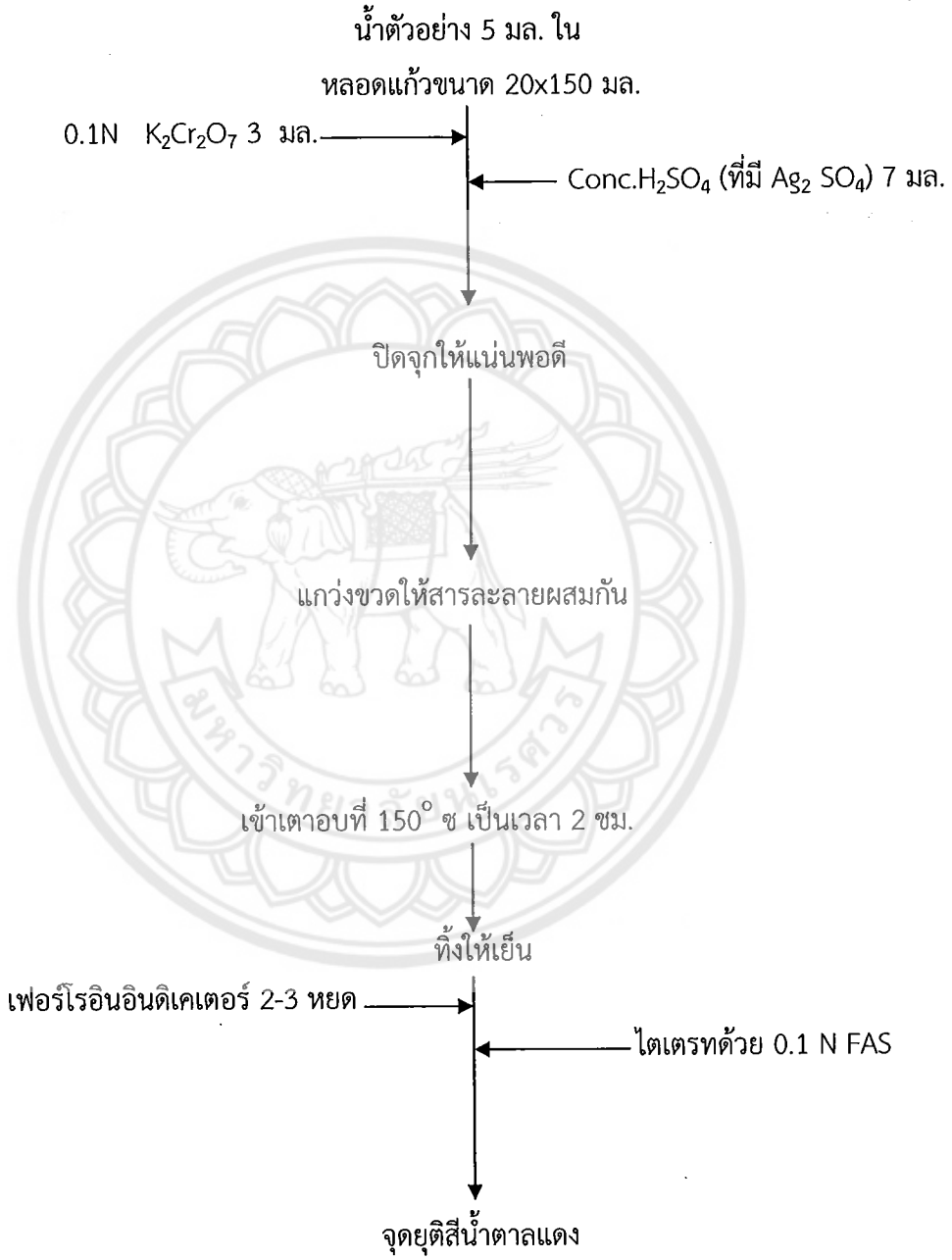
เส้นใยกลวงเมมเบรนสำหรับการบำบัดน้ำ. (ม.ป.ป).เข้าถึงได้จาก: http://thai.alibaba.com/product-gs/8p-0-9v-xl-hollow-fiber-uf-membrane-for-water-treatment-643474797.html(วันที่ค้นข้อมูล:22 ตุลาคม 2556)

