บทที่ 2

การบำบัดน้ำเสียโดยระบบไบโอดรัม

2.1 ต้นกำเนิดของระบบไบโอดรัม

ไบโอดรัม (Biodrum) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบหนึ่งของ RBC (Rotating Biological Contactor) ที่นิยมใช้กันมากในทวีปยุโรป ลักษณะของระบบเป็นถังโปร่งรูปทรงกระบอก (Drum) ทำด้วยตาข่ายเหล็กยึดติดกับโครง ภายในบรรจุลูกบอลพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 นิ้วจนเต็ม ลูกบอลดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางและทำให้ดรัมลอยได้ในน้ำ ระบบนี้ชาวเดนมาร์ค ชื่อ Sorensen ได้คิดพัฒนาและสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1974 ระดับการจุ่มน้ำของตัวกลางในระบบไบโอดรัมเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักของมวลจุลชีพบนตัวกลาง ซึ่งแปรผันตามปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบ การที่ตัวกลางลอยได้ในน้ำเป็นข้อดีของระบบที่สามารถลดต้นทุนการก่อสร้างฐานเพื่อรองรับตัวกลางและเป็นผลดีต่อการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำเสีย กล่าวคือเมื่อมีสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบสูง ตัวกลางจะจุ่มน้ำมากทำให้สามารถวักน้ำได้มากตามไปด้วย

2.2 การทำงานของระบบไบโอดรัม

ระบบไบโอดรัม มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับระบบ RBC (Rotating Biological Contactor) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบมีจุลชีพเกาะติดบนตัวกลาง (Fixed Film) ชนิดตัวกลางเคลื่อนที่ ระบบนี้ได้รับการวิวัฒนาการมาจากหลักการของกระบวนการลานกรองจุลชีพ (Trickling Filter Process) ซึ่งมีตัวกลางสำหรับให้จุลชีพเจริญเติบโตอยู่ในสภาพหยุดนิ่งอยู่กับที่ จึงก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของตะกอนจุลินทรีย์ ในระบบ RBC การแก้ปัญหา โดยจัดให้ตัวกลางหมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วที่เหมาะสมทำให้สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวไปได้ ส่วนของ RBC จะจมอยู่ในน้ำเสียประมาณ 30-40% ที่เหลือจะสัมผัสกับอากาศ ในขณะที่จุลชีพทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียของถังปฏิกิริยา โดยใช้ออกซิเจนในอากาศเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ใหม่ จุลชีพที่เกิดขึ้นจะเกาะและเจริญเติบโตอยู่บริเวณผิวของตัวกลางส่วนที่จมอยู่ในน้ำ ตัวกลางที่มีผิวหยาบจะทำให้จุลชีพเกาะตัวได้ดี โดยจุลชีพจะสร้างเส้นใยขนาดเล็กรอบตัวเซลล์ เส้นใยเหล่านี้จะเกาะจับแน่นกับเส้นใยของเซลล์ทำให้จุลชีพสามารถเกาะติดหนาเป็นฟิล์มบนผิวตัวกลางซึ่งเรียกว่า ฟิล์มชีว (Biofilm)

การหมุนรอบตัวเองของตัวกลางอย่างช้า ๆ ทำให้จุลชีพส่วนที่จมอยู่ในน้ำเสียขึ้นมาสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจนไปใช้ในการเจริญเติบโตของจุลชีพ และหมุนเปลี่ยนส่วนที่อยู่ในอากาศลงไปสัมผัสกับน้ำเสีย เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลับกันไป นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เติมอากาศให้กับน้ำเสียด้วย ผลการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียทำให้จุลชีพเจริญเติบโตและมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นผลให้ฟิล์มจุลชีพที่เกาะติดอยู่กับตัวกลางมีความหนามากขึ้น ทำให้ออกซิเจนจากบรรยากาศไม่สามารถแทรกเข้าถึงชั้นในของฟิล์มชีว จุลชีพด้านในจึงไม่สามารถรับออกซิเจนได้และจุลชีพมีอายุมากขึ้นจึงมีความแข็งแรงน้อยลง ประกอบกับการหมุนของตัวกลางผ่านลงไปในน้ำทำให้เกิดแรงเฉือน (Shear) เป็นสาเหตุให้ฟิล์มชีวหลุดออกจากตัวกลางอย่างต่อเนื่อง ความหนาของฟิล์มจึงค่อนข้างคงที่ ดังนั้นการหมุนของตัวกลางนอกจากจะเป็นการสร้างฟิล์มชีวแล้ว ยังช่วยในการลดความหนาของฟิล์มอีกด้วย นอกจากนั้นการหมุนของตัวกลางยังช่วยกวนน้ำทำให้เกิดการแขวนลอยของตะกอนจุลชีพที่หลุดออกจากตัวกลาง และตะกอนแขวนลอยนี้สามารถหลุดออกไปกับน้ำกระแสออกทำให้ไม่ตกค้างอยู่ในถังปฏิกิริยา

2.3 การศึกษาที่ผ่านมาของระบบ RBC

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ได้ถูกนำมาใช้เป็นเวลานานแล้วในทวีปยุโรป หลังจากนั้นได้แพร่หลาย และได้รับความนิยมในสหรัฐอเมริกาโดยเริ่มต้นได้ใช้เพื่อเป็นระบบสำหรับกำจัดสารอินทรีย์ (Organic Carbon) เพียงอย่างเดียว ต่อมาได้ถูกพัฒนาให้สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น และดีไนตริฟิเคชั่น ร่วมกับการกำจัดสารอินทรีย์ ในทวีปยุโรปนั้นมีการบันทึกไว้ว่าได้มีการใช้ระบบ RBC ครั้งแรกในปี 1958 และมีการใช้อย่างต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน (Poon et al., 1979)

Welch (1968) ประสบความสำเร็จในการใช้ระบบ RBC ในการกำจัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่ Allis - Chalmers , ใน Allis ตะวันตก รัฐวิสคอนซิล โดยสามารถบำบัดน้ำเสียในอัตราความเข้มข้นของภาระอินทรีย์เชิงปริมาตรเป็น 12.8 กก./ลบ.ม-วัน หรือ 800 ปอนด์/วัน ต่อ 1,000 ลบ.ฟุต

Torpey et al., (1971) รายงานผลการใช้ระบบ RBC แบบ 10 ตอน ซึ่งแผ่นจานทำจากอลูมิเนียมในการบำบัดน้ำเสียซึ่งมีค่าความต้องการออกซิเจนในรูปบีโอดีสูง 124 มก./ลิตร ให้เหลือเพียง 9 มก./ลิตร ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายนซึ่งอุณหภูมิต่ำ โดยที่สามารถลดค่าแอมโมเนียไนโตรเจนจาก 14.2 มก./ลิตร เหลือเพียง 5.7 มก./ลิตร เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นได้อีกด้วย

Antonie (1970) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ RBC เมื่ออัตราการไหลไม่คงที่ ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในถังปฏิกิริยาประมาณ 60 นาที จะสามารถลดค่าบีโอดีได้สูง แต่เมื่อลดระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในถังปฏิกิริยาเป็น 30 นาที หรือน้อยกว่าประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีจะต่ำ

Antonie (1973) สามารถประยุกต์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC เพื่อบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมประเภทอื่นโดยได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดี

Antonie (1974) รายงานผลของความสำเร็จในการใช้ระบบ RBC ในการลดบีโอดีขณะที่สามารถเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นได้ด้วย ผลการทดลองพบว่าการเดินระบบในฤดูหนาวสามารถทำได้ดีเช่นกันหากระบบได้รับการป้องกันโดยมีหลังคาปิด หรือป้องกันมวลชีวจากความหนาวเย็น

La Bella et al., (1972) รายงานว่าระบบ RBC ที่รับภาระชลศาสตร์ (Hydraulic Loading) 0.04 ลบ.ม./ตร.ม-วัน หรือ 1 แกลลอน/วัน-ลบ.ฟุต สามารถลดบีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานผลิตไวน์ด้วยประสิทธิภาพทัดเทียมกับระบบ Activated Sludge (AS) หรือระบบ Aerated Lagoon เมื่อเปรียบเทียบค่าลงทุนในการก่อสร้างของระบบ AS กับ RBC แล้วพบว่าใกล้เคียงกัน แต่สำหรับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบแล้วพบว่าระบบ RBC สามารถประหยัดได้ถึง 6,000 ดอลลาร์ต่อปี (ประมาณ 1 แสน 5 หมื่นบาทต่อปี) สำหรับอัตราการไหล 1,287 - 1,665 ลบ.ม/วัน

Chittenden et al., (1971) พบว่าการใช้ระบบ RBC บำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยภาระชลศาสตร์ (Hydraulic Loading) 0.16 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน หรือ 4 แกลลอนต่อวันต่อลบ.ฟุต และเพิ่มความเร็วรอบของการหมุนในตอนแรกเป็น 6 รอบต่อนาที สามารถลดบีโอดีได้ด้วยประสิทธิภาพร้อยละ 79.5 เมื่อใช้ภาระชลศาสตร์สูงและลดความเร็วรอบในการหมุน ประสิทธิภาพการบำบัดจะลดต่ำลงในขณะที่ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในระบบจะลดลงหรือเป็นศูนย์

Stover et al., (1976) ทดลองใช้ระบบ RBC บำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ผลการทดลองพบว่าระบบ RBC มีประสิทธิภาพของระบบในการลดค่าบีโอดีสูงกว่า 90% เมื่อภาระอินทรีย์ (Organic Loading) ถูกควบคุมให้ต่ำกว่า 6.4 กก.บีโอดี/ลบ.ม-วัน หรือ 400 ปอนด์ บีโอดี/ลบ.ฟุต-วัน แต่เมื่อนำระบบเดิมมาบำบัดน้ำเสียที่มีภาระอินทรีย์ต่ำเพียง 1.6 กก. บีโอดี/ลบ.ม-วัน หรือ 100 ปอนด์บีโอดี /ลบ.ฟุต-วัน พบว่าประสิทธิภาพลดลงเป็น 70% แต่

เมื่อเพิ่มภาระอินทรีย์โดยเฉลี่ยพลันเป็น 6.4 กก. ซีโอดี/ลบ.ม-วัน พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดจะเหลือเพียง 15% ส่วนค่าภาระอินทรีย์สูงสุดเชิงพื้นที่ผิว (Areal Organic Loading) ที่ระบบสามารถรับได้จากการทดลองที่มีค่า ประมาณ 39 กรัม/ตร.ม-วัน

Weng et al., (1974) รวบรวมและประมวลผลค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการเกิดขบวนการไนตริฟิเคชั่นของระบบ RBC ได้สรุปว่าหากพิจารณาระหว่างค่าภาระอินทรีย์ของน้ำเสีย อัตราการไหล ความเร็วรอบในการหมุนของแผ่นจาน ระยะเวลาการกักเก็บในถังปฏิกิริยา พื้นที่ผิวประสิทธิผล และอัตราการจมน้ำ พบว่าค่าเพียง 3 อย่างที่มีผลต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น ได้แก่ ภาระอินทรีย์ อัตราการไหลและพื้นที่ผิวประสิทธิผลโดยที่อุณหภูมิจะควบคุมไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส สำหรับค่าที่เป็นปัจจัยควบคุมการเกิดไนตริฟิเคชั่นอย่างแท้จริงนั้น ได้แก่ค่าภาระอินทรีย์ในรูปของแอมโมเนีย (NH_3 - N Loading)

Antonie (1974) รายงานประสบการณ์ในการกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียด้วยระบบ RBC จากหลาย ๆ แห่งโดยใช้ระบบ RBC ที่ออกแบบตามมาตรฐานปกติ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนด้วยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นโดยทั่วไปสูงถึง 90-95% และสามารถกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนได้ 3.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หรือ 0.8 ปอนด์ต่อ 1,000 ตารางฟุตต่อวัน

Hao et al., (1975) แสดงผลการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ดีเยี่ยมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ RBC แบบ 4 ตอน ที่ระบบบำบัดน้ำเสียเมืองโคลัมบัส รัฐอินเดียน่า น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนสูงถึง 780 มก./ลิตร พบว่าขณะที่อากาศหนาวเย็นในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนยังคงอยู่ในช่วง 50-60% เมื่อภาระชลศาสตร์ (Hydraulic Loading) เท่ากับ 0.10 ลบ.ม/ตรม.-วัน หรือ 2.5 แกลลอน/ตร.ฟุต-วัน และเมื่อลดภาระชลศาสตร์ลงเหลือเพียง 0.06 ลบ.ม/ตรม-วัน หรือ 1.5 แกลลอน/ตร.ฟุต-วัน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเป็น 90-95%

Lue-Hing (1976) ทดลองกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนด้วยระบบ RBC ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนสูงถึง 99.4% ที่ภาระแอมโมเนีย (NH_3-N Loading) เป็น 249.6 กรัม/ลบ.ม-วัน หรือ 15.6 ปอนด์/1,000 ลบ.ฟุต-วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในขณะที่ประสิทธิภาพการบำบัดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเป็น 20 องศาเซลเซียส จะสูงถึง 99.8% แม้ว่าภาระแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 696 กรัม/ลบม.-วัน หรือ 43.5 ปอนด์/1,000 ลบ.ฟุต-วัน การกำจัดแอมโมเนียไนโตรเจนจะเกิดสูงที่สุดในตอนแรกของระบบ โดยที่ภาระแอมโมเนียเชิงปริมาตรจะแปรผันอยู่ในช่วง 1.52 กก./ลบ.ม-วัน หรือ 95 ปอนด์/1,000 ลบ.ฟุต-วัน ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ถึง 2.72

กก./ลบ.ม-วัน หรือ 170 ปอนด์/1,000 ลบ.ฟุต-วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่วนผลการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนเวียนน้ำเสียโดยสูบน้ำย้อนกลับต่อประสิทธิภาพการบำบัดพบว่าไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดแต่อย่างใด

Poon et al., (1979) ทดลองใช้ระบบ RBC ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนบนเกาะทางตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก น้ำเสียดังกล่าวมีความเค็มสูง โดยมีค่าบีโอดีอยู่ในช่วง 65-120 มก./ลิตร ในขณะที่ค่าคลอไรด์สูงถึง 8,000 - 10,370 มก./ลิตร ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเท่ากับ 20,520 มก./ลิตร ระบบ RBC ที่ใช้เป็นขนาดต้นแบบ (Pilot Plant) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เมตร จำนวน 4 ตอน แต่ละตอนยาว 0.3 เมตร พื้นที่ผิวสัมผัสทั้งระบบเท่ากับ 23.3 ตารางเมตร หมุนด้วยความเร็ว 3 รอบต่อนาที โดยมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวที่จมน้ำ 40% ผลการทดลองพบว่าระบบ RBC สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีความเค็มสูงได้ดี จุลชีพบนแผ่นจานหมุนสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของน้ำเค็ม การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำเสียกระแสเข้ามีผลต่อประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อย ผลการทดลองยังพบอีกว่าการหมุนเวียนน้ำทิ้งเข้าสู่น้ำเสียกระแสเข้า 100 - 150% ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดเพิ่มสูงขึ้น และค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียมากกว่าค่าภาระชลศาสตร์ (Hydraulic Loading)

2.4 <u>การศึกษาที่ผ่านมาของระบบไบโอดรัม</u>

Sorensen (1974) เป็นผู้ริเริ่มดำเนินการทดลองโดยใช้ระบบ Biodrum เป็นครั้งแรก โดยใช้ลูกบอลล์ทำด้วย Polyethylene เป็นตัวกลางบรรจุภายใน drum ที่จมอยู่ในน้ำครึ่งหนึ่งบำบัดน้ำเสียจากชุมชนผสมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีโลหะหนักสูงมาก ค่า BOD ในการบำบัดอยู่ระหว่าง 60-205 มก./ลิตร และค่า BOD Loading เป็น 2.15 กก./ลบ.ม-วัน หรือ 21.16 กรัม/ตรม.-วัน ผลการทดลองในครั้งนั้นพบว่าสามารถลด BOD ได้ประมาณร้อยละ 76.5

Anayatullah (1975) ทำการทดลองใช้ Biodrum เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดบีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานที่มีการผลิตแตกต่างกันสองแห่ง ได้แก่ โรงงานแป้งมันสัมปะหลัง และโรงงานบรรจุน้ำอัดลม โดยที่ค่าบีโอดีของโรงงานทั้งสองแห่งเป็น 4,230 มก./ลิตร และ 790 มก./ลิตร ผลการทดลองปรากฏว่าระบบไบโอดรัมมีประสิทธิภาพในการลดบีโอดีของโรงงานทั้งสองเป็น 81.8% และ 98% ตามลำดับที่ BOD Loading 14 กก./ลบ.ม-วัน หรือ 143 กรัม/ตรม.-วัน สำหรับโรงงานมันสำปะหลัง และ BOD Loading 2.92 กก./ลบ.ม-วัน หรือ 29.5 กรัม/ตรม.-วัน สำหรับโรงงานบรรจุน้ำอัดลม

ชาญชัย วิทูรปัญญากิจ (1976) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการทำงานของระบบ Biodisc และระบบ Biodrum ในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีโอดี 1,200 มก./ลิตร และ BOD Loading 3 กก./ลบ.ม-วัน โดยเปลี่ยนอัตราการไหล ผลการทดลองปรากฏว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีใกล้เคียงกันประมาณ 90% โดยที่ระบบ Biodrum จะมีพื้นที่ผิวของตัวกลางมากกว่าระบบ Biodisc

พิพัฒน์ ภูริปัญญาคุณ (1980) ทำการทดลองเปรียบเทียบการทำงานของระบบ Biodisc และ Biodrum ที่ใช้ลูกบอลพลาสติกเป็นตัวกลาง ทำการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเต้าหู้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาเก็บกักความเร็วในการหมุนของตัวกลางและพื้นที่ผิวที่ยึดเกาะตัวกลาง ผลการทดลองปรากฏว่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ Biodrum ดีกว่าของ Biodisc เนื่องจาก Biodrum มีพื้นที่ผิวของตัวกลางมากกว่า จุลชีพจึงเจริญเติบโตบนพื้นที่ผิวตัวกลางมากกว่า นอกจากนั้นการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำของตัวกลาง ระยะเวลาเก็บกัก และความเร็วรอบของตัวกลางใน Biodrum ยังเหมาะสมกว่าจึงเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพสูงกว่า

กิตติ โสภณศักดิ์ (1981) ทำการทดลองใช้ Biodrum ที่มีท่อพีวีซีสั้น รูปทรงกระบอกกลวงเป็นตัวกลางบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุรา ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยเครื่องกรองไร้อากาศ ค่าซีโอดีมีค่าเท่ากับ 15,600 มก./ลิตร โดยเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล Organic Loading และอัตราการหมุนเวียนน้ำเสีย ผลการทดลองพบว่าถ้าไม่มีการหมุนเวียนของน้ำเสีย ประสิทธิภาพในการกำจัดสูงสุดเป็น 74.8% ที่ค่า Organic Loading 79 กรัมซีโอดี/ตรม.-วัน และต่ำสุด 44.1% เมื่อ Organic Loading เพิ่มขึ้นเป็น 196 กรัม ซีโอดี/ตรม.-วัน แต่ถ้าหากมีการหมุนเวียนของน้ำเสียประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามการเพิ่มอัตราการหมุนเวียนของน้ำทิ้ง และที่ค่า Organic Loading ต่ำ 79 กรัม ซีโอดี/ตรม.-วัน การหมุนเวียนน้ำทิ้งจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีน้อยมาก

ศุภมิตร จันทร์คำอ้าย (1989) ทำการทดลองใช้ Biodrum ที่มีฝาจุกพลาสติกทำจากโพลีเอททีลีนเป็นตัวกลางโดยจมอยู่ในน้ำ 25% ของพื้นที่หน้าตัดและหมุนด้วยความเร็วขอบ 15.83 เมตร/นาที บำบัดน้ำเสียที่มีพีเอชต่ำโดยเปลี่ยนแปลงค่า Organic Loading และเวลาเก็บกักน้ำ ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถกำจัดซีโอดีได้โดยมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 99% และพบว่าฝาจุกพลาสติกไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นตัวกลางเนื่องจากน้ำเสียที่ Organic Loading สูง (7.2 กรัมซีโอดี/ตรม.-วัน) จะเกิดการย่อยสลายแบบขาดออกซิเจนขึ้นในขั้นตอนที่ 1 ทำให้เกิดการเน่าเหม็น สภาวะตะกอนจมตัวไม่ลงและมีตะกอนแขวนลอยในกระแสออกเป็นจำนวนมาก