ภาคผนวก

ภาคผนวก
เทคนิควิธีวิเคราะห์

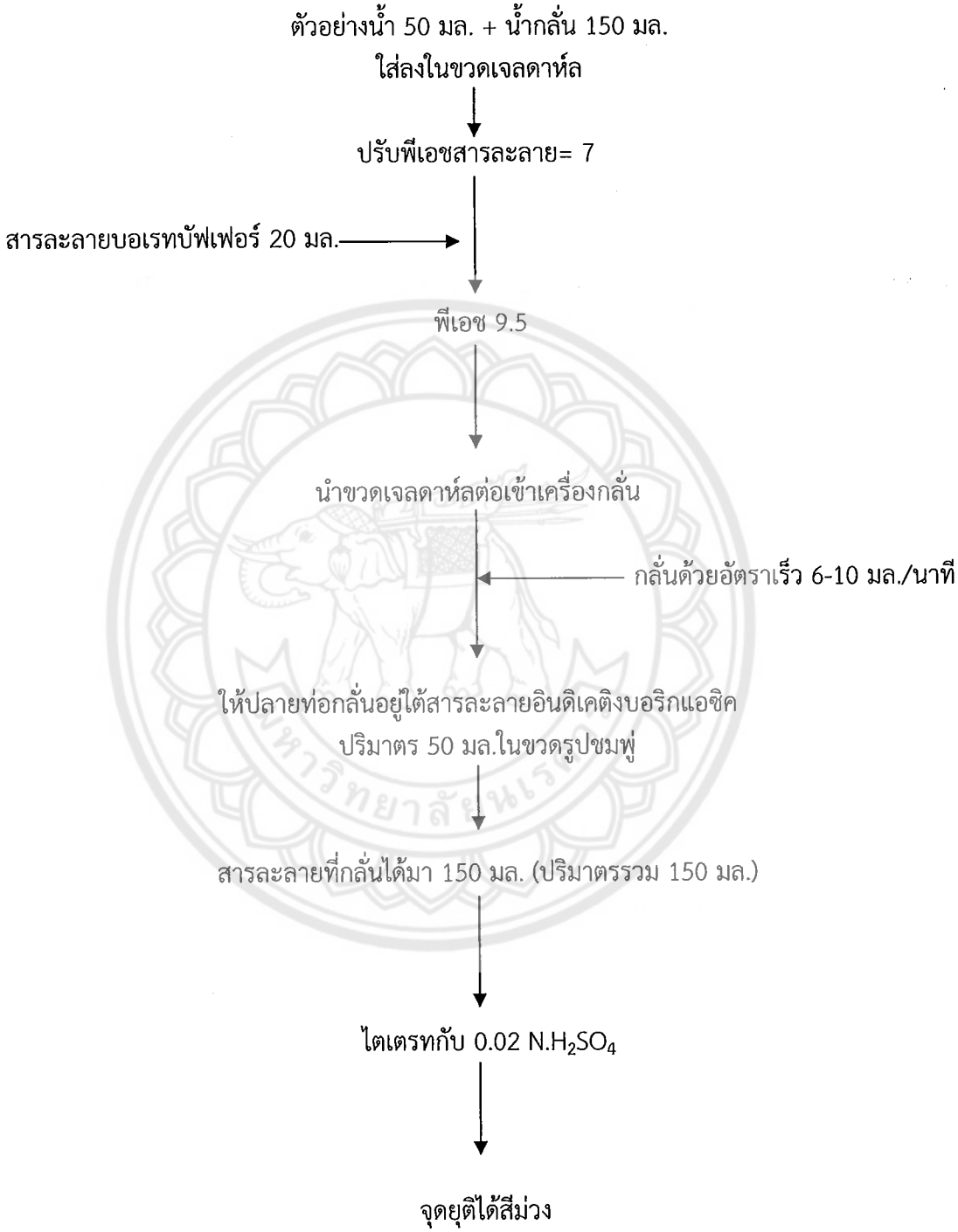
เทคนิควิธีวิเคราะห์

1. วิธีวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีฟลักซ์แบบปิด



การทำแบลงค์ใช้น้ำกลั่น 5 มล. แทนตัวอย่างน้ำและทำทุกขั้นตอนเหมือนตัวอย่าง

2. **วิธีวิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธีการกลั่นและไตเตรท**



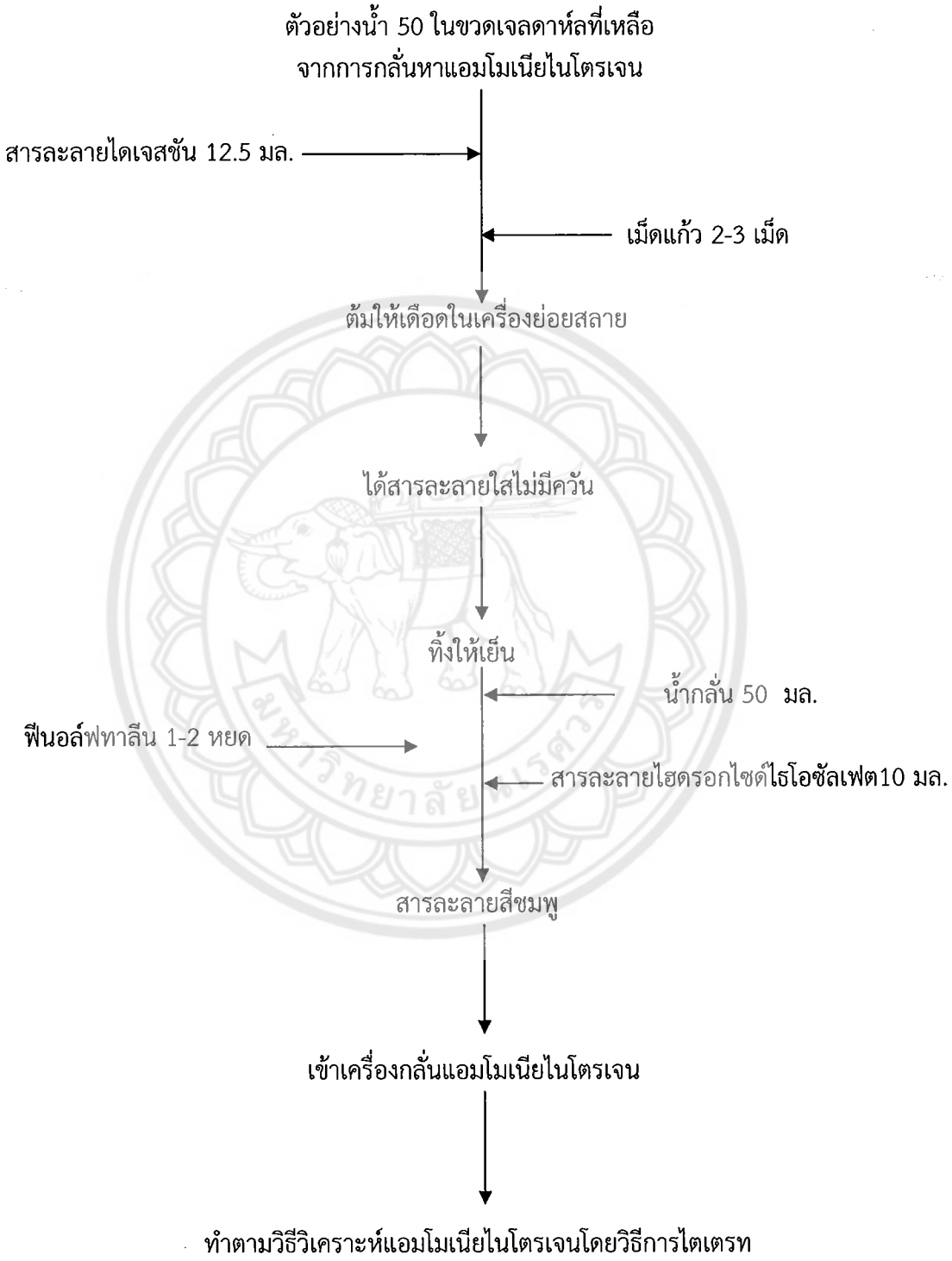
การคำนวณ

$$NH_3 - N \text{ มก./ ลิตร} = \frac{(A-B) \times 280}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ,มล.}}$$

เมื่อ A = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง, มล.

B = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทแบลงค์, มล.

3. วิธีวิเคราะห์อินทรีย์ไนโตรเจน(ทีเคเอ็น)โดยวิธีแมคโครเจลดาห์ล



หมายเหตุ ปริมาตรสารเคมีแปรตามปริมาตรตัวอย่างน้ำ

4. วิธีวิเคราะห์ไนไตรท์โดยวิธีการทำให้เกิดสี

1. กำจัดสี และ ความขุ่น
   - กรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วรูพรุน 0.45 ไมครอน
2. ทำให้เกิดสี

3. สร้างกราฟมาตรฐาน
   ใช้สารละลายมาตรฐาน NO_2^- 0, 1, 3, 5, 7, 9 มล.
   (1 มล. = 0.50 ไมโครกรัม NO_2^- - N)

การคำนวณ

$$NO_2^- \text{-N , มล./ลิตร} = \frac{NO_2^- \text{ - N , ไมโครกรัม (จากกราฟ)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง , มล.}}$$

5. **วิธีวิเคราะห์ไนเตรทโดยวิธีบรูซีน**

1. กรองน้ำด้วยกระดาษกรองใยแก้วรูพรุน 0.45 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ 50 มล.

↓

ปรับพีเอชเป็น 7

← เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์

↓

เติมกรดซัลฟุริค(4+1) 2 มล.

↓

เมื่อเย็นแล้วนำเติมด้วยสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิค 0.5 มล.

↓

คนให้เข้ากัน นำหลอดไปใส่ในเครื่องอังน้ำอุณหภูมิ 950ซ เป็นเวลา 20 นาที

↓

วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปคโตรโฟโตมิเตอร์
(ที่ 410 นาโนเมตร)

2. สร้างกราฟมาตรฐาน

ใช้สารละลายมาตรฐาน NO_2^- 0, 1, 2, 3, 4, 5 มล.

(1 มล. = 0.50 ไมโครกรัม NO_2^- - N)

การคำนวณ

$$NO_2^- \text{ - N , มล./ลิตร} = \frac{NO_2^- \text{ - N , ไมโครกรัม (จากกราฟ)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง , มล.}}$$

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	ภาณุวัฒน์ ขันทอง
วัน เดือน ปี เกิด	30 ตุลาคม 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	73 หมู่ที่ 4 ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
การศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
	ระดับอุดมศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร