



ผลการทดลอง และการวิจารณ์

4.1 การดำเนินการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือ

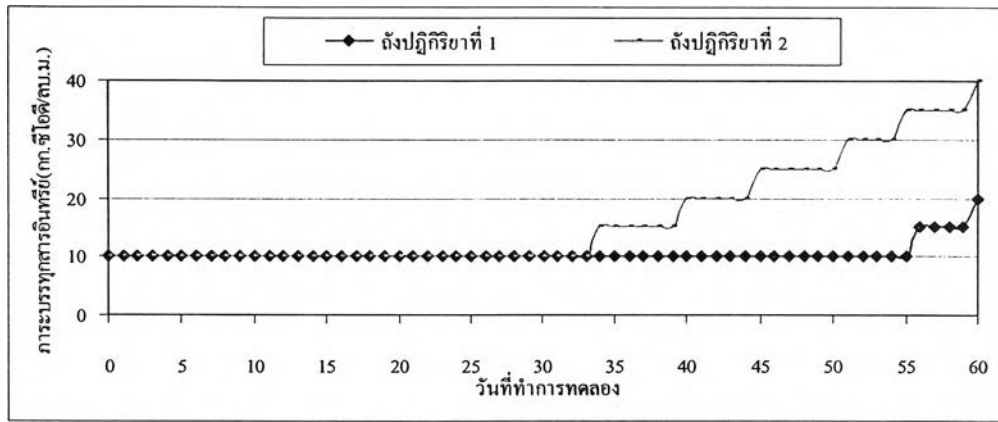
1. ช่วงที่หนึ่งจะทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่างกัน เปรียบเทียบที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ เท่ากับ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยที่ใช้ความเร็วไหลขึ้นเท่ากับ 3 ม./ชม.
2. ช่วงที่สองทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้นต่างกัน เปรียบเทียบที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ใช้ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม.

การเริ่มต้นระบบในการวิจัยนี้ จะทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์อีจีเอสบีก่อน ในงานวิจัยนี้จะใช้เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ จากระบบยูเอสบีที่ใช้น้ำบ่อน้ำเสียจากโรงงานเส้นไหมของจังหวัดนครปฐม โดยจะทำการคัดขนาดของเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ ซึ่งจะเลือกเฉพาะที่มีขนาดใหญ่ และตกตะกอนได้ดี ทำการเติมเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ลงในถังปฏิกรณ์ ซึ่งคิดเป็นความเข้มข้นประมาณ 20 ก.วีเอสเอส/ล.

รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองตั้งแต่การเลี้ยงเชื้อตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นระบบจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองประมาณ 6.5 เดือน โดยได้เริ่มต้นการทดลองตั้งแต่ เดือนเมษายน ถึง พฤศจิกายน 2548

4.2 การศึกษาพารามิเตอร์ที่ใช้ติดตามการทำงานในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ (Start up)

การทดลองนี้ได้แบ่งออกเป็นสองชุดเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบถึงภาระบรรทุกสารอินทรีย์และความเร็วไหลขึ้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง จึงได้ทำการวัดค่าพารามิเตอร์สำคัญที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบได้



รูปที่ 4.1 การะบรทุกสารอินทรีย์ที่เข้าระบบ

เริ่มต้นการทดลองให้ถึงปฏิบัติการที่ 1 และ 2 รับการะบรทุกสารอินทรีย์เข้าระบบเท่ากัน คือ 10 ก.ซีไอต./ลบ.ม.-วัน โดยที่ถึงปฏิบัติการที่ 1 ทำการทดลองจนกระทั่งเปลี่ยนการทดลองที่ รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 ก.ซีไอต./ลบ.ม.-วัน เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน ถึงปฏิบัติการที่ 2 ทำการเลี้ยงเชื้อในช่วงเดินระบบเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัวได้ที่การะบรทุกสารอินทรีย์ 40 ก.ซีไอต./ลบ.ม.-วัน เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน ดังรูปที่ 4.1

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบนั้น จะเลือกวิเคราะห์เฉพาะพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ เป็นการควบคุมการทำงานของจุลินทรีย์ให้สามารถปรับตัวตามสภาพน้ำเสียที่เข้าระบบได้

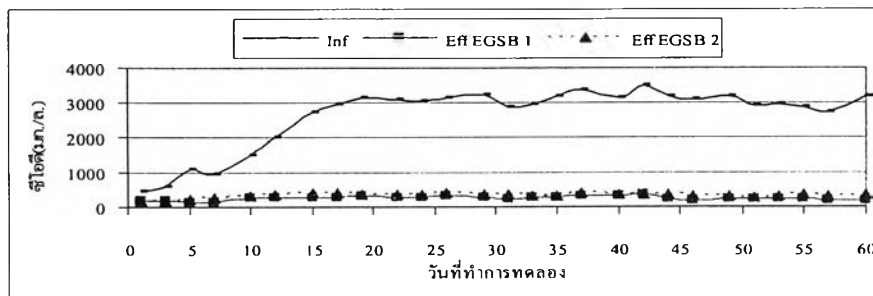
ข้อมูลที่น่าเสนอเพื่อความสะดวกจึงใช้ข้อมูลเฉลี่ยมาแสดงผล ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้บอกถึงประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีตามการทดลองช่วงต่าง ๆ ตามแผนการทดลองได้แสดง ดังต่อไปนี้

กำหนดให้ EGSB 1 คือ ถึงปฏิบัติการที่ 1

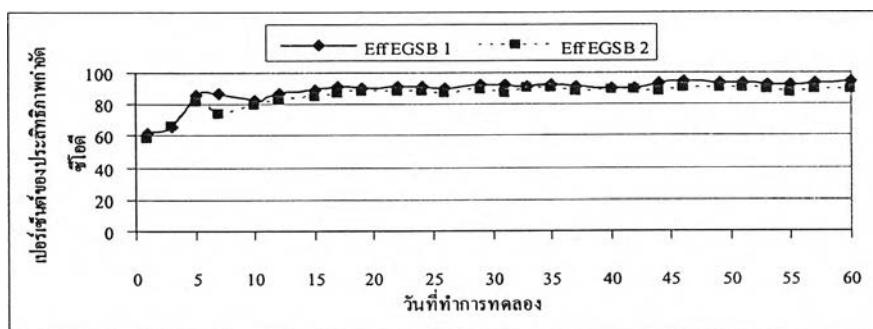
EGSB 2 คือ ถึงปฏิบัติการที่ 2

การกำจัดซีไอต

การเพิ่มการะบรทุกสารอินทรีย์และความเร็วไหลขึ้นจากประสิทธิภาพการกำจัดซีไอตมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ตะกอนหัวเชื้อในระบบได้ทำการปรับสภาพอย่างช้า ๆ ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการคัดเลือกตะกอนไปด้วยจะสังเกตได้จากน้ำออกจากระบบในช่วงแรกค่อนข้างขุ่น อาจเนื่องจากความเร็วไหลขึ้นมีค่าต่ำและการกวนผสมในถังมีน้อย จากกราฟรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นได้ว่าจุลินทรีย์มีความสามารถในการปรับตัวได้เร็วในน้ำเสียประเภทแป้งมันสำปะหลัง พิจารณาจากประสิทธิภาพการกำจัดซีไอตที่สูงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ทำให้ใช้เวลาในการเลี้ยงเชื้อไม่นานก็สามารถทำการทดลองได้



ก. การกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

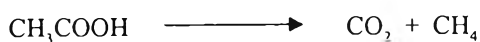


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.2 การกำจัดซีโอดีของระบบ (เริ่มต้นเดินระบบ)

สภาพต่างทั้งหมด กรดไขมันระเหย และพีเอช

ค่าสภาพต่างทั้งหมดของน้ำเสียที่เข้าระบบกับค่าสภาพต่างทั้งหมดของน้ำออกจากระบบวิเคราะห์เพื่อใช้ติดตามการทำงานของจุลินทรีย์ ในการย่อยสลายอาหารของจุลินทรีย์ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำมีค่าเพิ่มขึ้น (มันสิน ตัญกุลเวศม์, 2542) ดังสมการ

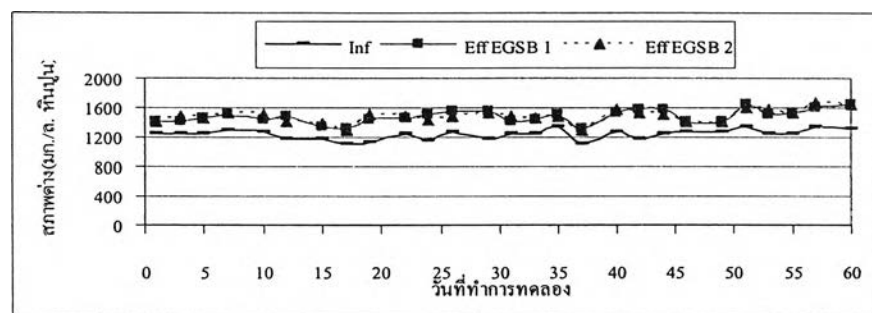


กรดไขมันระเหยของน้ำเสียที่เข้าระบบและน้ำเสียที่ออกจากระบบจะบอกถึงการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทนได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทนจะใช้กรดไขมันระเหยในการสร้างมีเทน เพราะฉะนั้นหากในระบบมีกรดไขมันระเหยเหลืออยู่มาก ส่งผลให้ระบบมีพีเอชต่ำลง

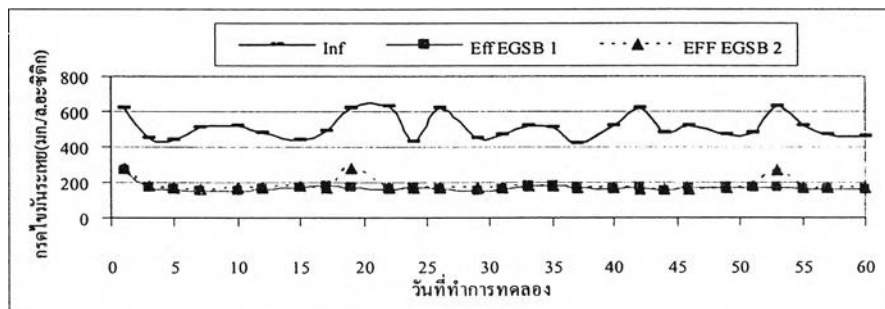
ค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดของน้ำเสียที่ออกจากระบบควรต่ำกว่า 0.40 เพื่อแสดงได้ว่าระบบกำลังอยู่ในสภาวะที่ดี แต่ถ้าค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดสูงกว่านี้ แสดงว่าระบบกำลังล้มเหลว (Speece, 1996)

ค่าพีเอชต่ำ ๆ จะมีปริมาณไฮโดรเจนไอออนอยู่มากทำให้การซึมเข้าและออกจากเซลล์เป็นไปได้ยาก เป็นเหตุให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตและการตายของจุลินทรีย์

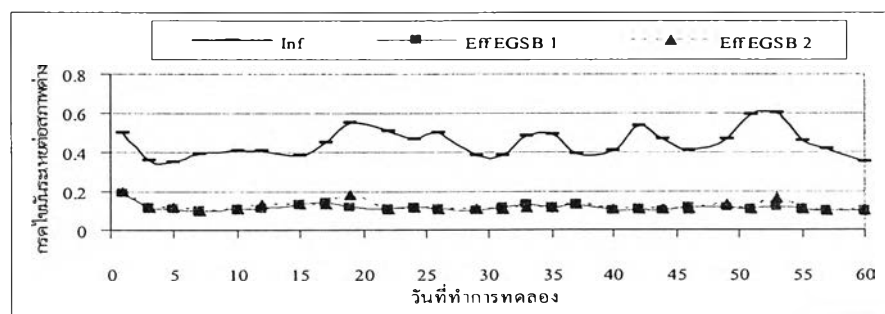
การควบคุมค่าพีเอชจึงเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมระบบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชจะขึ้นอยู่กับปริมาณบัฟเฟอร์ (Buffer capacity) ในระบบ ถ้าระบบมีปริมาณบัฟเฟอร์พอเพียง การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชอย่างกะทันหันจึงเป็นไปได้ยาก ซึ่งจะทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้นการเติมด่าง (NaHCO_3) ในการปรับพีเอชน้ำเสียต้องให้เพียงพอเพื่อเป็นบัฟเฟอร์ในระบบ ทั้งสภาพด่าง กรดไขมันระเหยและพีเอชนั้นมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือเมื่อพีเอชของระบบต่ำลงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้ผลดี ไม่สามารถใช้กรดไขมันระเหยให้พอดีทำให้กรดไขมันระเหยเหลือในระบบมากซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พีเอชของระบบลดต่ำลง หรือการเติมด่าง (NaHCO_3) ไม่เพียงพอก็เป็นได้ จากรูปที่ 4.3 – 4.6 จะเห็นได้ว่า สภาพภายในระบบได้เอื้อต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอย่างดี ทั้งสภาพด่าง การใช้กรดไขมันระเหยของจุลินทรีย์ และค่าพีเอชนั้น ส่งผลทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก



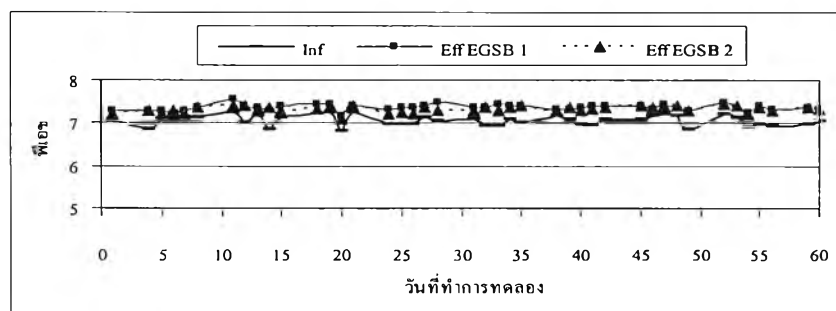
รูปที่ 4.3 ค่าสภาพต่าง (เริ่มต้นเดินระบบ)



รูปที่ 4.4 การกำจัดกรดไขมันระเหย (เริ่มต้นเดินระบบ)



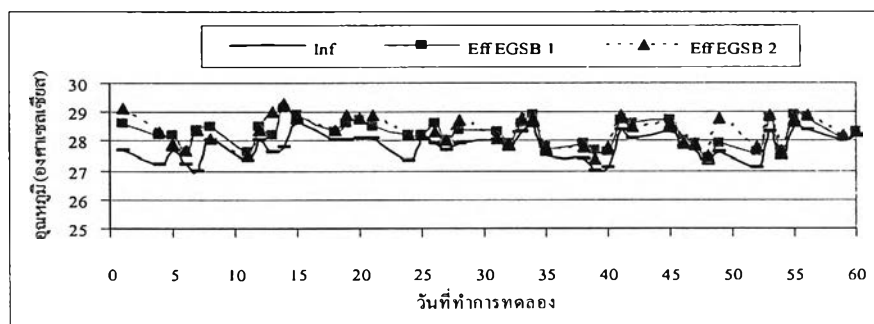
รูปที่ 4.5 กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่าง (เริ่มต้นเดินระบบ)



รูปที่ 4.6 พีเอชของระบบ (เริ่มต้นเดินระบบ)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศควรมีอุณหภูมิสูง เนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อนจึงไม่มีปัญหาเรื่องอุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าระบบ ไม่จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิ ก็เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบไร้อากาศอยู่แล้ว จากรูปที่ 4.7 แสดงว่าอุณหภูมิในระบบมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก และต่างอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมจัดอยู่ในช่วง Mesophilic เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (สุรพล สายพานิช, 2540)



รูปที่ 4.7 อุณหภูมิของระบบ (เริ่มต้นเดินระบบ)

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบอจีเอสบีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่างกัน ความเร็วไหลขึ้นคงที่ (การทดลองช่วงที่1)

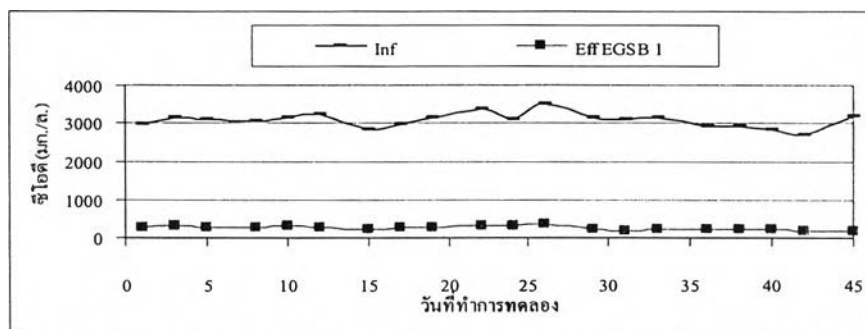
เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของระบบอจีเอสบีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง โดยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เป็นผลการวิเคราะห์นี้แสดงเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว

การกำจัดซีโอดี

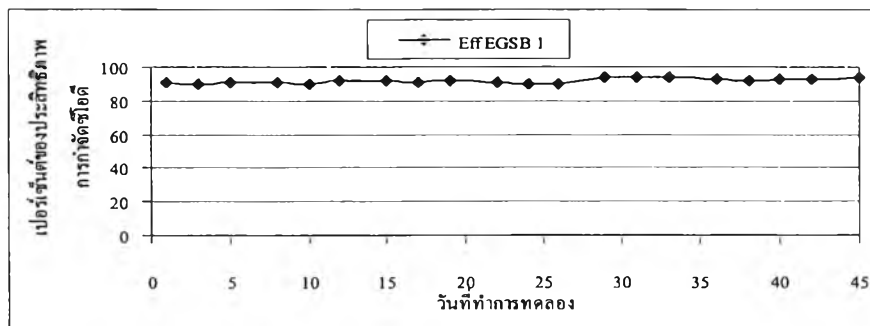
ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 3,081.06 มก./ล. น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 239.33 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 92.26 เปอร์เซ็นต์

ซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 3,106.8 มก./ล. สำหรับชุดการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยชุดการทดลองEGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 202.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 93.48 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีโดยมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 316.53 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 89.82 เปอร์เซ็นต์

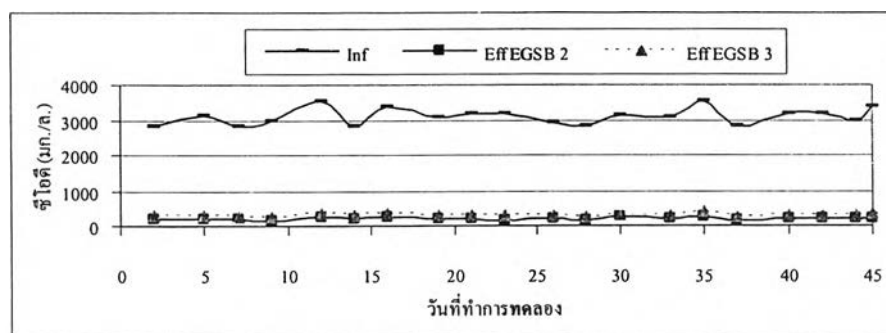
จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ระบบอีจีเอสบีสามารถกำจัดซีโอดีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพกำจัดซีโอดีของภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ต่ำกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 และ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อย่างชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตามภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ยังมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูง 89.82 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าระบบอีจีเอสบีมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดค่าซีโอดีให้ต่ำลงอย่างชัดเจน ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงถึง 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



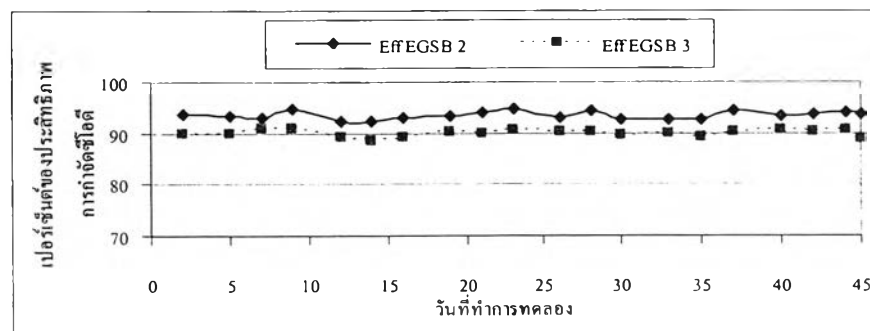
ก. การกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ง. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

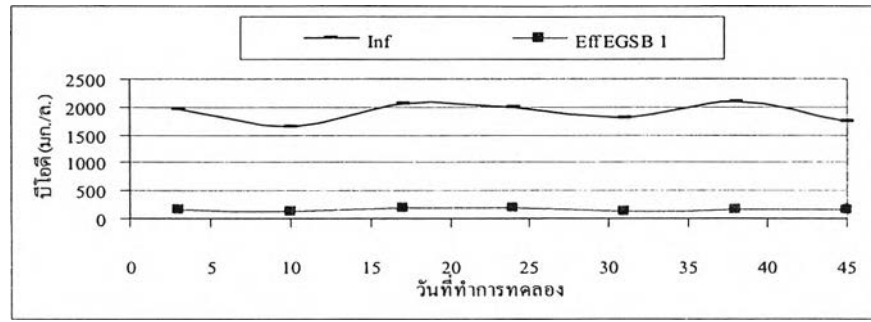
รูปที่ 4.8 การกำจัดซีโอดี (การทดลองช่วงที่ 1)

การกำจัดบีโอดี

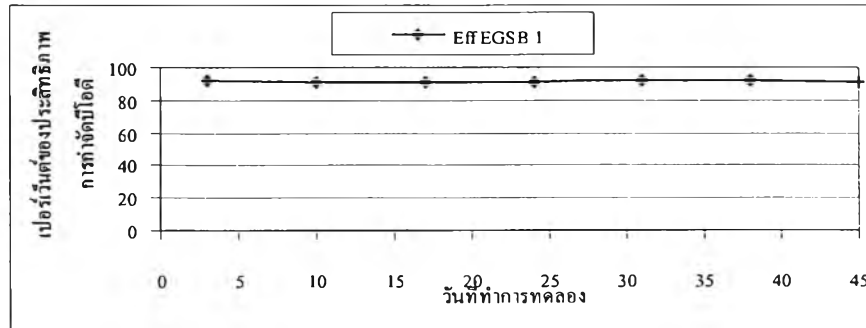
ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,940 มก./ล. น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 162.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 91.60 เปอร์เซ็นต์

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,789 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 ให้ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 163.4 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 90.87 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 260.2 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 85.42 เปอร์เซ็นต์

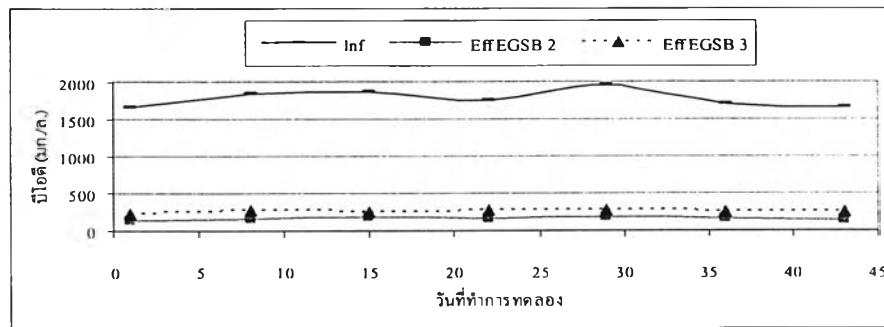
จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. การทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สามารถบำบัดค่าบีโอดีได้มากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพกำจัดซีโอดีและบีโอดีในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าการกำจัดซีโอดีและบีโอดีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 และ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดซีโอดีและบีโอดี ต่ำกว่าที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 และ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อย่างชัดเจนขึ้น เนื่องจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทำให้ภายในถังปฏิกรณ์มีความปั่นป่วนมาก เม็ดตะกอนหลุดออกจากระบบมากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 และ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



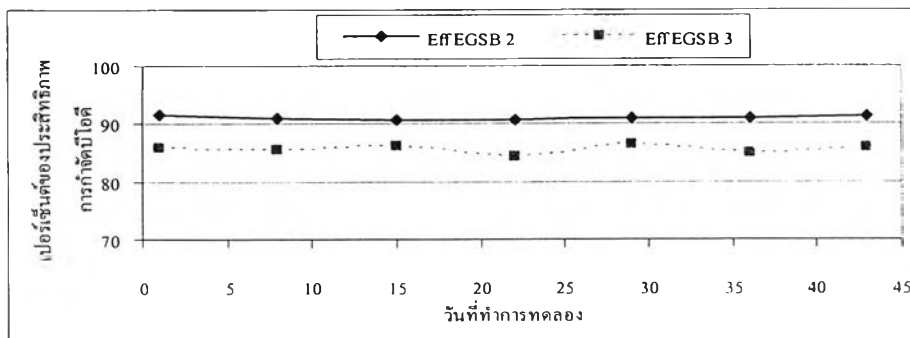
ก. การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

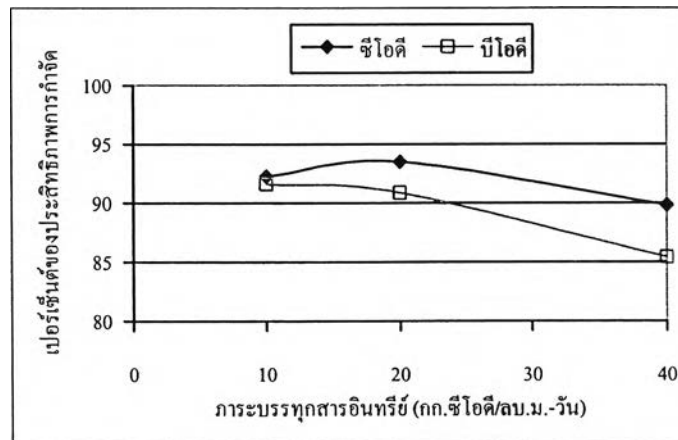


ง. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.9 การกำจัดบีโอดี (การทดลองช่วงที่ 1)

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและบีโอดี (การทดลองช่วงที่ 1)

ภาวะบรรทุksารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัด	
	ซีโอดี	บีโอดี
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	92.26	91.60
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	93.48	90.87
40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	89.82	85.42



รูปที่ 4.10 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและบีโอดี (การทดลองช่วงที่ 1)

การเปรียบเทียบค่าซีโอดีและบีโอดีของชุดการทดลองที่รับภาวะบรรทุksารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.นี้ พบได้ว่าการทดลองทั้ง 3 ชุดนี้สามารถบำบัดค่าซีโอดีและบีโอดีให้ลดลงได้อย่างชัดเจน โดยการทดลองรับภาวะบรรทุksารอินทรีย์ 10 และ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดลองรับภาวะบรรทุksารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

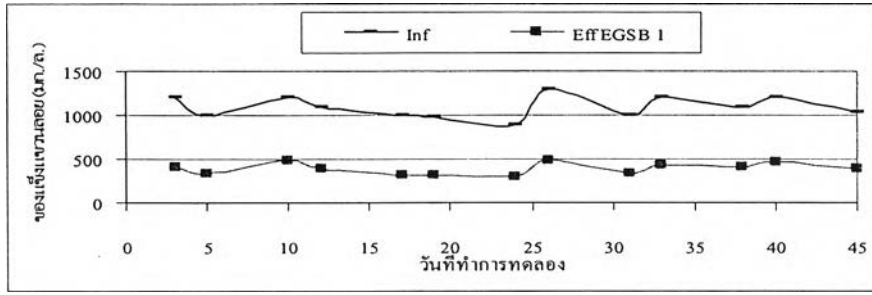
จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นได้ว่าที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.นี้ ประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีในการกำจัดซีโอดี และบีโอดีมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อภาวะบรรทุksารอินทรีย์มากขึ้น อย่างไรก็ตามระบบอีจีเอสบีสามารถบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรงมันสำปะหลังได้มากกว่าภาวะบรรทุksารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและบีโอดีสูง คือเท่ากับ 89.82 และ 85.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การกำจัดของแข็งแขวนลอย

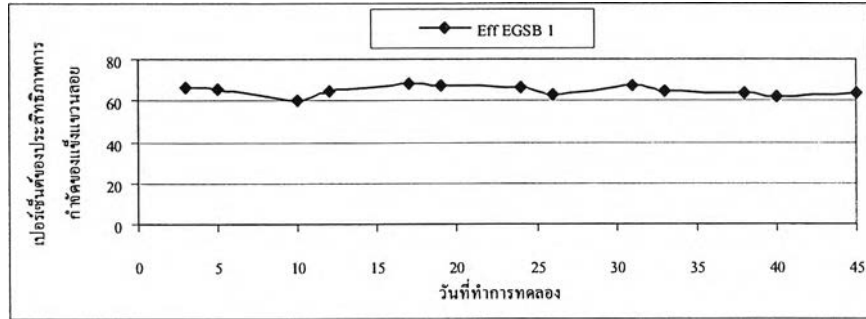
ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,081 มก./ล. น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 379.6 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 65.04 เปอร์เซ็นต์

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,166.5 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 415.7 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย 64.38 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 463.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 60.2 เปอร์เซ็นต์

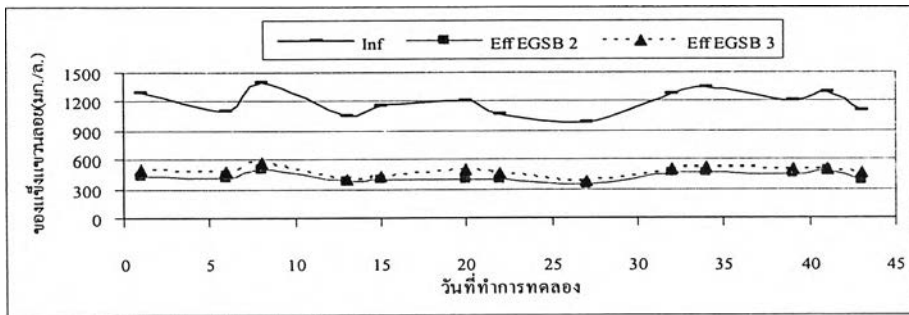
จากรูปที่ 4.11 พบว่าความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. การทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยได้มากที่สุด การรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์น้อยทำให้ความปั่นป่วนทางชลศาสตร์น้อยกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน และเนื่องจากภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ใช้เวลาเก็บกักมากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จึงทำให้จุลินทรีย์มีเวลาในการกำจัดของแข็งแขวนลอยมากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จึงมีประสิทธิภาพกำจัดของแข็งแขวนลอยมากกว่า



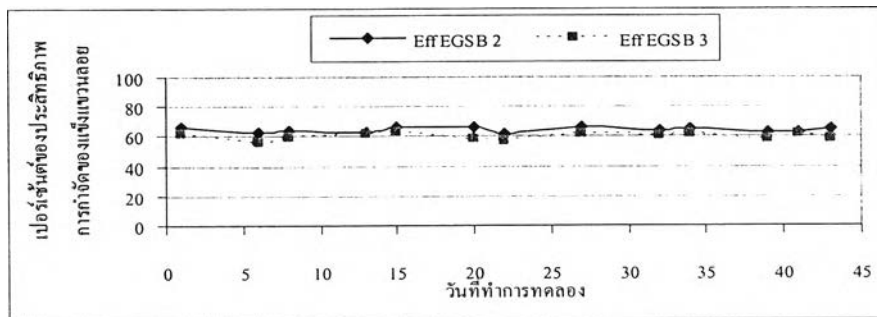
ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ง. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

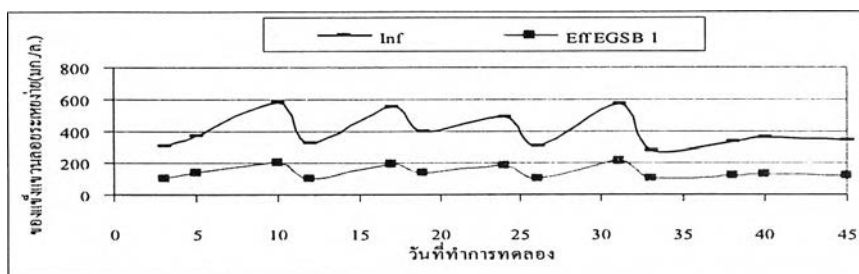
รูปที่ 4.11 การกำจัดของแข็งแขวนลอย (การทดลองช่วงที่ 1)

การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย

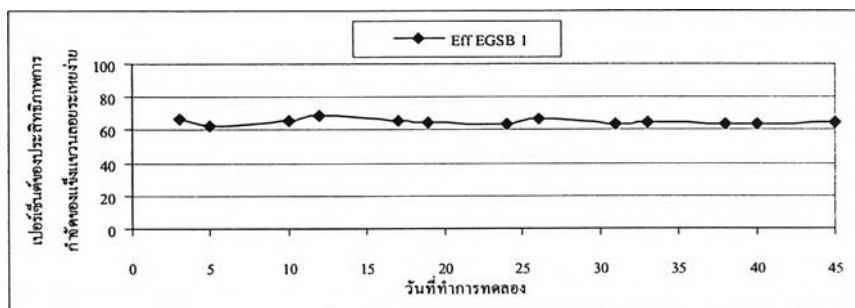
ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 394 มก./ล. น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 139 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเท่ากับ 64.87 เปอร์เซ็นต์

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 536.7 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 231.3 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเท่ากับ 57.14 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 258.5 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเท่ากับ 51.84 เปอร์เซ็นต์

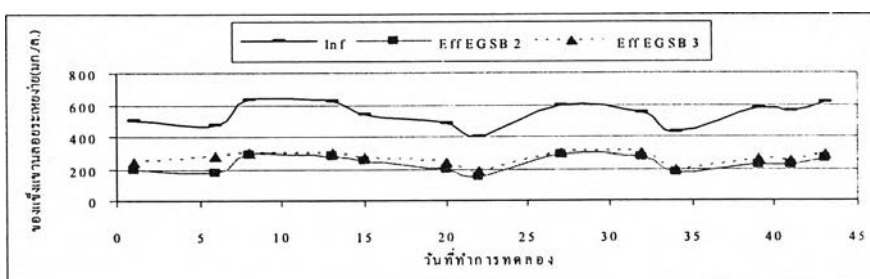
จากรูปที่ 4.12 พบได้ว่าความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายมากที่สุดเนื่องจากเวลาเก็บกักมากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เช่นเดียวกับการกำจัดของแข็งแขวนลอย



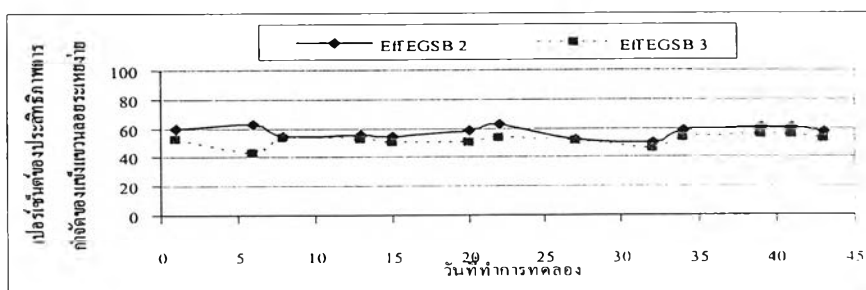
ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอิมูโนสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอิมูโนสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอิมูโนสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

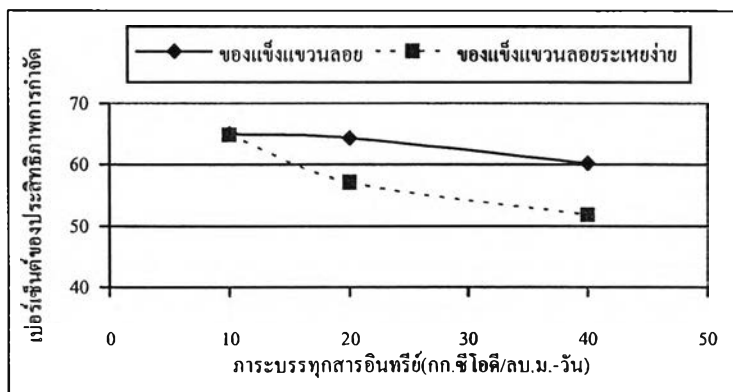


ง. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอิมูโนสปีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.12 การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (การทดลองช่วงที่ 1)

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย
(การทดลองครั้งที่ 1)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัด	
	ของแข็งแขวนลอย	ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย
10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	65.04	64.87
20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	64.38	57.14
40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	60.20	51.84



รูปที่ 4.13 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย
(การทดลองครั้งที่ 1)

ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. จะขึ้นกับการบรรทุกสารอินทรีย์คือ หากระบบรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่มากขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายก็จะมีแนวโน้มที่ต่ำลง ดังรูปที่ 4.13

จะเห็นได้ว่าระบบบิโอสปีที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มาก มีผลให้สภาพทางจุลชีวศาสตร์ในระบบมีความปั่นป่วนมากขึ้นเม็ดตะกอนเกิดการฟุ้งกระจายมาก ของแข็งไม่สามารถตกตะกอนภายในระบบได้โดยง่ายเกิดการหลุดออกไปกับน้ำที่ออกจากระบบ ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งลดลง และเนื่องจากการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากจะมีเวลาเก็บกับน้อยทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายของแข็งได้ทันเวลา ของแข็งจึงหลุดออกไปกับน้ำที่ออกจากระบบ

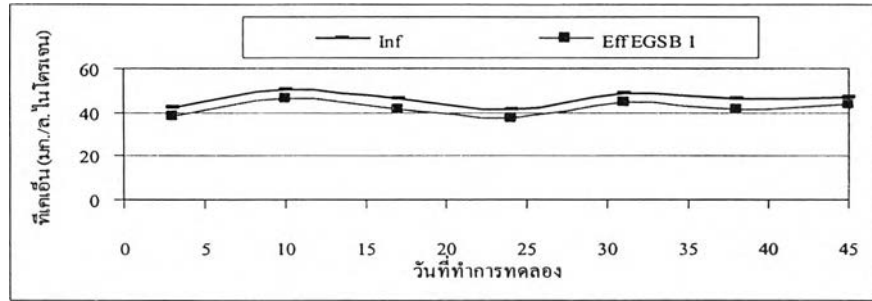
ระบบบิโอสปีไม่สามารถกำจัดของแข็งให้มีประสิทธิภาพได้ หากต้องการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ควรให้ระบบอื่นที่สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายได้มาร่วมด้วย เช่น การกรองไร้อากาศ

การกำจัดทีเคเอ็น

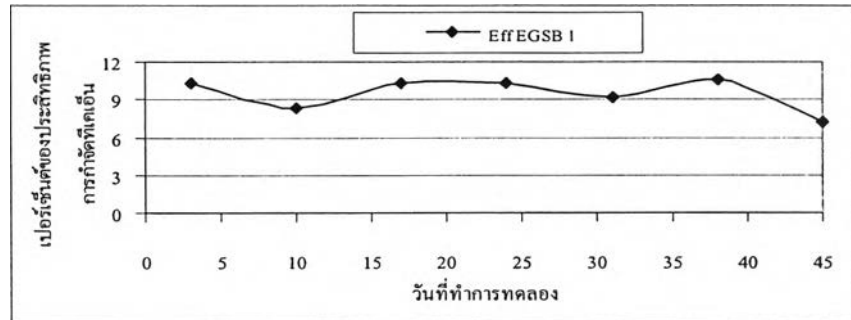
ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดีต่อลบ.ม.-วัน ทีเคเอ็นเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 45.90 มก./ล.ไนโตรเจน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าทีเคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 41.56 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นเท่ากับ 9.48 เปอร์เซ็นต์

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทีเคเอ็นเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 48.03 มก./ล.ไนโตรเจน โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าทีเคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 42.56 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นเท่ากับ 11.42 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าทีเคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 42.67 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นเท่ากับ 11.19 เปอร์เซ็นต์

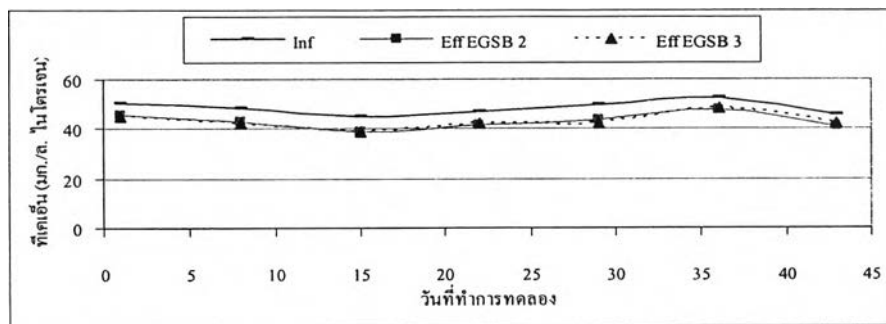
จากรูปที่ 4.14 พบว่าระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ไม่สามารถกำจัดค่าทีเคเอ็นให้ลดลงได้เนื่องจากระบบอีจีเอสบีเป็นระบบไร้อากาศ การกำจัดทีเคเอ็นต้องอาศัยขั้นตอนไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน ในการเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซไนโตรเจน



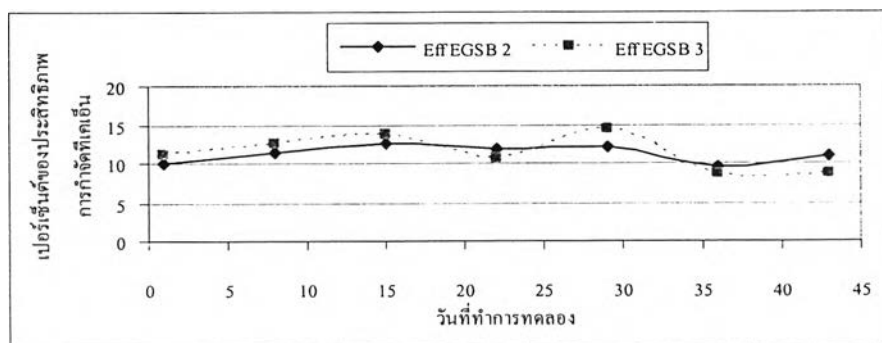
ก. การกำจัดที่เคื้นของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ประสิธิภาพการกำจัดที่เคื้นของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การกำจัดที่เคื้นของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

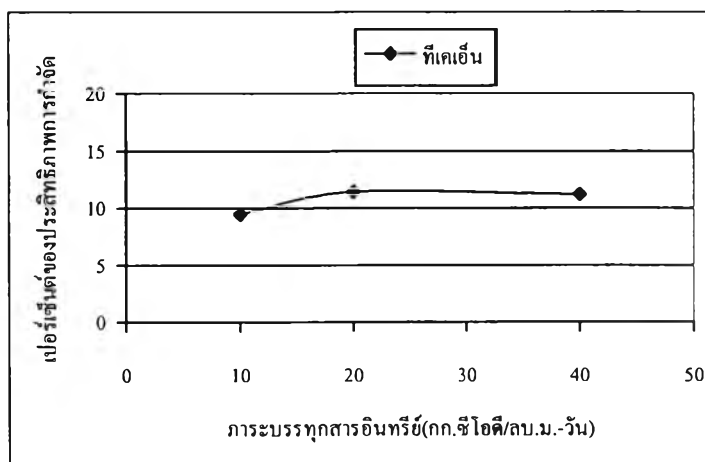


ง. ประสิธิภาพการกำจัดที่เคื้นของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.14 การกำจัดที่เคื้น (การทดลองช่วงที่ 1)

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น (การทดลองช่วงที่ 1)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	9.48
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	11.42
40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	11.19



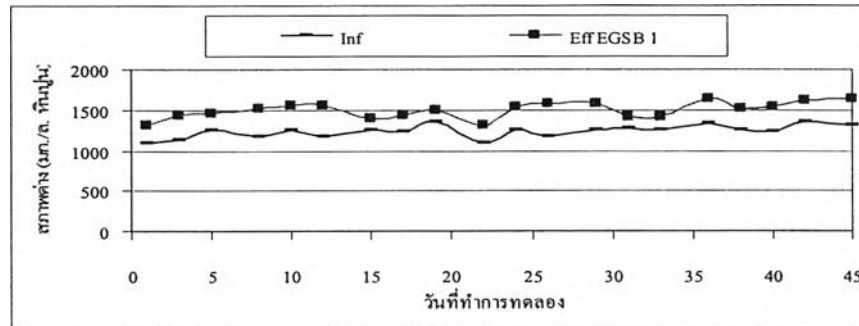
รูปที่ 4.15 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น (การทดลองช่วงที่ 1)

จากรูปที่ 4.15 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นแล้ว พบว่าระบบอีจีเอสบีไม่สามารถกำจัดทีเคเอ็นได้เนื่องจากระบบอีจีเอสบีเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ จึงไม่สามารถกำจัดค่าทีเคเอ็นโดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนทีเคเอ็นให้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนได้ โดยค่าทีเคเอ็นที่ลดลงในระบบอีจีเอสบีนั้น เกิดจากการนำไนโตรเจนไปใช้ในการดำรงชีวิตและสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ มีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณที่น้อยมาก โดยมีอัตราส่วนความต้องการของ ซีโอดีต่อไนโตรเจน เท่ากับ 350 ต่อ 5 ดังนั้นจึงไม่มีนัยสำคัญต่อปริมาณทีเคเอ็นที่เปลี่ยนแปลง

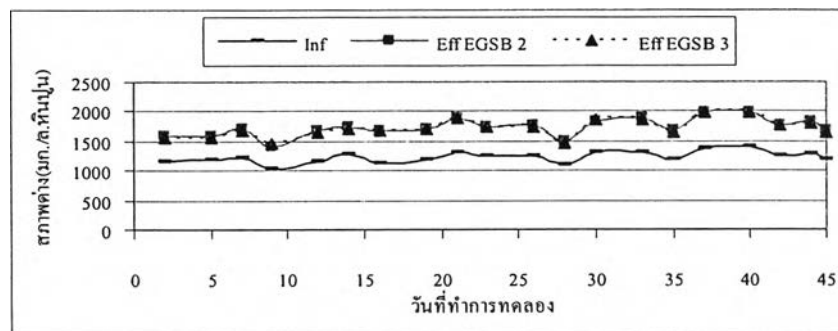
สภาพต่างทั้งหมด

ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,255.3 มก./ล.หินปูน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,510.86 มก./ล.หินปูน

การบรรทุกระบบอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,253.4 มก./ล.หินปูน โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับการบรรทุกระบบอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,780.3 มก./ล.หินปูน ชุดการทดลอง EGSB 3 รับการบรรทุกระบบอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,765.3 มก./ล. หินปูน



ก. ค่าสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกระบบอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ค่าสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีการบรรทุกระบบอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.16 สภาพต่างทั้งหมด (การทดลองช่วงที่ 1)

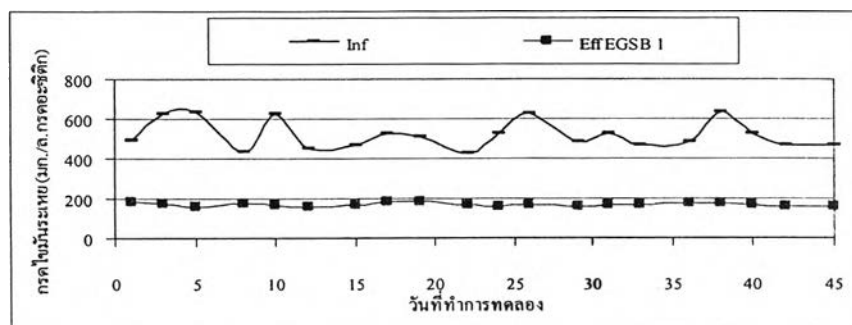
รูปที่ 4.16 ค่าสภาพต่างทั้งหมดของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับการบรรทุกระบบอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำที่เข้าระบบ เนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ปริมาณกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดในระบบเป็นการเพิ่มสภาพต่างไบคาร์บอเนตและคาร์บอนไดออกไซด์ให้กับระบบด้วย (Speece, 1996) ดังสมการต่อไปนี้ ซึ่งจะทำให้สภาพต่างทั้งหมดของระบบเพิ่มขึ้น



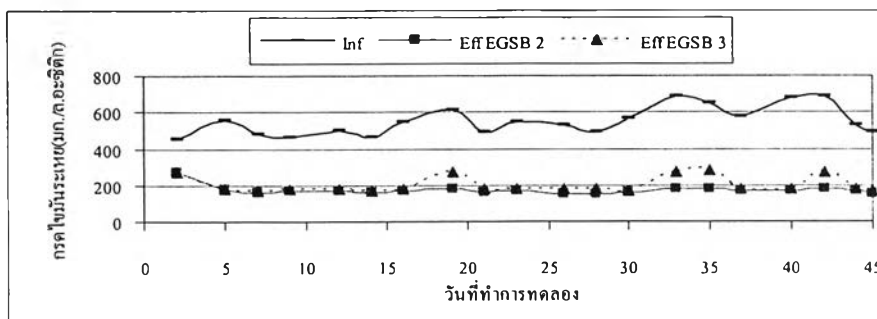
การกำจัดกรดไขมันระเหย

ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน กรดไขมันระเหยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 505.06 มก./ล.กรดอะซิติก น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่ากรดไขมันระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 167.26 มก./ล.กรดอะซิติก

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน กรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 568.3 มก./ล.กรดอะซิติก ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 165.3 มก./ล.กรดอะซิติก ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี กรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 203.4 มก./ล.กรดอะซิติก



ก. กรดไขมันระเหยของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. กรดไขมันระเหยของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.17 การกำจัดกรดไขมันระเหย (การทดลองช่วงที่ 1)

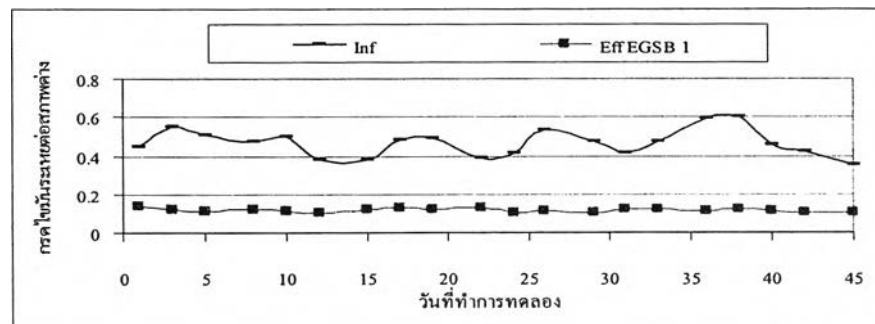
รูปที่ 4.17 กรดไขมันระเหยเฉลี่ยของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำที่เข้าระบบ เนื่องจากการที่จุลินทรีย์สร้างมีเทนใช้กรดไขมันระเหยเป็นอาหารเพื่อผลิตมีเทนก็เป็นการทำให้กรดไขมันระเหยลดลง จากการทดลองเห็นได้ว่ารับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

จุลินทรีย์สามารถใช้กรดไขมันระเหยได้มากกว่ารับภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน โดยที่รับภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน จุลินทรีย์ใช้กรดไขมันระเหย 337.8 403.0 และ 364.9 มก./ล.กรดอะซิติก ตามลำดับ

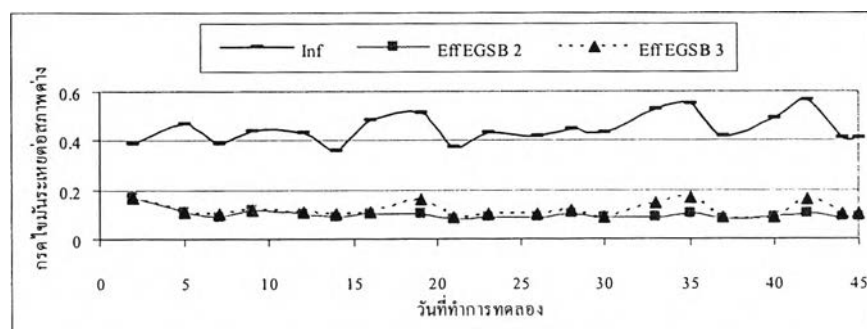
กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมด

ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.45 น้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีจะมีค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.11

ภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.45 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.09 ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.11



ก. กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน
รูปที่ 4.18 กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่าง (การทดลองช่วงที่ 1)

การตรวจสอบค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดดังรูปที่ 4.18 เป็นการติดตามดูการทำงานของจุลินทรีย์ หากจุลินทรีย์ทำงานบกพร่องซึ่งอาจเกิดจากสภาพต่างและกรดไขมันระเหยไม่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์สร้างมีเทน ทั้งนี้ก็ขึ้นกับบัพเฟอร์ของระบบว่าเพียงพอหรือไม่ โดยดูค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ผลก็คือจะมีค่าน้อยกว่า 0.40 ตลอดการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบมีกำลังบัพเฟอร์ที่เพียงพอ เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของสภาพต่างทั้งหมด กรดไขมันระเหย และกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมด (การทดลองครั้งที่ 1)

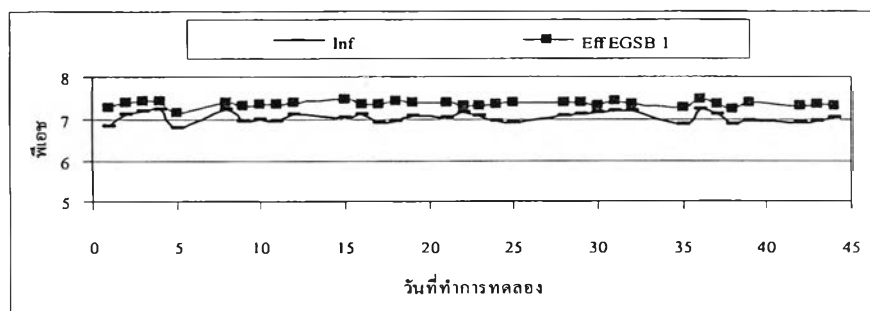
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	ค่าเฉลี่ยสภาพต่าง (มก./ล.หินปูน)		กรดไขมันระเหย (มก./ล.กรดอะซิติก)		กรดไขมันระเหยต่อ สภาพต่าง	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำออก	น้ำออก
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1,255.3	1510.86	505.05	167.26	0.45	0.11
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1,253.4	1780.30	568.30	165.30	0.45	0.09
40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1,253.4	1765.30	568.30	203.40	0.45	0.11

พีเอช

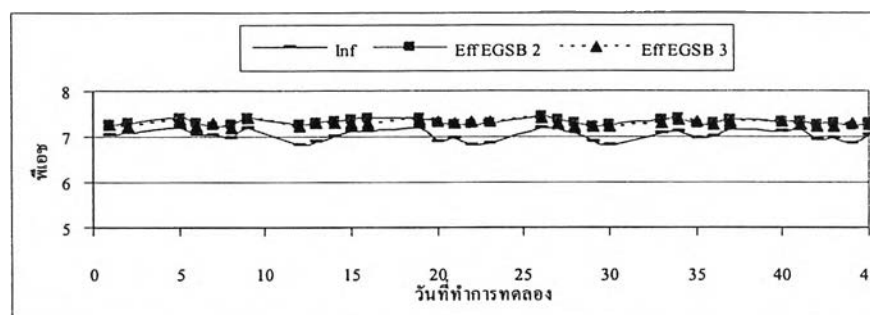
ชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 7.04 น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.37

ชุดการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พีเอชเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 7.01 โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.32 ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.29

รูปที่ 4.19 จะพบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำที่เข้าระบบ เนื่องจากปริมาณสภาพต่างทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในระบบ และปริมาณกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดไปเป็นการทำให้ค่าพีเอชสูงขึ้น พีเอชของน้ำที่ออกจากระบบตลอดการทดลองควรอยู่ในช่วง 6.5 – 8.2 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ



ก. พีเอชของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. พีเอชของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.19 ค่าพีเอช (การทดลองช่วงที่ 1)

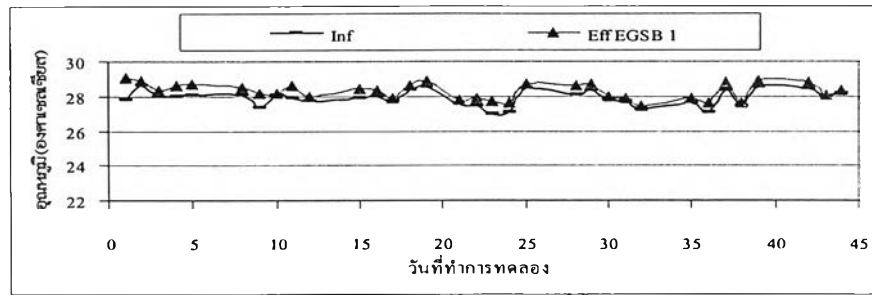
จากรูปที่ 4.19 พีเอชน้ำที่ออกจากระบบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำที่เข้าระบบ เนื่องจาก การที่จุลินทรีย์ย่อยสลายกรดไขมันระเหยจะทำให้ได้ค่าคาร์บอนเนตและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลผลิต ทำให้น้ำออกมีพีเอชสูงขึ้นดังสมการในหน้า 74

Speece (1996) เห็นว่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 6.6–8.2 เหมาะสมกับการดำรงชีพของจุลินทรีย์ สร้างมีเทน

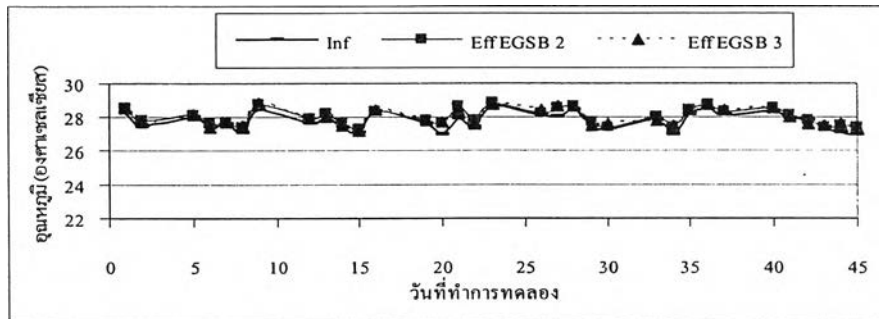
อุณหภูมิ

การทดลอง EGSB 1 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 27.8 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียออกจากระบบอีจีเอสบี เท่ากับ 28.2 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อุณหภูมิเฉลี่ย ของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียส โดยในชุดการทดลอง EGSB 2 รับการะบรทุก สารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.9 องศา เซลเซียส ชุดการทดลอง EGSB 3 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจาก ระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.9 องศาเซลเซียส



ก. อุณหภูมิของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



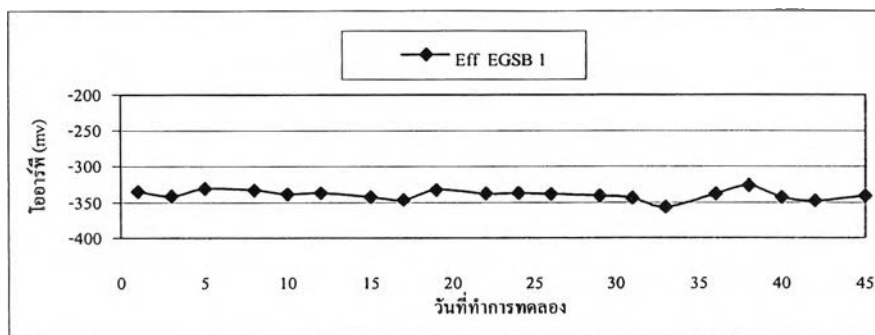
ข. อุณหภูมิของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน
รูปที่ 4.20 ค่าอุณหภูมิ (การทดลองช่วงที่ 1)

รูปที่ 4.20 จะพบว่าอุณหภูมิภายในแต่ละระบบมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก และต่างอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วง Mesophilic ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ โดยส่วนมากจะอยู่ในช่วง 28-33 องศาเซลเซียส (สุรพล สายพานิช, 2540)

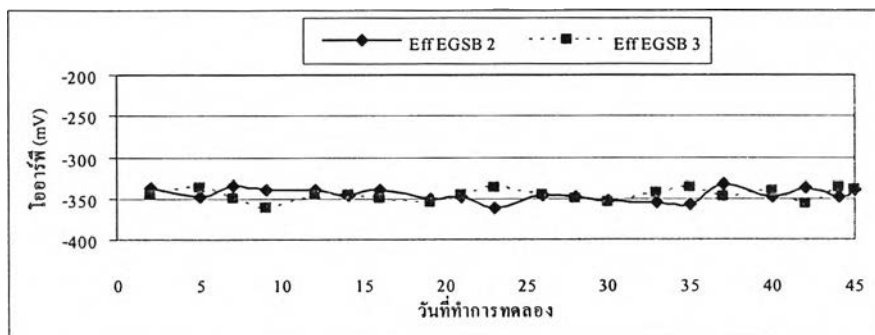
โออาร์พี

ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าโออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -340.27 mV.

ในชุดการทดลอง EGSB 2 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าโออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -347.19 mV. ชุดการทดลอง EGSB 3 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าโออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -346.46 mV.



ก. โอราร์พีของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. โอราร์พีของกระบวนการอีจีเอสบีการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.21 ค่าโอราร์พี (การทดลองช่วงที่ 1)

รูปที่ 4.21 ค่าโอราร์พีเฉลี่ยในแต่ละการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งค่าโอราร์พีของการบำบัดน้ำเสียไร้อากาศควรมีค่าอยู่ในช่วง -300 ถึง -500 mV. เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (สุรพล สายพานิช, 2540) ฉะนั้นค่าโอราร์พีจากการทดลองก็ถือว่าอยู่ในช่วงของระบบบำบัดน้ำเสียไร้อากาศ

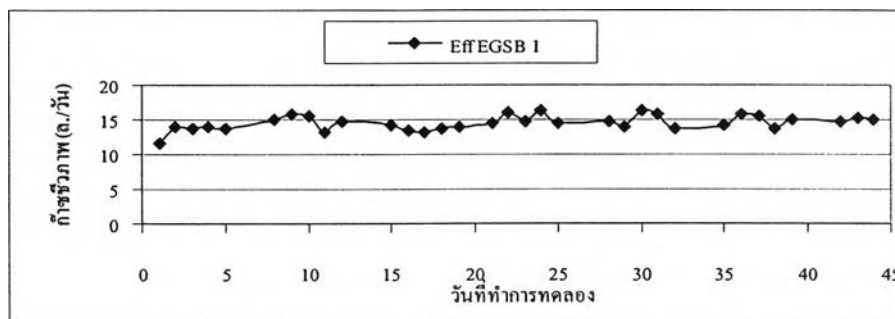
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยพีเอช อุณหภูมิ และโอราร์พี (การทดลองช่วงที่ 1)

การะบรทุกสารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	อุณหภูมิ (°C)		พีเอช		โอราร์พี (mV)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	27.8	28.2	7.04	7.37	-	-340.27
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	27.7	27.9	7.01	7.32	-	-347.19
40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	27.9	27.9	7.01	7.29	-	-346.46

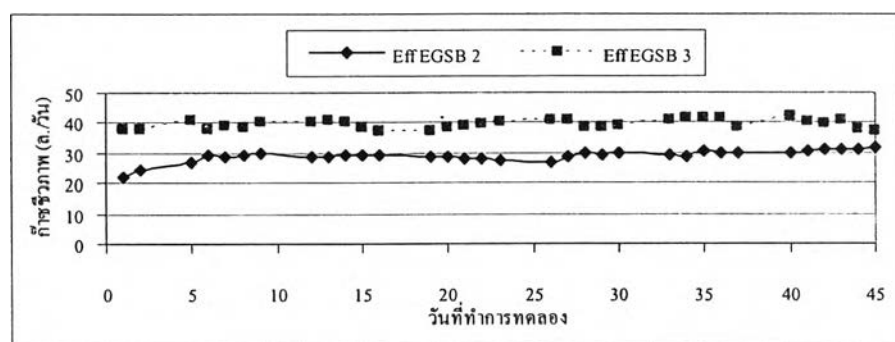
ก๊าซชีวภาพ

ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งพบว่าระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 14.620 ล./วัน

ในชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 29.422 ล.ต่อวัน ชุดการทดลอง EGSB 3 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 39.618 ล.ต่อวัน



ก. ก๊าซชีวภาพของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



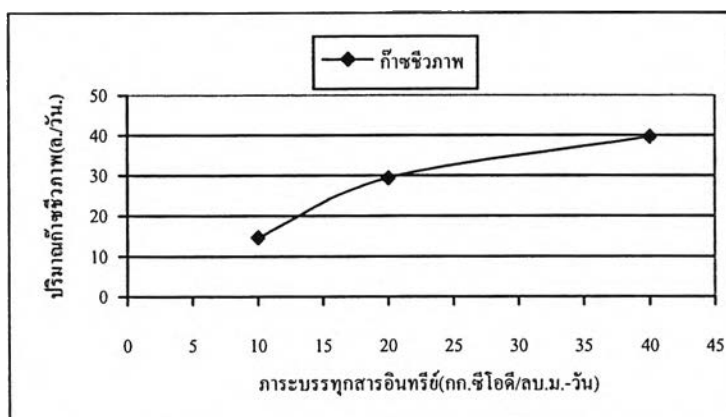
ข. ก๊าซชีวภาพของกระบวนการอีจีเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.22 ก๊าซชีวภาพ (การทดลองครั้งที่ 1)

รูปที่ 4.22 ปริมาณก๊าซชีวภาพในระบบอีจีเอสบีพบว่าเมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทำให้จุลินทรีย์สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากที่สุด ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ให้ระบบ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพมากขึ้น (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์, 2539)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณก๊าซชีวภาพโดยเฉลี่ย (การทดลองครั้งที่ 1) (ข้อมูลในภาคผนวก ก.)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	ค่าเฉลี่ยก๊าซชีวภาพ (ล./วัน)
10 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	14.620
20 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	29.422
40 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	39.618



รูปที่ 4.23 ปริมาณก๊าซชีวภาพ (การทดลองครั้งที่ 1)

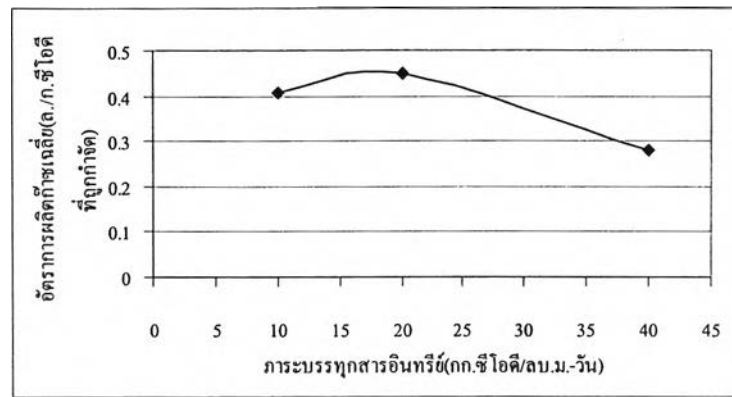
เมื่อพิจารณารูปที่ 4.23 จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.นี้ เมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นจะทำให้ระบบอีจีเอสบีเกิดก๊าซชีวภาพที่มากขึ้นด้วย เนื่องจากการที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่สูงขึ้นนี้เป็นการเพิ่มปริมาณอาหารให้กับจุลินทรีย์ (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์, 2539) ซึ่งความสามารถของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์สูง และเมื่อมีปริมาณอาหารที่สูงด้วย จะทำให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่มากขึ้นด้วย แต่ถ้ารับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ต่ำคือมีปริมาณสารอาหารน้อยแต่จุลินทรีย์มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สูง ฉะนั้นการผลิตก๊าซชีวภาพจึงได้ตามปริมาณอาหาร การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจึงควรออกแบบให้เหมาะสมกับความสามารถจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทน (การทดลองครั้งที่ 1) (ข้อมูลในภาคผนวก จ.)

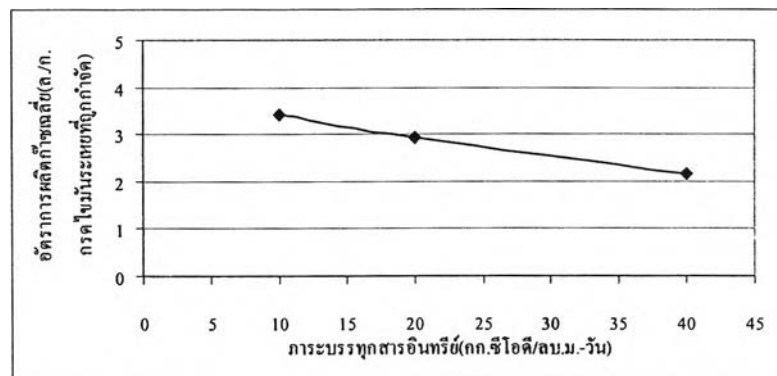
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทน
10 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	63.40
20 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	65.65
40 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน	62.87

เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Annachhatre และ Amatya (2000) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนใกล้เคียงกัน โดยการศึกษาของ Annachhatre และ Amatya (2000) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียแป้งมันสำปะหลังด้วยระบบยูเอเอสบี จากผลการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้มีค่า 60 – 67 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าระบบอีจีเอสบี สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้เทียบเท่าระบบยูเอเอสบี

เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน จะขึ้นอยู่กับการทำงานของจุลินทรีย์สร้างมีเทน ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ที่มีจุลินทรีย์สร้างมีเทนแข็งแรงสมบูรณ์ก็ส่งผลให้จุลินทรีย์ทำงานได้เป็นอย่างดีทำให้มีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนสูง เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้จากการทดลองรับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย คือมีค่ามากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และเมื่อรับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์สูงที่ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทำให้เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนลดลง เนื่องจากการเพิ่มภาวะบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้เกิดการสะสมของกรดโวลาทิล ไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สร้างมีเทน เช่นเดียวกับการที่ของเหลวเข้าระบบมากเกินไป (Hydraulic Overloading) ทำให้ระยะเวลาเก็บกักจุลินทรีย์ในระบบลดลง ถึงจุดที่ขยายพันธุ์ไม่ทันก่อนจะถูกล้างออกจากระบบ (Graef และ Andrews, 1974) การรับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ถึง 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ระบบยังสามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนได้ถึง 62.87 เปอร์เซ็นต์



ก. อัตราการผลิตก๊าซต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด (การทดลองครั้งที่ 1)



ข. อัตราการผลิตก๊าซต่อกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด(การทดลองครั้งที่ 1)

รูปที่ 4.24 อัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย (การทดลองครั้งที่ 1)

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.24 (ก.) อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด ใช้ความเร็วไหลขึ้นเท่ากัน คือ 3 ม./ชม. การทดลองที่รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย 0.40 0.45 และ 0.28 ล./ก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด

พิจารณารูปที่ 4.24 (ข.) อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพต่อกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด ใช้ความเร็วไหลขึ้นเท่ากัน คือ 3 ม./ชม. การทดลองที่รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย 3.41 2.92 และ 2.17 ล./ก.กรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อรับการะบรทุกสารอินทรีย์มากขึ้นจะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยเมื่อเทียบกับซีโอดีที่ถูกกำจัดและอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยเมื่อเทียบกับกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการที่การะบรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้สามารถของจุลินทรีย์ในการใช้ซีโอดีหรือกรดไขมันระเหยเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพลดลงด้วย

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจากผลการทดลอง ภาวะ
บรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. (ภาคผนวก ก.)

พารามิเตอร์	น้ำเข้าระบบ	ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก. ซีไอดี/ลบ.ม.- วัน
		น้ำออกจากระบบ
ซีไอดี (มก./ล.) n = 15	3,081.06	239.33
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี n = 15	-	92.26
บีไอดี (มก./ล.) n = 5	1,940	162.8
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดบีไอดี n = 5	-	91.60
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.) n = 15	1,081	379.6
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย n = 15	-	65.04
ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (มก./ล.) n = 15	394	139
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย n = 15	-	64.87
ทีเคเอ็น (มก./ล. ไนโตรเจน) n = 5	45.90	41.56
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น n = 5	-	9.48
พีเอส n = 25	7.04	7.37
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) n = 25	27.8	28.2
สภาพค่าง (มก./ล. หินปูน) n = 15	1,255.3	1,510.86
กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก) n = 15	505.05	167.26
กรดไขมันระเหยต่อสภาพค่าง n = 15	0.45	0.11
ค่าไออาร์พี n = 15	-	-340.27
ก๊าซชีวภาพ (ล./วัน) n = 25	-	14.620

หมายเหตุ n คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการทดลองในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจากผลการทดลอง
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. (ภาคผนวก ก.)

พารามิเตอร์	น้ำเข้าระบบ	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก. ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก. ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน
		น้ำออกจากระบบ	น้ำออกจากระบบ
ซีไอดี (มก./ล.) n = 15	3,106	202.8	316.53
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี n = 15	-	93.48	89.82
บีไอดี (มก./ล.) n = 5	1,789	163.4	260.2
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดบีไอดี n = 5	-	90.87	85.42
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.) n = 15	1,166.5	415.7	463.8
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย n = 15	-	64.38	60.2
ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (มก./ล.) n = 15	536.7	231.3	258.5
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย n = 15	-	57.14	51.84
ทีเคเอ็น (มก./ล. ในโครเจน) n = 5	48.03	42.56	42.67
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น n = 5	-	11.42	11.19
พีเอส n = 25	7.01	7.32	7.29
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) n = 25	27.7	27.9	27.9
สภาพค่าง (มก./ล. หินปูน) n = 15	1,253.4	1,780.3	1,765.3
กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก) n = 15	568.3	165.3	203.4
กรดไขมันระเหยต่อสภาพค่าง n = 15	0.45	0.09	0.11
ค่าไออาร์พี n = 15	-	-347.19	-346.46
ก๊าซชีวภาพ (ล./วัน) n = 25	-	29.422	39.618

หมายเหตุ n คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการทดลองในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

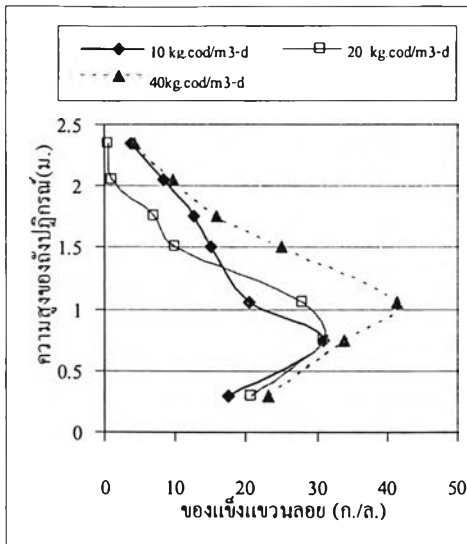
4.3.1 การกระจายตัวของจุลินทรีย์ตามความสูงของถังปฏิกรณ์ (การทดลองช่วงที่ 1) (ข้อมูลในภาคผนวก จ.)

ศึกษาการกระจายตัวของจุลินทรีย์ตามความสูงของถังปฏิกรณ์เพื่อพิจารณาความเข้มข้นของจุลินทรีย์มีค่ามากอยู่ที่ความสูงใดของถังปฏิกรณ์และเพื่อศึกษาถึงการกระจายตัว และความเข้มข้นของจุลินทรีย์เริ่มต้นการทดลอง(เมื่อระบบผ่านไปประมาณ 10 วัน) สิ้นสุดการทดลอง (เมื่อระบบผ่านไปได้ประมาณ 40 วัน) การวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอยและค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายตามความสูงของถังปฏิกรณ์ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของจุลินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

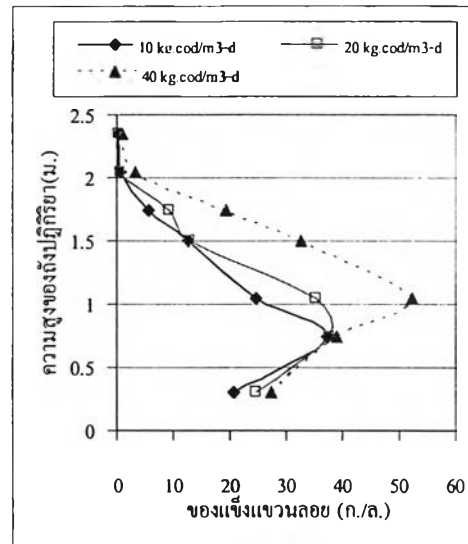
ตะกอนในถังปฏิกรณ์เป็นตะกอนแขวนลอยอยู่ในน้ำที่มีการปรับสภาพตัวเองให้มีการรวมกันเป็นเม็ดเพื่อให้มีน้ำหนักและตกตะกอนง่าย ตะกอนที่มีน้ำหนักมากจะจมตัวลงสู่ด้านล่าง เมื่อผ่านการใช้งานไประยะหนึ่งก็เกิดการสะสมตัวของตะกอนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น จนกลายเป็นชั้นตะกอนจุลินทรีย์ชั้น (ฉัตรชัย ศักดิ์วีรสวรรณ, 2547) ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อเดินระบบไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองแล้ว ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นเดินระบบมากทุกการทดลอง เพราะเกิดการสะสมตัวขึ้นในระบบ ในการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเห็นได้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์มีค่ามากที่สุดที่ความสูงประมาณ 0.7 0.8 และ 1.0 ม. จากก้นถังปฏิกรณ์ ตามลำดับ ในรูปที่ 4.25

เมื่อพิจารณาความสูงชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่ขยายตัว พบว่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์มีค่ามากที่สุด ณ ความสูงนั้นในถังปฏิกรณ์ ระดับความสูงต่ำกว่านี้จะมีค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำกว่า เนื่องจากเม็ดตะกอนชั้นล่างมีขนาดใหญ่กว่าจากการวิเคราะห์ด้วย Particle Size Analyzer ในหัวข้อที่ 4.3.5.1 และความเร็วไหลขึ้นในระบบประกอบกับก๊าซชีวภาพที่เม็ดตะกอนชั้นล่างผลิตขึ้นดันตัวสูงขึ้นสู่ด้านบน ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์จับตัวกันไม่แน่น ในขณะที่ระดับความสูงมากกว่าค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะค่อย ๆ ลดลงไปเรื่อยจนกระทั่งใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำที่ออกจากระบบ ยกตัวอย่าง เช่น ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเข้มข้นของจุลินทรีย์มีค่ามากที่สุดที่ความสูงประมาณ 0.7 ม. จากก้นถังปฏิกรณ์ ที่ความสูงต่ำกว่า 0.7 ม. ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะลดลงไปเรื่อย ๆ และที่ความสูงมากกว่า 0.7 ม. ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ก็ค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าใกล้เคียงน้ำออก

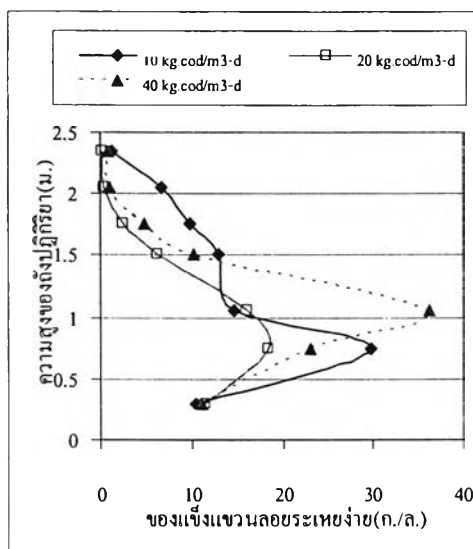
ในช่วงการเริ่มต้นเดินระบบจะพบว่า ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอีจีเอสบีจะค่อย ๆ ลดลงมาเรื่อย ๆ เนื่องจากพบได้ในน้ำออกว่ามีจุลินทรีย์ออกนอกระบบมาด้วย ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากการที่จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบยังอยู่ในช่วงของการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายในระบบ โดยที่จุลินทรีย์บางส่วนที่ไม่สามารถปรับตัวได้อาจจะตายและเกิดการย่อยสลายไป จึงมีผลทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในระบบมีค่าลดลง และเมื่อจุลินทรีย์สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายในระบบได้แล้ว พบว่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบจะค่อนข้างคงที่



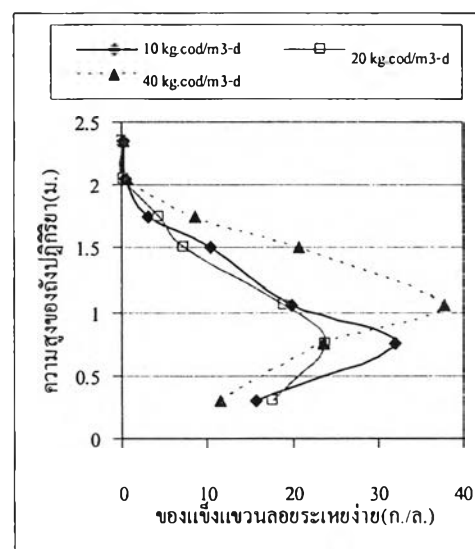
ก. ของแข็งแขวนลอยเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ข. ของแข็งแขวนลอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ค. ของแข็งแขวนลอยระยะหย่ง่ายเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ง. ของแข็งแขวนลอยระยะหย่ง่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 4.25 ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอิมูโนสปี (การทดลองช่วงที่ 1)

4.3.2 การขยายตัวของชั้นตะกอน (การทดลองช่วงที่ 1)

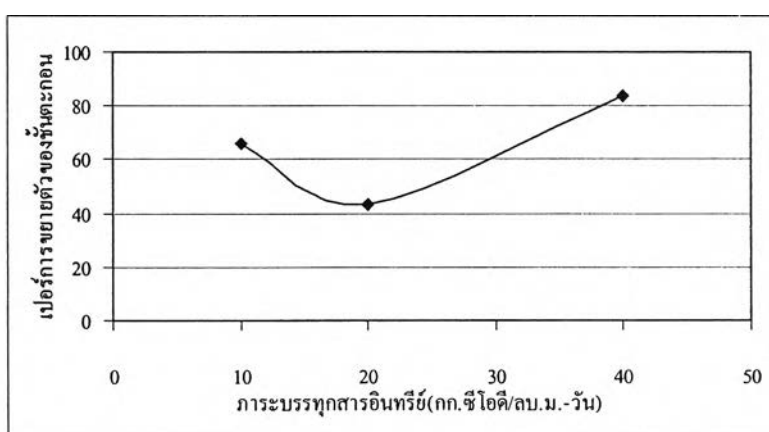
ในการเริ่มต้นระบบอิมูโนสปี จะเติมเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ลงในถังปฏิกรณ์ในปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรถังปฏิกรณ์ ดังนั้นระดับความสูงของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับเริ่มต้นเท่ากับ 1 ม. ซึ่งเมื่อทำการเดินระบบอิมูโนสปีที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน จะเกิดการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ดังตารางที่ 4.10

การวัดการขยายตัวของชั้นตะกอนจะใช้ระดับความสูงเริ่มต้นคือ 1 ม. เป็นระดับความสูงอ้างอิง ดังนั้นเมื่อการวัดความสูงการขยายตัวของชั้นตะกอน ให้เริ่มจากความสูงของชั้น

ตะกอนเริ่มต้นที่ 1.0 ม. เป็นต้นไป เช่น วัดความสูงของชั้นตะกอนได้ 1.66 ม. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้ความสูงระดับอ้างอิงให้เป็นศูนย์เปอร์เซ็นต์ จะได้ 66 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.10 การขยายตัวของชั้นตะกอนจูลินทรีย์ในระบบอิจิเอสบี ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	การขยายตัวของชั้นตะกอนจูลินทรีย์ (ม.)	เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชั้นตะกอนจูลินทรีย์
10 กก.ซีโอดีต่อลบ.ม.- วัน	1.66	66
20 กก.ซีโอดีต่อลบ.ม.- วัน	1.43	43
40 กก.ซีโอดีต่อลบ.ม.- วัน	1.84	84

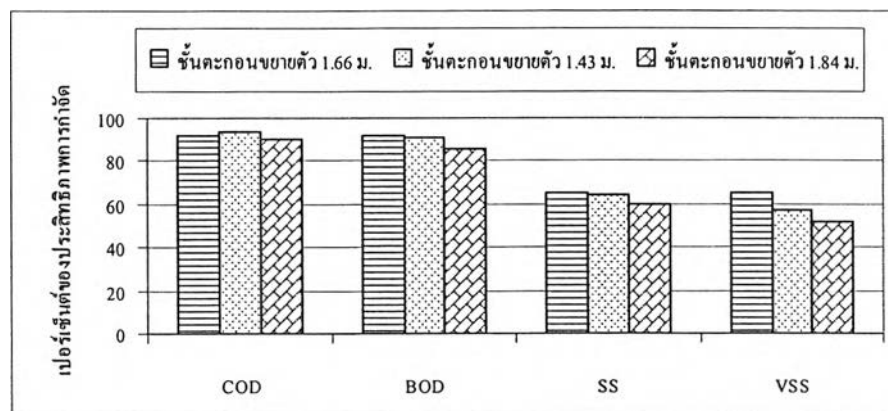


รูปที่ 4.26 เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชั้นตะกอนที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

จากรูปที่ 4.26 แสดงว่าที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเกิดการขยายตัวของชั้นจูลินทรีย์มากที่สุด เป็นที่น่าสังเกตว่าการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีการขยายตัวของชั้นตะกอนต่ำกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จูลินทรีย์มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีซึ่งดูจากประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจึงมีผลทำให้เม็ดตะกอนระบบมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งดูจากการวิเคราะห์ขนาดเม็ดตะกอนด้วย Particle Size Analyzer ในหัวข้อที่ 4.3.5.1 และความเร็วตกตะกอนในหัวข้อที่ 4.4.3 ตะกอนจูลินทรีย์ได้พัฒนาไปเป็นตะกอนหนักแรงดันไม่สามารถพองให้ลอยขึ้นได้ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ชั้นตะกอนขยายตัวไม่มากนัก แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดน้ำเสียของระบบอิจิเอสบี และชั้นตะกอนจูลินทรีย์ขยายตัวที่ความสูงนี้ ทำให้มีความเป็นไปได้ระบบอิจิเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. จะสามารถใช้ความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 3 ม./ชม. ได้ ชั้นตะกอนจึงมีการขยายตัวมากกว่า ผลของการศึกษาภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ใช้ความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 3 ม./ชม. มีการศึกษาอยู่ในหัวข้อ 4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้นต่างกัน ซึ่งจะกล่าวถึงการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยใช้ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม.

เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่างในระบบ เช่น ความเร็วไหลขึ้น น้ำหนักของตะกอนจุลินทรีย์ สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงไม่สามารถกล่าวได้ว่าเมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ขึ้น จะมีผลทำให้การขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์สูงขึ้นด้วย



รูปที่ 4.27 ผลของการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ (การทดลองช่วงที่ 1)

จากรูปที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์สูง ทำให้ประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียของระบบอีจีเอสบีมีค่าลดลง โดยเฉพาะกับการกำจัดของแข็งแขวนลอย และของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังเช่น การขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ 1.84 ม. และการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่สูงมากกว่า 1.84 ม. อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบอีจีเอสบีเนื่องจากทำให้ตะกอนจุลินทรีย์อาจหลุดออกนอกระบบได้ง่าย

4.3.3 ความเร็วการตกตะกอน (การทดลองช่วงที่ 1)

การเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ไม่ให้หลุดออกไปจากถังปฏิกรณ์ได้ก่อให้เกิดตะกอนจุลินทรีย์ในรูปของเม็ดตะกอน ซึ่งสามารถตกตะกอนได้ ตะกอนจุลินทรีย์สามารถรวมตัวกันเป็นเม็ดตะกอนเพื่อให้มีน้ำหนักและตกตะกอนได้ง่าย การตกตะกอนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของเม็ดตะกอน ความเร็วไหลขึ้นของน้ำเสียภายในระบบ ซึ่งน้ำหนักของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์จะขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ที่มาจับกับเม็ดตะกอนทำให้มีขนาดที่ต่างกัน (ฉัตรชัย

ศักดิ์วีรสุวรรณ, 2547) ในการทดลองนี้เมื่คตะกอนจะมีจุลินทรีย์เส้นใยจับตัวกันอย่างหนาแน่นเพื่อต้านทานความเร็วไหลขึ้นได้(จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน) จุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนได้ต้องมีสารอาหารที่เพียงพอ สภาพแวดล้อมเหมาะสม นอกจากนี้ขนาดของเม็ดตะกอนยังขึ้นอยู่กับความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นภายในระบบ การทดลองหาความเร็วการตกตะกอนที่ระดับต่าง ๆ ของถังปฏิกรณ์คือ 0.45 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึง ทั้งก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 4.11 ความเร็วการตกตะกอน (การทดลองครั้งที่ 1)

ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ (ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	ความเร็วคตะกอน (ม./ชม.)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	33.68		
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน			
ก่อนการทดลอง	22.66	19.27	17.31
สิ้นสุดการทดลอง	25.71	24.62	25.64
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน			
ก่อนการทดลอง	31.79	28.22	26.01
สิ้นสุดการทดลอง	36.38	30.79	-
40 ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน			
ก่อนการทดลอง	33.35	22.71	18.58
สิ้นสุดการทดลอง	37.57	26.01	20.98

หมายเหตุ - แสดงว่าไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนมีความสูงไม่ถึง

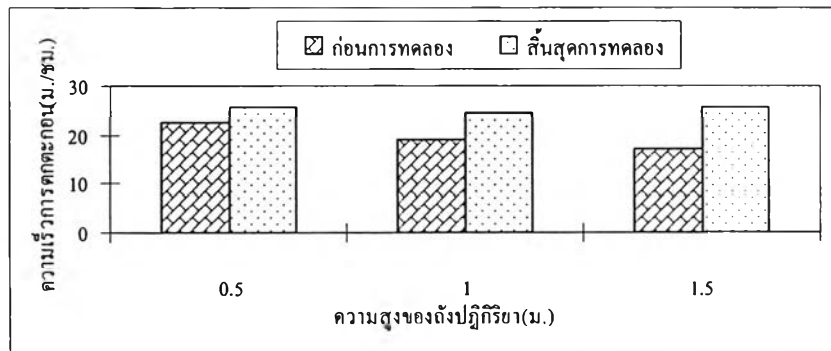
จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาความเร็วการตกตะกอนจะพบว่า การทดลองทุกการทดลองเมื่อเดินระบบไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองแล้วตะกอนจุลินทรีย์มีความเร็วการตกตะกอนเพิ่มขึ้น จากความเร็วการตกตะกอนเริ่มต้นเดินระบบในแต่ละการทดลอง โดยความเร็วคตะกอนของการทดลองที่รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าที่ความสูง 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์มีค่าความเร็วการตกตะกอนสูงสุดคือ 25.71 36.38 และ 37.57 ม./ชม. ตามลำดับ

จากการตกตะกอนจะหาค่าความหนาแน่นได้ด้วยความสัมพันธ์ของ Stokes' law ดังนี้

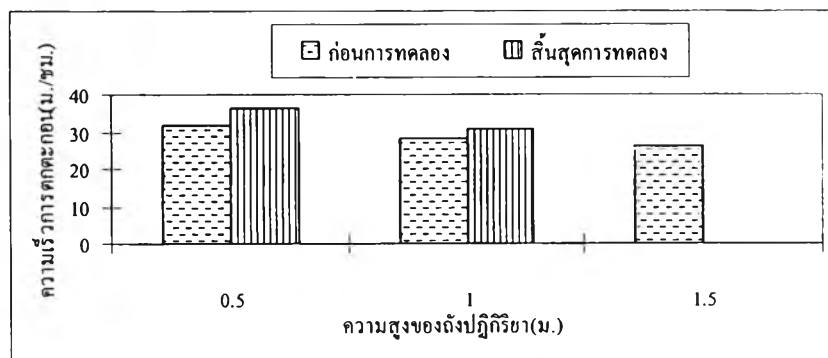
$$v = \frac{g(\rho_s - \rho)D^2}{18\mu} \quad (\text{ภาคผนวก ข.})$$

จากความสัมพันธ์นี้ ความเร็วคตะกอนเพิ่มขึ้น ขนาดของเม็ดตะกอนเพิ่มขึ้น จะแปรผันตรงกับค่าความหนาแน่นของเม็ดตะกอน คือเม็ดตะกอนมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เช่น ในการ

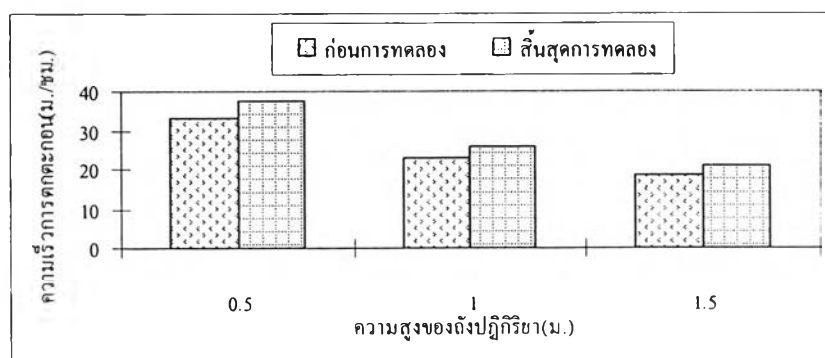
ทดลองภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูง 1.05 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์ จะเห็นได้ว่าความเร็วตกตะกอนสิ้นสุดการทดลองมีค่า 24.62 30.79 และ 26.01 ม./ชม. เมื่อหาความหนาแน่นตามความสัมพันธ์ของ Stokes' law คือ 1,020.21 1,025.05 และ 1,017.1 กก./ลบ.ม. จะเห็นได้ว่าเมื่อความเร็วตกตะกอนเพิ่มทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้วย



ก. ความเร็วการตกตะกอนที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

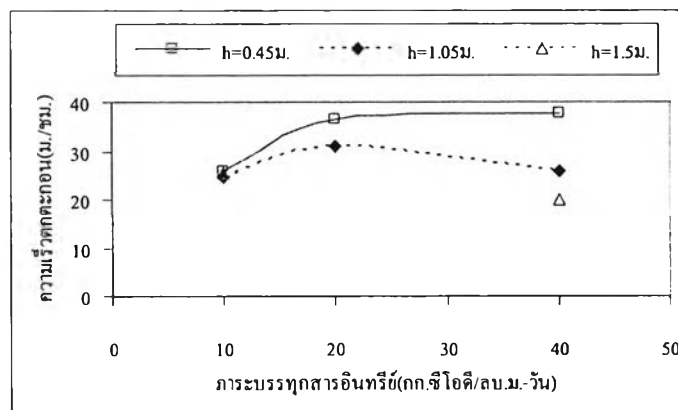


ข. ความเร็วการตกตะกอนที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. ความเร็วการตกตะกอนที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน
รูปที่ 4.28 ความเร็วการตกตะกอนของระบบ (การทดลองช่วงที่ 1)

จากรูปที่ 4.28 ทุกการทดลองจะเห็นได้ว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงมีความสามารถตกตะกอนได้ช้ากว่าตะกอนที่อยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของเม็ดจุลินทรีย์ที่อยู่ระดับล่างมีขนาดใหญ่กว่าเพราะตะกอนที่อยู่ด้านล่างของถังปฏิกรณ์นั้นรับสารอาหารมากกว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงกว่า ดังนั้นตะกอนที่อยู่ในระดับความสูงของถังปฏิกรณ์ต่ำกว่าจึงสามารถตกตะกอนได้ดีกว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงกว่า(ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์, 2539) เมื่อเทียบกับรายงานผลของ Show และคณะ (2004) ที่หาความเร็วการตกตะกอนจากตะกอนในถังยูเอเอสบี ได้ผลว่าความเร็วการตกตะกอนมีค่า 26.7-64.2 ม./ชม. ซึ่งพบได้ว่าการทดลองของผู้ทดลองนี้ได้ความเร็วการตกตะกอน 17.31-37.57 ม./ชม. แต่การทดลองของ Show และคณะ (2004) เป็นระบบ ยูเอเอสบีที่ได้ใช้ตะกอนที่มีการเติมโพลิเมอร์ชนิดประจุลบ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยในการตกตะกอนได้ดี จึงทำให้ความเร็วตกตะกอนของเม็ดตะกอนมีค่าสูงกว่าของการทดลองชุดนี้ไปบ้าง



รูปที่ 4.29 ความเร็วการตกตะกอนสิ้นสุดการทดลอง (การทดลองช่วงที่ 1)

จากรูปที่ 4.29 จะเห็นได้ว่าความเร็วตกตะกอนเริ่มลดลงที่ภาระบรทุกสูงกว่า 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เนื่องจากรับภาระบรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น ทำให้ภายในถังปฏิกรณ์เกิดความปั่นป่วนมากขึ้น ด้วยเหตุนี้เม็ดตะกอนจึงไม่สามารถตกตะกอนได้โดยง่าย

4.3.4 ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน (Specific Methanogenic Activity, SMA) (การทดลองช่วงที่ 1)

ศึกษาถึงความสามารถในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอิจีเอสบี โดยพิจารณาจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบ มีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะดูจากอัตราการผลิตมีเทน กล่าวคือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีอัตราการผลิตมีเทนสูง แสดงว่ามีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์สร้างก๊าซมีเทนสูง โดยในการศึกษา

ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ จะทำการวิเคราะห์ด้วยการหาความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์

ในการทดลองนี้จะทำการนำตะกอนจุลินทรีย์จากระดับต่าง ๆ ของถังปฏิกรณ์คือ 0.45 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์ มาหาความสามารถในการสร้างก๊าซมีเทนของตะกอน โดยจะทำการหาค่าที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำมาศึกษาถึงความสามารถของตะกอนในการสร้างมีเทนที่มีต่อระบบอีจีเอสบีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ดังตารางที่ 4.12

ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบจะมีค่าเท่ากับ 0.316 ก.ซีไอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน ที่การทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความสูง 1.05 และ 1.5 ม. ของถังปฏิกรณ์ ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจะมีค่าน้อยกว่าตะกอนจุลินทรีย์ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ เนื่องจากว่าในช่วงนี้จุลินทรีย์ยังอยู่ในช่วงของการปรับตัวให้คุ้นเคยกับสภาพภายในระบบอยู่ จึงมีทำให้อัตราการสร้างก๊าซมีเทนต่ำกว่าตะกอนจุลินทรีย์ก่อนเดินระบบ ต้องอาศัยระยะเวลาเพื่อให้จุลินทรีย์มีความคุ้นเคยต่อสภาพแวดล้อมในน้ำเสียก่อน และเมื่อเดินระบบที่การทดลองต่อไปจะเห็นว่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบจะมีค่าน้อยกว่าตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงสิ้นสุดการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงเริ่มต้นยังต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพเงื่อนไขของการทดลองความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจึงต่ำลง แต่ตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงสิ้นสุดการทดลองจะมีค่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนที่มากกว่าเนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้แล้วนั่นเอง

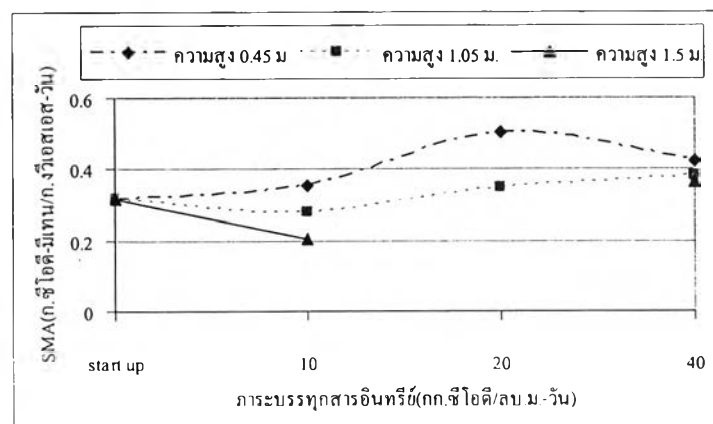
เมื่อพิจารณาตามความสูงของถังปฏิกรณ์อีจีเอสบีแล้ว พบว่าที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์สูงที่สุดที่ระดับความสูงของถังปฏิกรณ์ 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเป็นเพราะระบบมีทางน้ำเข้าอยู่ด้านล่างของถังปฏิกรณ์ตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับความสูงของถัง 0.45 ม. จึงสัมผัสสารอินทรีย์ของน้ำเสียเข้าระบบได้ก่อนตะกอนจุลินทรีย์ที่ความสูงระดับอื่น ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับความสูง 0.45 ม. สามารถใช้สารอินทรีย์ในการย่อยสลายสร้างมีเทนได้มากกว่าจุลินทรีย์ที่ระดับความสูงอื่น สารอินทรีย์จะต้องผ่านตะกอนจุลินทรีย์ที่ความสูง 0.45 ม. ย่อยสลายแล้วจึงขึ้นไปสู่ความสูง 1.05 และ 1.5 ม. ได้ ฉะนั้นที่ระดับความสูง 1.05 และ 1.5 ม. จึงได้รับสารอินทรีย์น้อยลงตามระดับความสูง ถ้ายิ่งที่ความสูงของถังมากปริมาณสารอินทรีย์ก็ยิ่งเหลือน้อยลง ตามลักษณะของปลั๊กโพล อัตราการสร้างก๊าซมีเทนจึงมีค่าต่ำกว่าตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ในระดับต่ำกว่า (ณรงค์ศักดิ์ รัตติธัญญานนท์, 2539) ทั้งเม็ดตะกอนที่อยู่ในระดับต่ำจะมีขนาดของตะกอนที่ใหญ่กว่าเม็ดตะกอนที่อยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 4.12 ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน (การทดลองช่วงที่ 1) (ข้อมูลในภาคผนวก ข.)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	เอสเอ็มเอ (ก.ซีโอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	0.316		
10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สิ้นสุดการทดลอง	0.356	0.276	0.202
20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ก่อนการทดลอง	0.314	0.289	0.205
สิ้นสุดการทดลอง	0.504	0.348	-
40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ก่อนการทดลอง	0.307	0.282	0.297
สิ้นสุดการทดลอง	0.425	0.378	0.365

- หมายเหตุ 1. - แสดงว่าไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนมีความสูงไม่ถึง
2. ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน นำค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

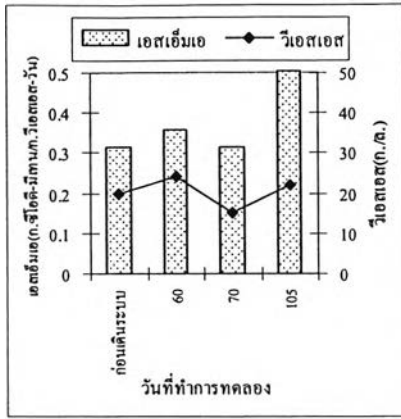
ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้จากการทดลอง จะเห็นได้ว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.202 – 0.665 ก.ซีโอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน ซึ่งเป็นค่าที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลของ Gonzalez-Gil และคณะ (2001) คือ การหาค่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนโดยใช้กรดอะซิติกเป็นแหล่งอาหาร จากการนำเม็ดตะกอนจากโรงงานเป็ยร์ระบบยูเอเอสบีที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 - 0.6 ก.ซีโอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน



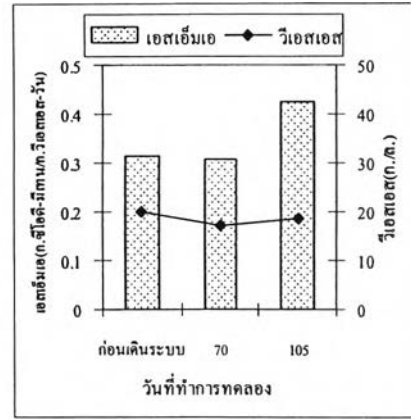
รูปที่ 4.30 ค่าเอสเอ็มเอ (สิ้นสุดการทดลอง)

จากรูปที่ 4.30 จะเห็นได้ว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน ต่ำลงจากเริ่มต้นเดินระบบยกเว้นที่ความสูง 0.45 ม. มีค่าเพิ่มขึ้น และความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจะเพิ่มขึ้นเมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ที่ความสูง 1.5 ม. ไม่มีข้อมูลเนื่องจากชั้นตะกอนขยายตัวไม่ถึง) ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนมากกว่าเริ่มต้นเดินระบบ แสดงว่าเมื่อระบบรับภาระสารอินทรีย์มากขึ้นมีผลทำให้เม็ดตะกอนมีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนมากขึ้น แต่ไม่ควรรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากเกินไปเกิน 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อาจมีผลทำให้ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนน้อยลง

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์มากขึ้น จะทำความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นดังรูป ก. ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์สามารถปรับตัวให้คุ้นเคยกับระบบบำบัดน้ำเสียที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูง เพราะฉะนั้นความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจึงมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

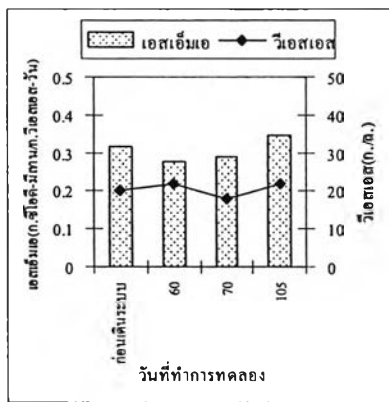


ก. ดัชนีปฏิบัติที่ 1

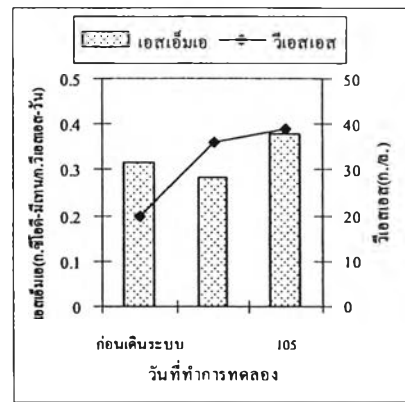


ข. ดัชนีปฏิบัติที่ 2

ที่ความสูง 0.45 ม. จากกันดั้มปฏิบัติ

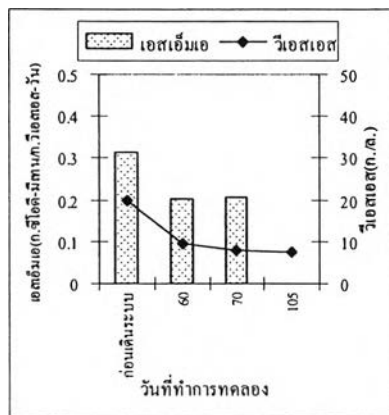


ค. ดัชนีปฏิบัติที่ 1

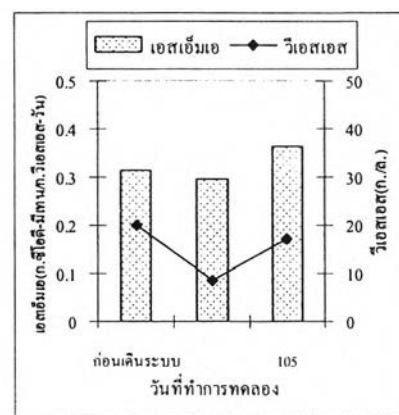


ง. ดัชนีปฏิบัติที่ 2

ที่ความสูง 1.05 ม. จากกันดั้มปฏิบัติ



จ. ดัชนีปฏิบัติที่ 1



ฉ. ดัชนีปฏิบัติที่ 2

ที่ความสูง 1.5 ม. จากกันดั้มปฏิบัติ

รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ของความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนกับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบี (การทดลองครั้งที่ 1)

4.3.5 ลักษณะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 1)

4.3.5.1 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (Particle Size Analyzer) (การทดลองช่วงที่ 1)

ทำการหาขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลง และเนื่องจากเม็ดตะกอนจุลินทรีย์มีขนาดและปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนั้นการวัดขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์จึงได้วิเคราะห์อยู่ในรูปแบบของการกระจายขนาด โดยใช้เครื่อง Particle Size Analyzer ในการวิเคราะห์ และเนื่องจากข้อมูลของขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์เป็นการกระจายตามขนาดต่าง ๆ ดังนั้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ จึงได้เลือกค่าที่เป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง โดยเลือกค่า D_{10} D_{50} และ D_{90} ซึ่งเป็นขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ปริมาณ 10 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้ทำการวิเคราะห์ โดยหากการเปลี่ยนแปลงค่า D ที่เปอร์เซ็นต์ใด ๆ ลดลง แสดงมีเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่ามีปริมาณสูงขึ้น กล่าวคือ เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ขนาดใหญ่มีการแตกตัว หากค่า D มีการเปลี่ยนแปลงโดยเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่เปอร์เซ็นต์ 50 และ 90 เพิ่มขึ้นแสดงว่าในระบบขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า D_{10} D_{50} และ D_{90} ของเม็ดตะกอน จุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีอยู่เสมอ ในการทดลองนี้จะนำตัวอย่างของตะกอนจุลินทรีย์ไปวัดขนาดของเม็ดตะกอน โดยจะทำการวัดขนาดเม็ดตะกอนที่เริ่มต้นการทดลองก่อนทุกครั้งและสิ้นสุดการทดลองเพื่อเปรียบเทียบว่าเมื่อได้ทำการทดลองไปแล้ว การทดลองได้ส่งผลต่อขนาดของเม็ดตะกอนอย่างไรบ้าง และทำการเก็บตัวอย่างเม็ดตะกอนที่ระดับความสูง 0.5 1.0 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์เพื่อเป็นตัวแทนการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนที่ระดับความสูงต่าง ๆ ของถังปฏิกรณ์

จากตารางที่ 4.13 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบี จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบ โดยสังเกตจากการเพิ่มขึ้นของค่า D_{90} และ D_{50} ซึ่งอาจมาจากการที่จุลินทรีย์ในระบบสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพของระบบได้เป็นอย่างดี และสามารถย่อยสลายสารที่เป็นอาหารเพื่อใช้ในการเพิ่มจำนวนประชากร เพราะฉะนั้นเม็ดตะกอนจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น ถึงแม้ว่าในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ จุลินทรีย์บางส่วนที่ไม่สามารถปรับตัวได้อาจตายและเกิดการย่อยสลายไปบ้าง และหลังจากนั้นเมื่อทำการเดินระบบต่อไปขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของค่า D_{10} D_{50} และ D_{90} โดยที่ค่า D_{10} จะมีค่าลดลง ส่วนค่า D_{50} และ D_{90} จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ระบบอีจีเอสบีที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ค่าต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า D_{90} และ D_{50} จะเพิ่มขึ้นเมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์

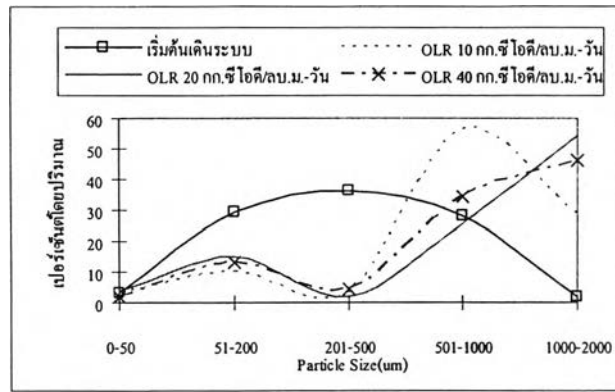
ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีจะมีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ในการทดลองเมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีคือ 10 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-

วัน มีผลทำให้ตะกอนจุลินทรีย์จะมีขนาดเพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากการเพิ่มขึ้นของค่า D_{90} และ D_{50} ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากการที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในระบบมีค่าสูงขึ้น ทำให้จุลินทรีย์มีสารอาหารใช้มากขึ้นอย่างทั่วถึง (ณรงค์ศักดิ์ ธิติชัยญานนท์, 2539) จึงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์แล้วเกิดการแบ่งตัวกันเพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรให้กับจุลินทรีย์ในระบบ (ตามที่เห็นจากการนำเม็ดตะกอนมาส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในรูปที่ 4.34)

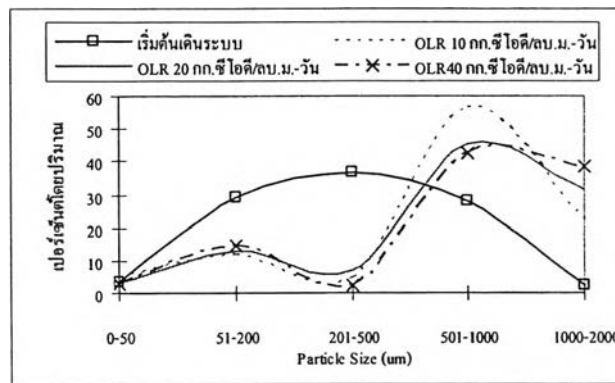
ตารางที่ 4.13 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 1) (ข้อมูลในภาคผนวก ง.)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)	ขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (ไมโครเมตร)		
	D_{10}	D_{50}	D_{90}
ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ	94.089	304.727	694.443
v 3 ม./ชม. (OLR 10 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 60 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	110.343	756.912	1047.416
ที่ ความสูง 1.05 ม.	86.231	703.855	1014.079
ที่ ความสูง 1.5 ม.	76.972	623.600	942.976
v 3 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 70 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	84.714	721.290	1052.852
ที่ ความสูง 1.05 ม.	74.100	613.209	1022.167
ที่ ความสูง 1.5 ม.	100.619	296.763	582.842
v 3 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 105 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	92.987	933.285	1418.683
ที่ ความสูง 1.05 ม.	102.955	706.973	1269.678
ที่ ความสูง 1.5 ม.	-	-	-
v 3 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 70 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	170.422	907.288	1202.202
ที่ ความสูง 1.05 ม.	233.566	814.743	1107.027
ที่ ความสูง 1.5 ม.	145.172	637.599	966.466
v 3 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 105 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	91.754	854.599	1419.510
ที่ ความสูง 1.05 ม.	98.559	786.572	1298.294
ที่ ความสูง 1.5 ม.	75.662	575.877	1157.075

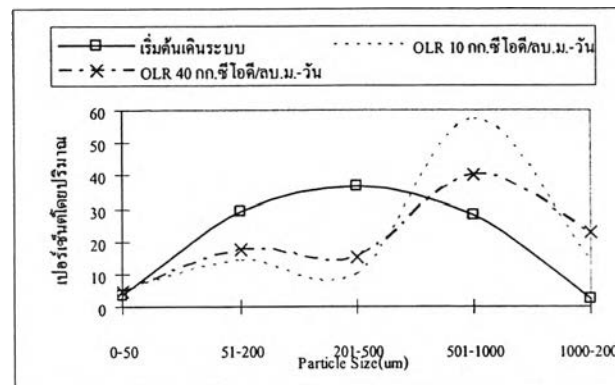
หมายเหตุ - แสดงว่าไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนมีความสูงไม่ถึง



ก. ความสูง 0.45 ม. จากก้นถังปฏิกรณ์



ข. ความสูง 1.05 ม. จากก้นถังปฏิกรณ์



ค. ความสูง 1.5 ม. จากก้นถังปฏิกรณ์

รูปที่ 4.32 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองครั้งที่ 1)

ขนาดเม็ดตะกอนจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปอย่างเห็นได้ชัด ผลการทดลองจะพบว่า ขนาดของเม็ดตะกอนที่ระดับต่ำจะมีขนาดใหญ่กว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงเสมอ ทุกการทดลอง ขนาดเม็ดตะกอนเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ระดับความสูงของถังปฏิกรณ์แต่ละระดับ จะมีขนาดของเม็ดตะกอนไม่เท่ากัน โดยเม็ดตะกอนที่อยู่ 0.45 ม. ของก้นถังปฏิกรณ์จะมีขนาดเม็ด

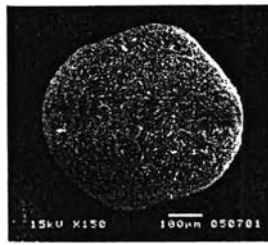
ตะกอนจุลินทรีย์ใหญ่กว่าที่ความสูง 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกิริยา ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความสูง 0.45 ม. เม็ดตะกอนจุลินทรีย์จะได้รับสารอินทรีย์ที่มากกว่าความสูง 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกิริยา เนื่องจากสารอินทรีย์ในถังปฏิกรณ์จะมีความเข้มข้นลดลงตามความสูงของถังปฏิกรณ์ ที่ความสูงสุดของถังปฏิกรณ์จะมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำออก ถังปฏิกรณ์มีลักษณะเป็นปลั๊กโฟล (Singh และ Viraraghavan, 2003) เพราะฉะนั้น ด้านล่างของถังปฏิกรณ์จึงได้รับสารอาหารมากกว่า เช่นเดียวกับ เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ความสูง 0.45 ม. จะได้รับสารอินทรีย์ที่มากกว่าความสูง 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกิริยา

พิจารณารูปที่ 4.32 เมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ขึ้น จะมีผลทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีปริมาณมากขึ้นด้วย ในขณะที่เม็ดตะกอนที่มีขนาดเล็กจะลดปริมาณลงเมื่อเทียบกับขนาดและปริมาณของเม็ดตะกอนเริ่มต้นเดินระบบ

4.3.5.2 ผลของภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 1)

จากการศึกษาลักษณะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในการทดลอง โดยนำตัวอย่างของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์จากระบบอีจีเอสบี มาทำการส่องด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM) โดยทำการเลือกตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ ที่เป็นตัวแทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์หลาย ๆ เม็ดที่ส่องจากกล้องจุลทรรศน์ การนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะนำเม็ดตะกอนจุลินทรีย์เมื่อสิ้นสุดการทดลองทุกการทดลองแล้วมาส่องเพื่อดูลักษณะของเม็ดตะกอนว่ามีเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 10 20 และ 40 กก. ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน แตกต่างกัน

ลักษณะทางกายภาพที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า โดยตะกอนจุลินทรีย์จะเกาะยึดกันไว้เป็นก้อนแน่นอย่างเห็นได้ชัด เม็ดตะกอนมีสีดำ ผิวเกลี้ยง เป็นรูปทรงกลมหรือทรงรี ลักษณะของเม็ดตะกอนที่เกิดขึ้นในถังปฏิกรณ์จะขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน หัวเชื้อ ส่วนประกอบของน้ำเสีย ตลอดจนการเริ่มต้นของการหมักและสิ่งแวดล้อมขณะที่เริ่มต้นกระบวนการหมัก ในการตรวจสอบเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่รวมตัวกันเป็นเม็ดแน่น ซึ่งขนาดของเม็ดตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะผสมกันทั้งแบบฟล็อกและเม็ดปนกัน (ฉัตรชัย ศักดิ์วีระสุวรรณ, 2547) รูปถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีดังต่อไปนี้

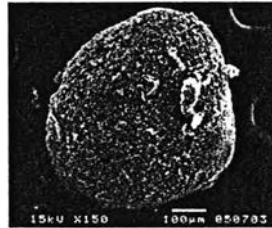


(กำลังขยาย 150 เท่า)

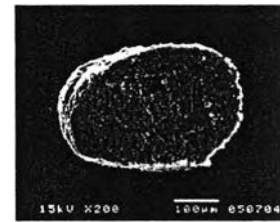


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มคั้นเดินระบบ

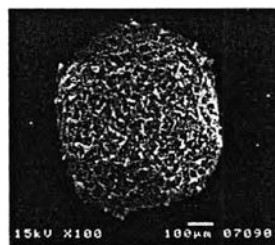


(กำลังขยาย 150 เท่า)

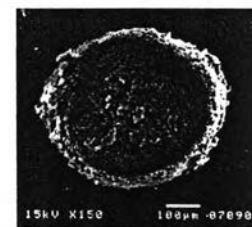


(กำลังขยาย 200 เท่า)

ข. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)

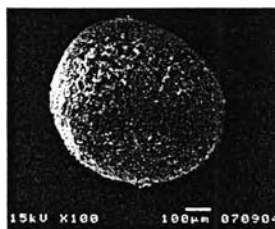


(กำลังขยาย 100 เท่า)

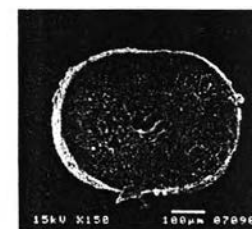


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ค. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 100 เท่า)



(กำลังขยาย 150 เท่า)

ง. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)

รูปที่ 4.33 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM)

บริเวณผิวภายนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองครั้งที่ 1)

เมื่อทำการเดินระบบ ลักษณะทางกายภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ อีจีเอสพีจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากตอนก่อนเริ่มต้นระบบ กล่าวคือ ที่ผิวนอกจะเริ่มมีรอย ขรุขระ และเกิดการผุร่อนขึ้นเล็กน้อย และจะพบรอยแตกเกิดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นร่องระบาย ก๊าซชีวภาพที่เกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทนที่อยู่ในชั้นใน ดังนั้นเมื่อรับภาระบรรทุก สารอินทรีย์มากขึ้นจะทำให้เกิดก๊าซมากขึ้นจึงทำให้เกิดการเสียดสีระหว่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ ด้วยกันมากขึ้นด้วยเพราะฉะนั้นเม็ดตะกอนจึงเกิดการผุร่อนมากขึ้นด้วย ขณะที่ภายในของเม็ด ตะกอนจุลินทรีย์ที่บริเวณศูนย์กลางของชั้นในจะเกิดโพรงช่องว่างเล็ก ๆ ขึ้น ซึ่งเกิดจากการที่กลุ่ม จุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณภายใน ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มที่ผลิตมีเทน เมื่อจุลินทรีย์กลุ่มนี้ทำการผลิตก๊าซ ชีวภาพออกมา แต่ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้ จึงทำให้เกิดโพรง ช่องว่างขึ้นเพื่อใช้เป็นทางระบายก๊าซชีวภาพ (ฉัตรชัย ศักดิ์วีรสวรรณ, 2547.)

เมื่อภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากขึ้นจะทำให้เม็ดตะกอนเกิดการผุร่อนมาก ขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อต้องการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอีจีเอสพีต้องคำนึงถึงการรับภาระบรรทุก สารอินทรีย์ของระบบด้วย เนื่องจากเมื่อระบบรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากไปจะทำให้เม็ด ตะกอนผุร่อนส่งผลให้มีประสิทธิภาพของระบบลดลงได้

4.3.5.3 โครงสร้างของแบคทีเรียในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 1)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรียในเม็ด ตะกอนตามภาระบรรทุกสารอินทรีย์ โดยการนำตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสพีทั้ง ตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบ และหลังจากที่สิ้นสุดการทดลองแต่ละการทดลอง ไปส่องด้วยกล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope : SEM) โดยทำการเลือกตัวอย่างเม็ดตะกอน จุลินทรีย์ที่เป็นตัวแทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์หลาย ๆ เม็ดที่ส่องจากกล้องจุลทรรศน์

รูปที่ 4.34 เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรียที่ บริเวณผิวนอกและภายในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ระหว่างก่อนเดินระบบกับหลังจากที่สิ้นสุดการ ทดลองแต่ละการทดลองแล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนักเพียงแต่การทดลองรับภาระ บรรทุกสารอินทรีย์สูงดังรูป 4.34 ง. เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแล้วพบว่ามีความ หนาแน่นของแบคทีเรียมากกว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่ำดังรูป 4.34 ค. อาจกล่าวได้ว่าภาระ บรรทุกสารอินทรีย์สูงขึ้นในระบบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของจุลินทรีย์ แต่ไม่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรีย บริเวณผิวนอกจะเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่ สร้างกรด ซึ่งเป็นกรรวมตัวกันของแบคทีเรียได้แก่แบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน รูปร่างกลมและเป็น เกลียว โดยอาศัยการเกาะยึดด้วยแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยที่กระจายอยู่ทั่วไป ทำให้โครงสร้างของ แบคทีเรียมีความทนทานต่อความเร็วไหลขึ้นในระบบ บริเวณภายในจะเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่

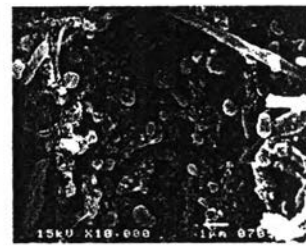
สร้างมีเทน ซึ่งมีรูปร่างส่วนใหญ่เป็นท่อนมากกว่า จากรูปร่างที่เป็นท่อนของจุลินทรีย์ในเม็ดตะกอนทำให้ทราบได้ว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในเม็ดตะกอนเป็นชนิด Methanosacta (Guiot และคณะ, 1992)

บริเวณผิวนอก



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ภายในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์

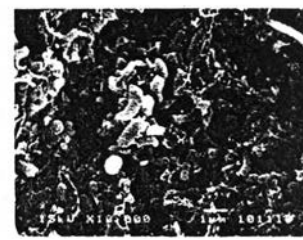


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ

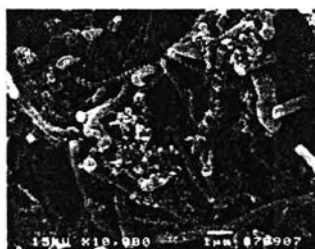


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

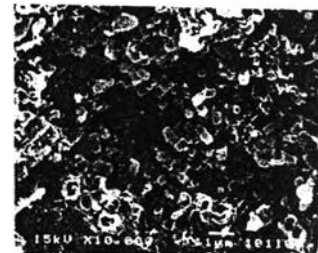


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ข. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)

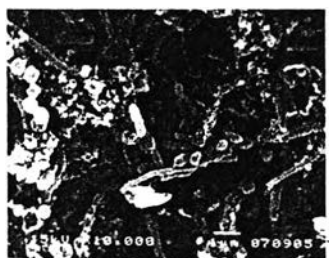


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ค. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ง. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)

รูปที่ 4.34 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM)

โครงสร้างแบคทีเรียผิวภายนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 1)

4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของระบบอ็อกซิเจนที่ความเร็วไหลขึ้นต่างกัน (การทดลองช่วงที่ 2)

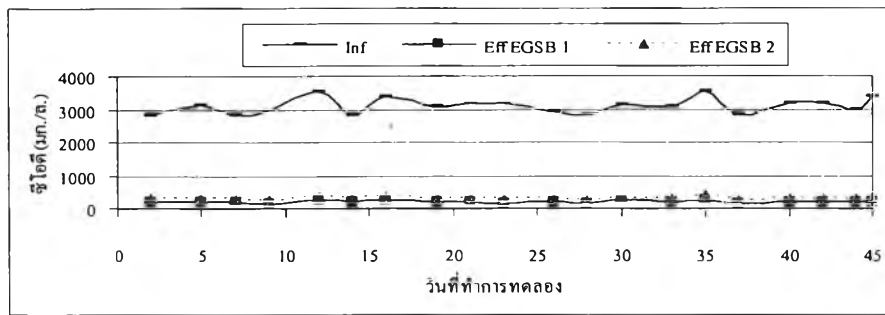
โดยจะทำการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยถังปฏิกรณ์อ็อกซิเจนในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่การทดลองความเร็วไหลขึ้นต่างกัน คือ ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จากการทดลองช่วงที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. (หน้าที่ 90) ขยายตัวไม่มากเมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้น 5 และ 7 ม./ชม. การขยายตัวควรจะมากขึ้น ซึ่งจะศึกษาในหัวข้อ 4.4.2

การกำจัดซีโอดี

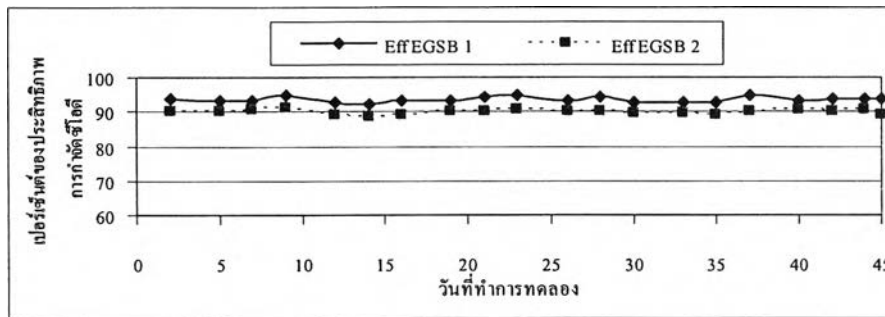
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 3,106.8 มก./ล. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 202.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 93.48 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 316.53 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 89.82 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 3,091.3 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 147.3 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 95.29 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 232.6 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 92.53 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 3,112.13 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 177.53 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 94.35 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอ็อกซิเจนมีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 1,085.46 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 65.12 เปอร์เซ็นต์

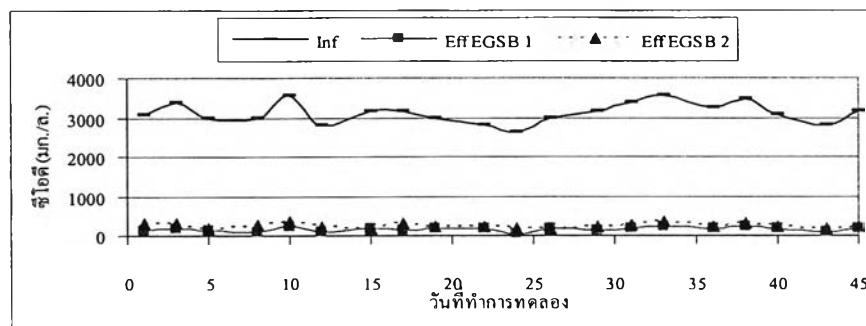


ก. การกำจัดชีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

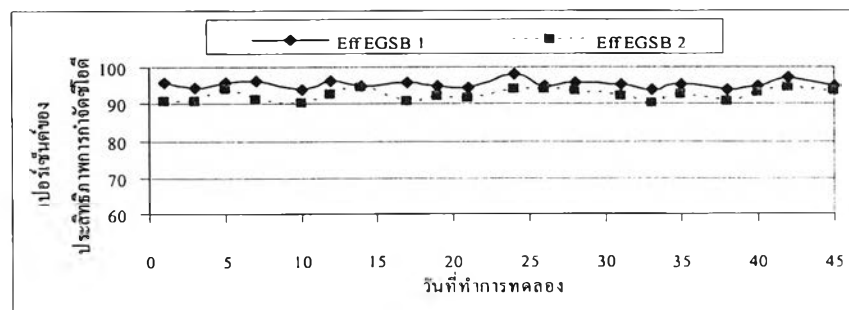


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดี

รูปที่ 4.35 การกำจัดชีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

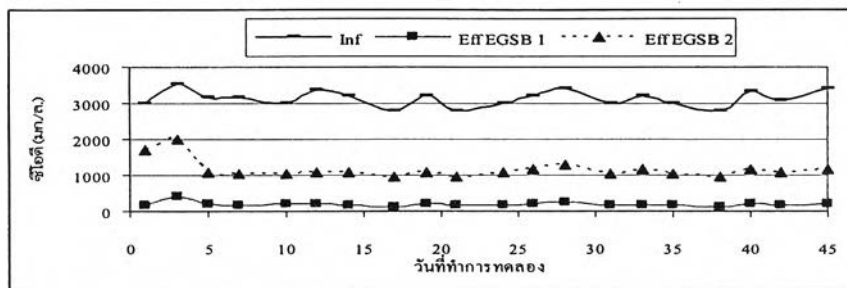


ก. การกำจัดชีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

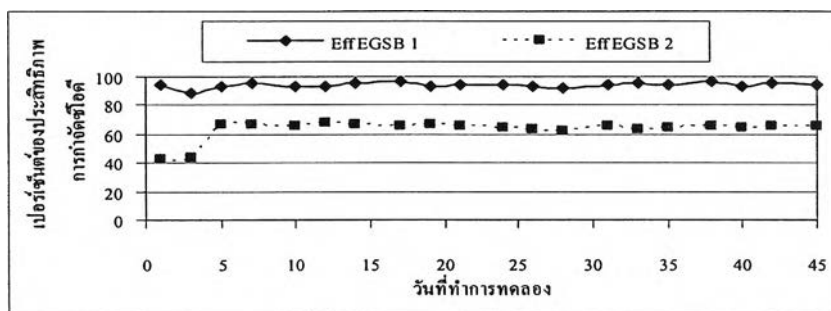


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.36 การกำจัดชีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



ก. การกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.37 การกำจัดซีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

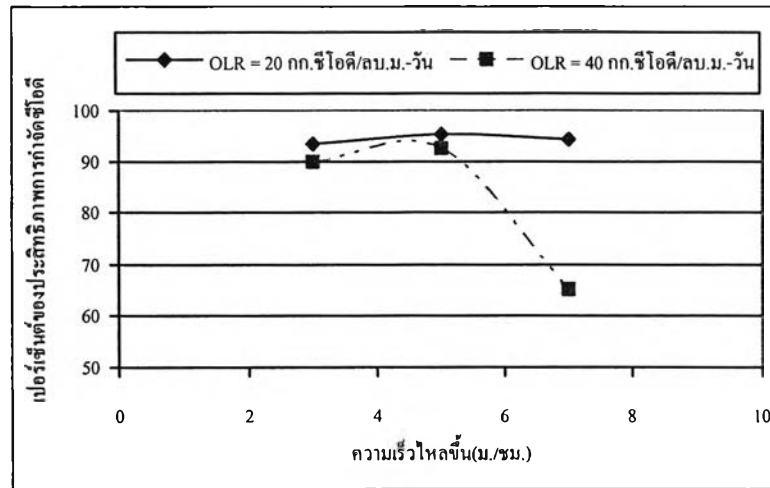
จากรูปที่ 4.35 ถึง 4.37 จะเห็นได้ว่าการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.วัน สามารถบำบัดค่าซีโอดีได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยที่ใช้ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และสูงถึง 7 ม./ชม. ก็ตาม สำหรับการรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีได้ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 4.14 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (การทดลองช่วงที่ 2)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR= 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	93.48	95.29	94.35
OLR= 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	89.82	92.53	65.12

จากตารางที่ 4.14 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นในระบบอีจีเอสบีสูง จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเร็วไหลขึ้นในระบบอีจีเอสบีจะทำให้การขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์มากขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสการสัมผัสกันระหว่างจุลินทรีย์กับสารอินทรีย์ในน้ำเสียมากขึ้นด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทมวลสารระหว่างจุลินทรีย์กับสารอินทรีย์ในน้ำเสียสูงขึ้น

ซึ่งมีผลตรงข้ามกับความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ความเร็วไหลขึ้นมากเกินไประบบจะทำงานได้ดีจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีต่ำลง เนื่องจากความเร็วไหลขึ้นที่สูงเกินไปจะทำให้น้ำเสียออกจากระบบเร็วเกินไปหรือเวลาเก็บกักดำเนินไปนั่นเอง และยังเป็นสาเหตุที่ทำให้จุลินทรีย์มีเวลาในการกำจัดสารอินทรีย์น้อย เพราะฉะนั้นในน้ำออกจึงเหลือสารอินทรีย์มาก



รูปที่ 4.38 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองครั้งที่ 2)

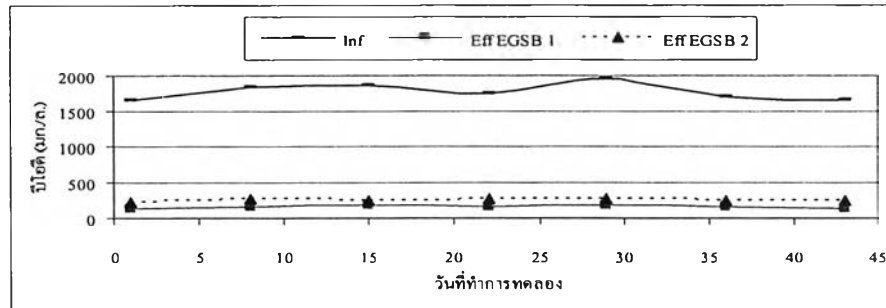
จากรูปที่ 4.38 เมื่อพิจารณาภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าระบบอีจีเอสบีเมื่อใช้ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเริ่มต่ำลง ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จากเส้นกราฟจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพมีแนวโน้มต่ำลงมากเมื่อใช้ความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 5 ม./ชม. เพราะฉะนั้นจากการทดลองในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังด้วยระบบอีจีเอสบีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน แนะนำว่าไม่ควรใช้ความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 7 และ 5 ม./ชม. ตามลำดับ

การกำจัดบีโอดี

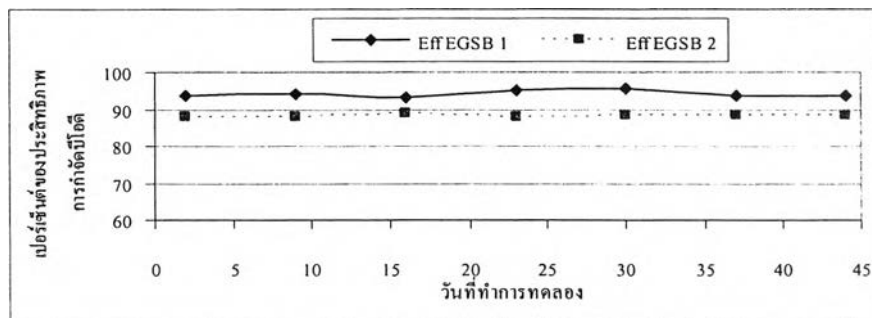
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,789 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 163.4 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 90.87 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 260.2 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 85.42 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,849 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 106.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 94.22 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 216.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 88.27 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,327 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 82 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 93.75 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 636.4 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเท่ากับ 51.32 เปอร์เซ็นต์

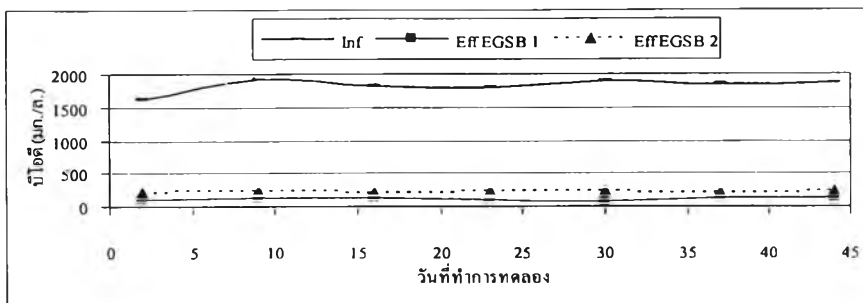


ก. การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

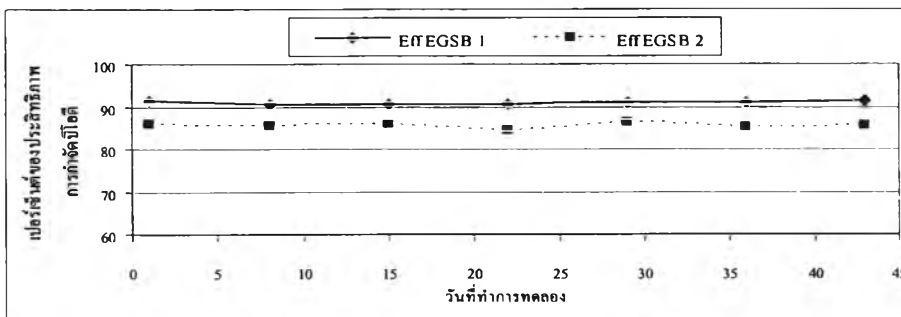


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.39 การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

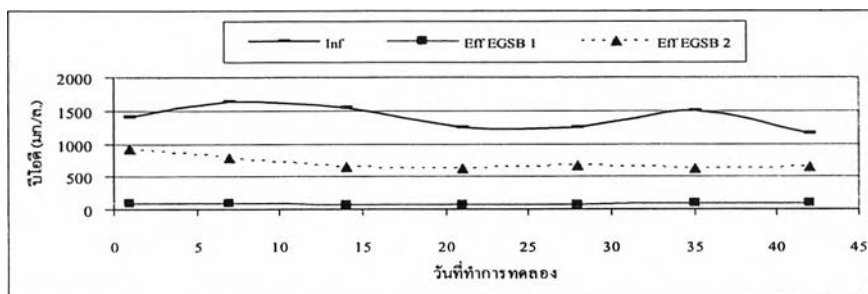


ก. การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

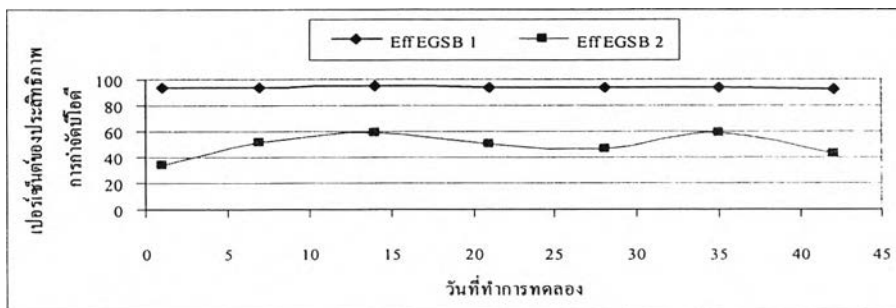


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.40 การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



ก. การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี



ข. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.41 การกำจัดบีโอดีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

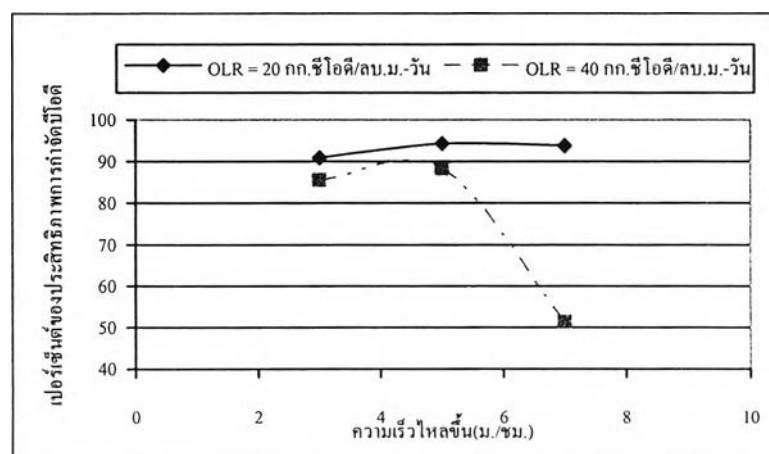
จากรูปที่ 4.39 ถึง 4.41 พบว่าระบบอีจีเอสบีมีประสิทธิภาพกำจัดบีโอดีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ได้เช่นเดียวกับการกำจัดซีโอดี

ตาราง 4.15 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี (การทดลองครั้งที่ 2)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR = 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	90.87	94.22	93.75
OLR = 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	85.42	88.27	51.32

จากตาราง 4.15 พบว่า ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นในระบบอีจีเอสบีสูงขึ้น จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีสูงขึ้น แต่ไม่ควรให้ความเร็วไหลขึ้นมากเกินไปจนทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีลดลง โดยที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ไม่ควรเพิ่มความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 7 ม./ชม. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ไม่ควรเพิ่มความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 5 ม./ชม เช่นเดียวกับการกำจัดซีโอดี

จากรูปที่ 4.42 แสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เป็นไปตามทิศทางเดียวกับประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีไม่ควรใช้ความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 7 และ 5 ม./ชม. ตามลำดับ จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีลดลง



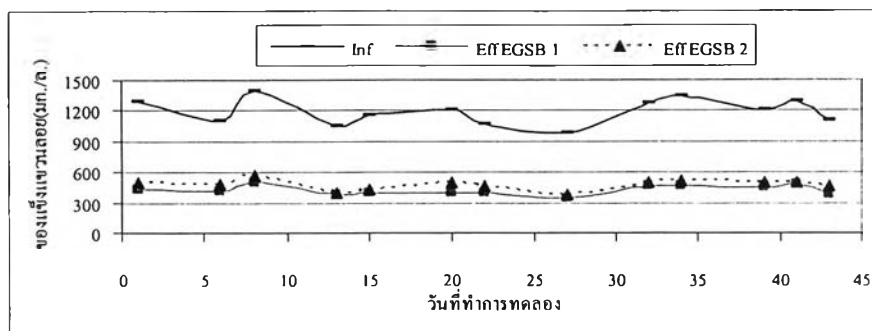
รูปที่ 4.42 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองครั้งที่ 2)

การกำจัดของแข็งแขวนลอย

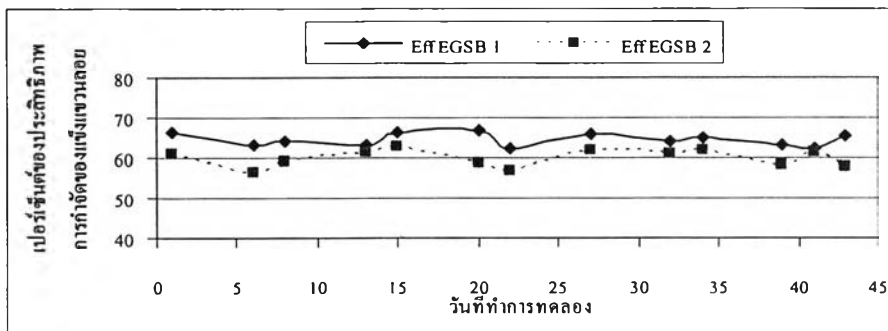
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,166.5 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งน้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 415.7 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 64.38 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 463.8 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 60.2 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,295 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 469.9 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 63.68 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 518.7 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 59.86 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,353.6 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 717.9 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 47.03 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอิจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 857.2 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 36.61 เปอร์เซ็นต์

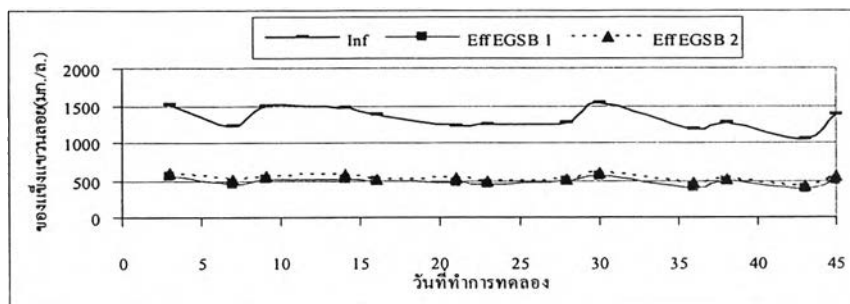


ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี

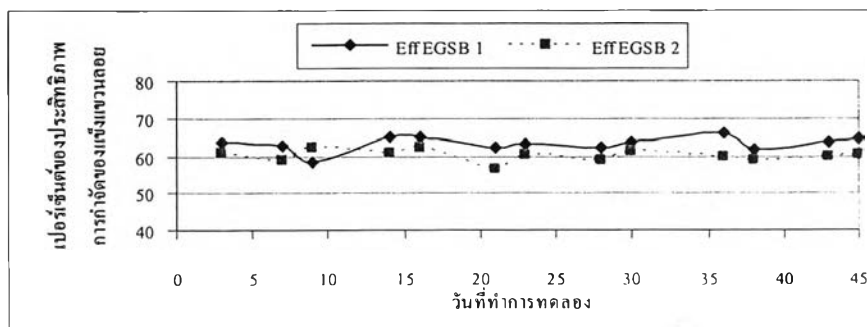


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.43 การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

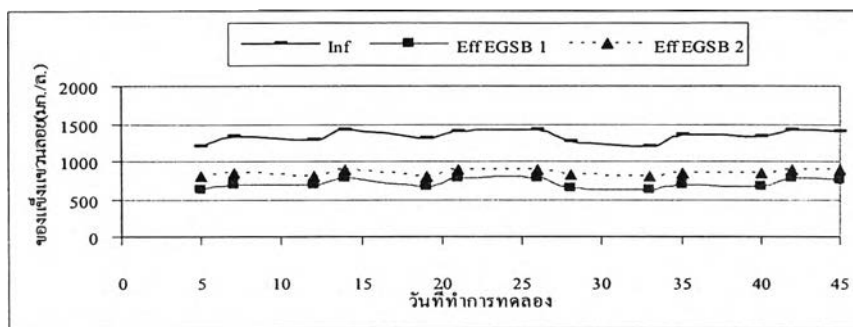


ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี

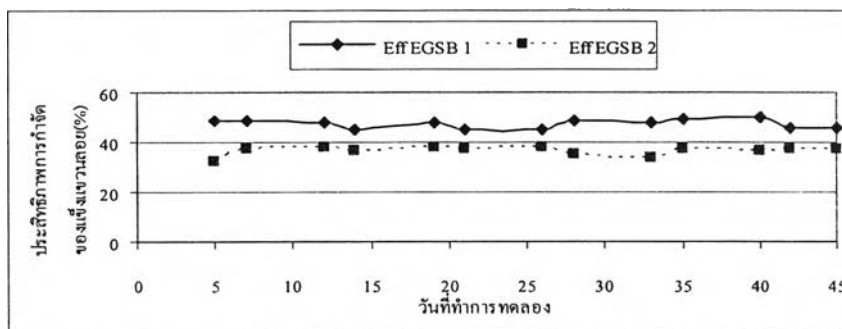


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.44 การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี



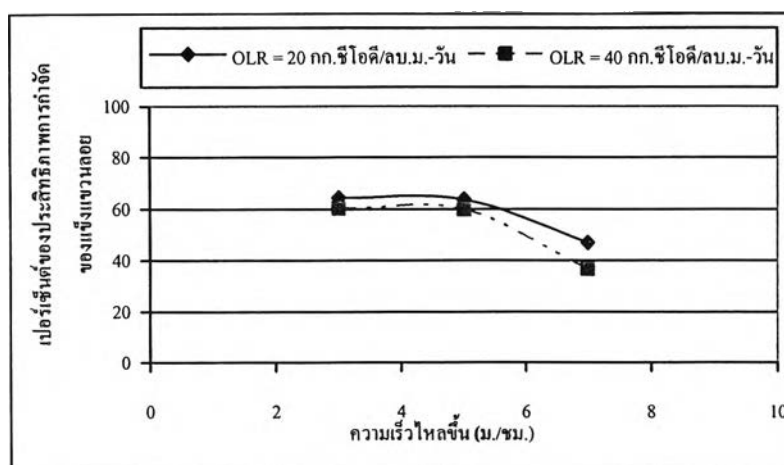
ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.45 การกำจัดของแข็งแขวนลอยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

จากรูปที่ 4.43 ถึง 4.45 จะเห็นได้ว่าระบบอีจีเอสบีไม่สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยให้ลดลงอย่างมีประสิทธิภาพได้ทั้งการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน และมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยมากเมื่อให้ความเร็วไหลขึ้นมากขึ้น คือ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยจะลดลง

ตาราง 4.16 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย (การทดลองครั้งที่ 2)

การะบรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR= 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	64.38	63.68	47.03
OLR= 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	60.2	59.86	36.61



รูปที่ 4.46 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองครั้งที่ 2)

จากรูปที่ 4.46 ระบบอีจีเอสที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อค่าความเร็วไหลขึ้นสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากการเวียนน้ำกลับในอัตราที่สูง ทำให้สภาพทางชลศาสตร์ในระบบมีความปั่นป่วนมากกว่า ของแข็งแขวนลอยจึงไม่สามารถตกตะกอนภายในระบบได้โดยง่าย ดังนั้นจึงเกิดการหลุดออกของของแข็งแขวนลอยไปกับน้ำที่ออกจากระบบ ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยลดลง แม้ว่าการเพิ่มความเร็วไหลขึ้น โดยการเวียนน้ำกลับ จะเป็นการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทมวลสารระหว่างจุลินทรีย์กับสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้มากขึ้น แต่ของแข็งแขวนลอยเป็นของแข็งซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายทางชีวภาพ ทำให้การเวียนน้ำกลับในระบบ ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทมวลสารระหว่างของแข็งในน้ำเสอกับจุลินทรีย์ได้

ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยจะลดลงมาก เมื่อความเร็วไหลขึ้นในระบบอีจีเอสสูงมากกว่า 7 และ 5 ม./ชม. ทั้งภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน เนื่องจากว่า ความเร็วไหลขึ้นที่สูง จะทำให้สภาพทางชลศาสตร์ในระบบมีความปั่นป่วนเพิ่มขึ้นของแข็งแขวนลอยจึงไม่สามารถตกตะกอนภายในระบบได้โดยง่าย จะทำให้ของแข็งแขวนลอยที่มีน้ำหนักเบาหรือตกตะกอนได้ช้าหลุดออกจากระบบ และนอกจากนี้ของแข็งแขวนลอยเป็นของแข็งซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายทางชีวภาพเวลาเก็บกักที่จำกัดจึงบำบัดของแข็งได้ไม่หมด

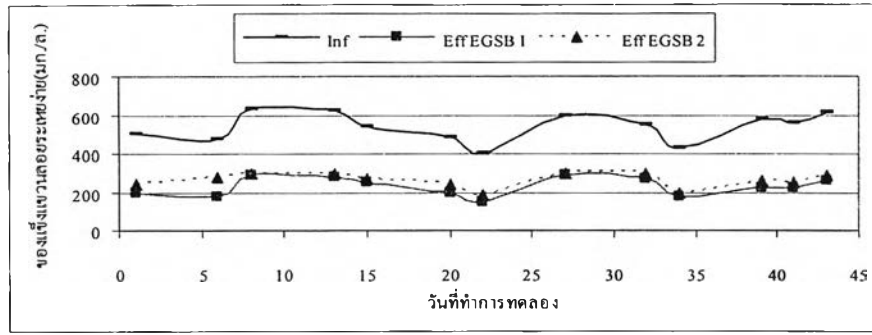
การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย

ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายน้ำเสียเข้าระบบ 536.7 มก./ล. ชุดทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 231.3 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 57.14 เปอร์เซ็นต์ ชุดทดลอง EGSB 2 ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ย 258.5 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 51.84 เปอร์เซ็นต์

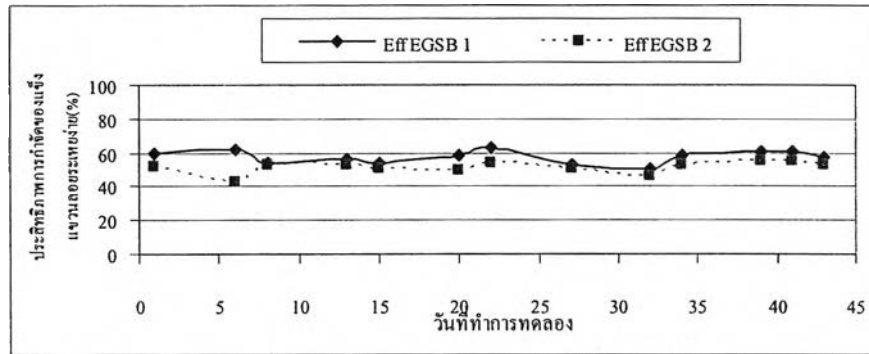
ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายน้ำเสียเข้าระบบ 652 มก./ล. ชุดทดลอง EGSB 1 ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 297.8 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 55.28 เปอร์เซ็นต์ ชุดทดลอง EGSB 2 ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 326.1 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย 49.9 เปอร์เซ็นต์

ภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 712.2 มก./ล. โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 421.9 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเท่ากับ 40.55 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาวะบรรทุกระบบสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 492.6 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเท่ากับ 30.52 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.47 ถึง 4.49 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายลดลงตามความเร็วไหลขึ้นที่มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ปริมาณน้ำเข้าระบบมีค่าสูงขึ้นทำให้เกิดสภาวะช็อกโหลด (Shock load) ทำให้การทำงานของขดเสถียรภาพ ตะกอนจุลินทรีย์ทำงานมีประสิทธิภาพน้อยลง การตกตะกอนไม่ดีเท่าที่ควรและลอยตัวขึ้นสู่ส่วนบนของถังปฏิกรณ์ ทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์บางส่วนหลุดออกมาพร้อมกับน้ำออก

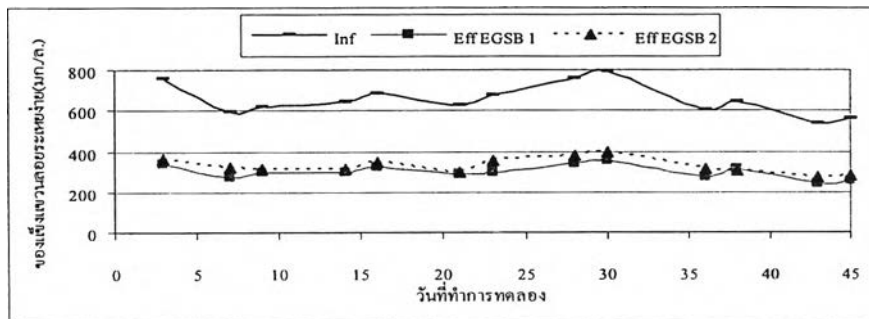


ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

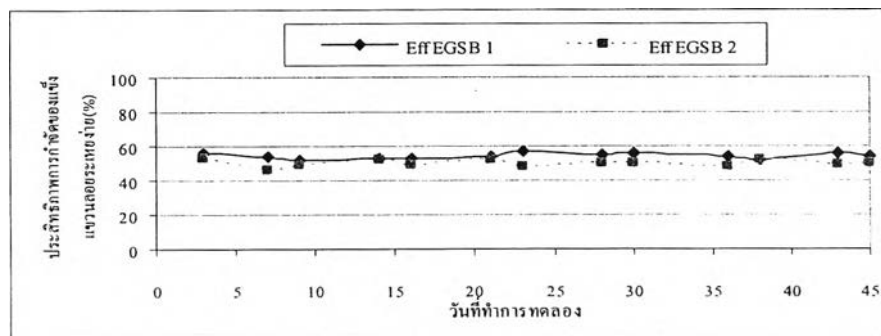


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.47 การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายกระบวนการอีจีเอสบีความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

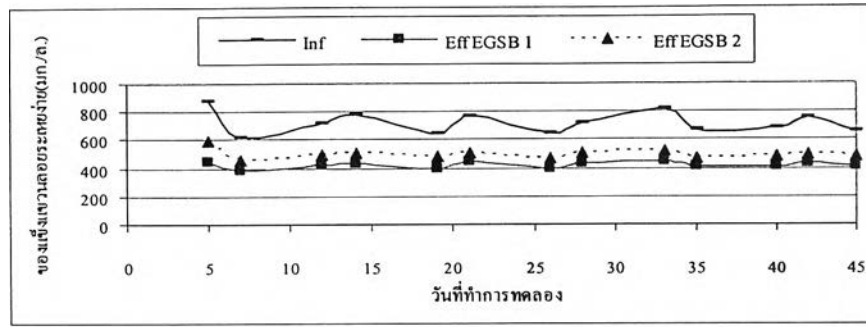


ก. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

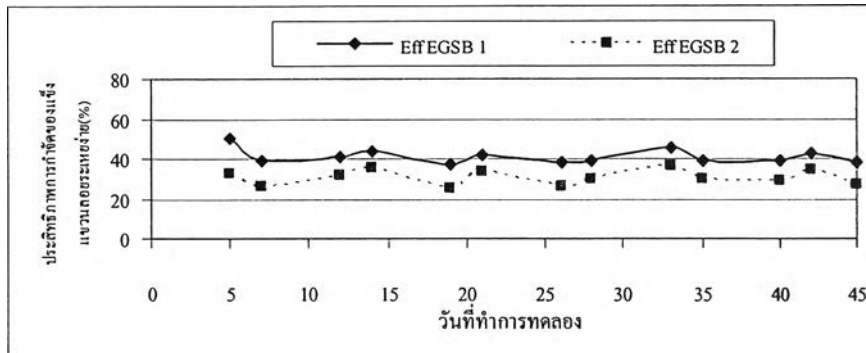


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.48 การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายกระบวนการอีจีเอสบีความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



ก. การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

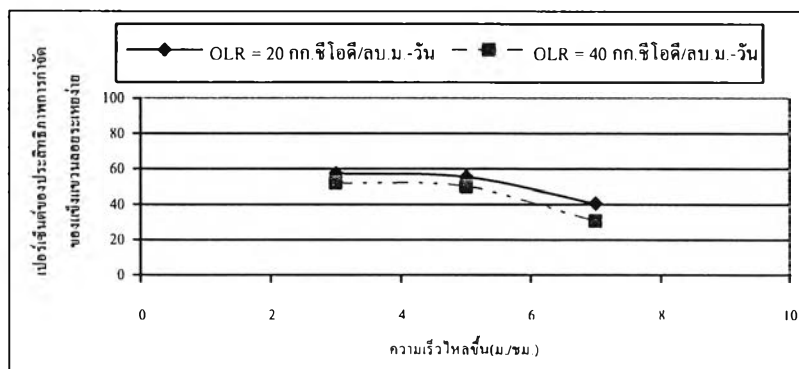


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.49 การกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายกระบวนการอีจีเอสบีความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

ตารางที่ 4.17 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (การทดลองช่วงที่ 2)

ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR = 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	57.14	55.28	40.55
OLR = 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	51.84	49.99	30.52



รูปที่ 4.50 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองช่วงที่ 2)

จากรูป 4.50 จะเห็นได้ว่าระบบอีจีเอสบีที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อค่าความเร็วไหลขึ้นสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายลดลง และลดลงมากเมื่อใช้ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ในทำนองเดียวกับการกำจัดของแข็งแขวนลอย

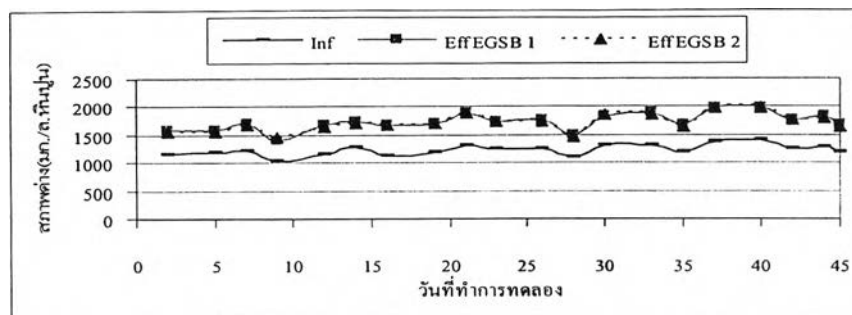
ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าความเร็วไหลขึ้นมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบี กล่าวคือ เมื่อความเร็วไหลขึ้นของระบบสูงขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำ ซึ่งได้แก่ ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี และบีโอดี จะสูงขึ้นด้วย แต่จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งซึ่งได้แก่ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย และประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายจะลดลงด้วยเช่นกัน แต่การเพิ่มความเร็วไหลขึ้นมากไปก็จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบอีจีเอสบีลดลงเช่นกัน

สภาพต่างทั้งหมด

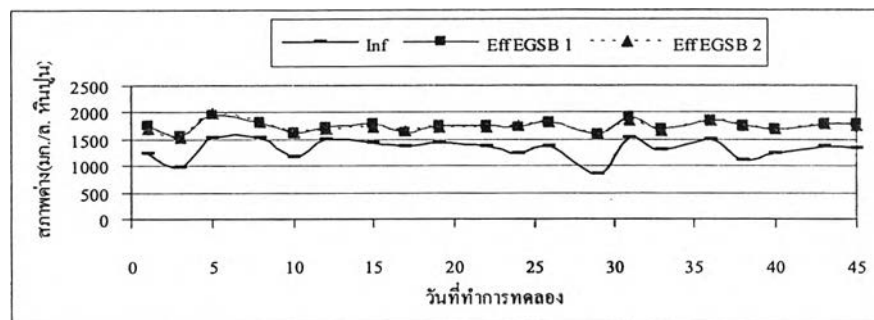
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. การทดลองช่วงที่ค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,253.4 มก./ล. หินปูน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,780.3 มก./ล. หินปูน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,765.3 มก./ล. หินปูน

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. สภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,319 มก./ล. หินปูน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,745.3 มก./ล. หินปูน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1,730.67 มก./ล. หินปูน

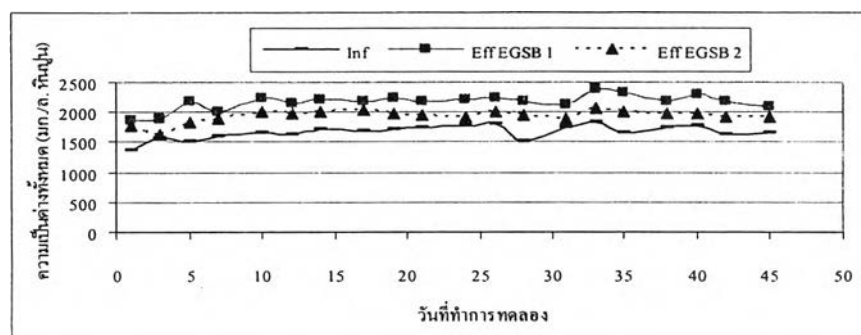
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. สภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,813.8 มก./ล. หินปูน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 2,358 มก./ล. หินปูน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 2,104.67 มก./ล. หินปูน



รูปที่ 4.51 สภาพต่างของกระบวนการอิมูโอบายโอบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.52 สภาพต่างของกระบวนการอิมูโอบายโอบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.53 สภาพต่างของกระบวนการอิมูโอบายโอบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

จากรูปที่ 4.51 ถึง 4.53 จะเห็นว่าสภาพต่างในน้ำออกทุกการทดลองมีค่ามากกว่าน้ำเข้า แสดงว่าระบบมีกรดไขมันระเหยเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดในระบบยังเป็นการเพิ่มสภาพต่างไบคาร์บอเนตและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้กับระบบอีกด้วย เช่นเดียวกับการทดลองช่วงที่ 1 ในหน้า 74

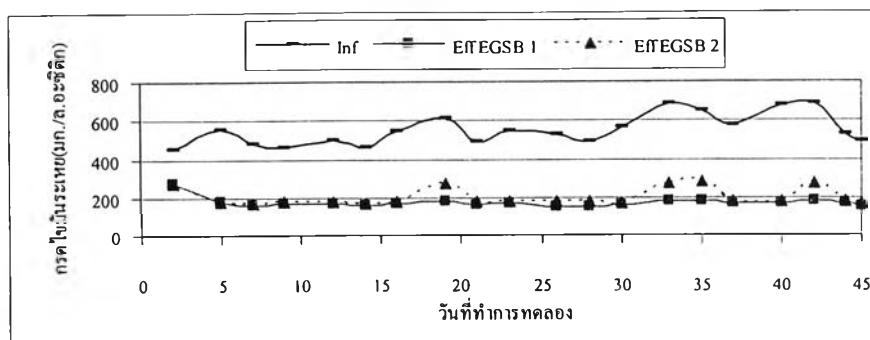
การกำจัดกรดไขมันระเหย

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. กรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 568.3 มก./ล.กรดอะซิดิก โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 165.3 มก./ล.กรดอะซิดิก ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 203.4 มก./ล.กรดอะซิดิก

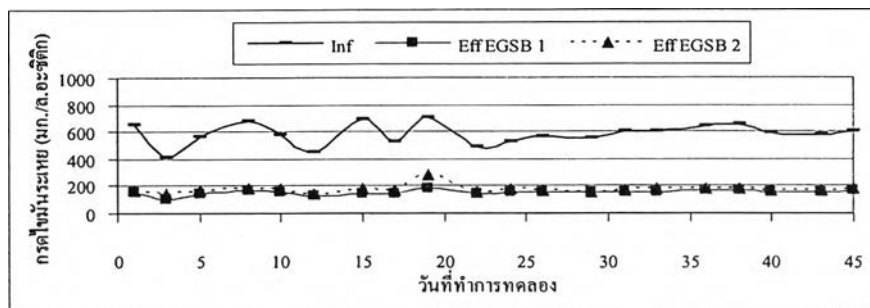
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. กรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 683.93 มก./ล.กรดอะซิดิก โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 155 มก./ล.กรดอะซิดิก ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 175.46 มก./ล. กรดอะซิดิก

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. กรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,053.4 มก./ล.กรดอะซิดิก โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 115.87 มก./ล.กรดอะซิดิก ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 628.07 มก./ล.กรดอะซิดิก

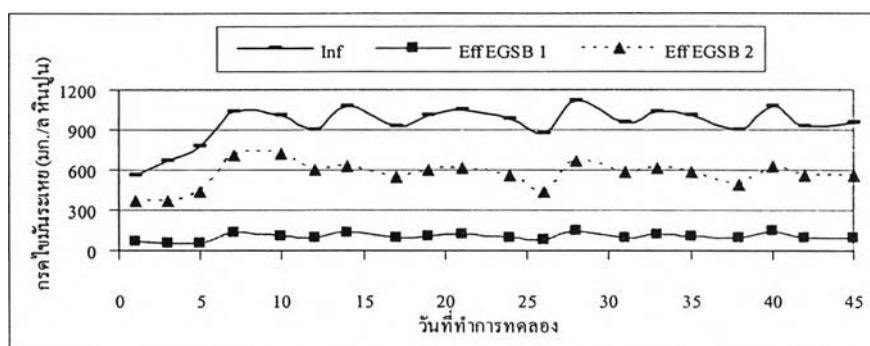
รูปที่ 4.54 ถึง 4.56 กรดไขมันระเหยในน้ำออกมีค่าน้อยกว่าในน้ำเข้าแสดงว่าระบบมีการใช้กรดไขมันระเหยโดยจุลินทรีย์สร้างมีเทนที่นำไปใช้ในการย่อยสลายแล้วสร้างมีเทนขึ้น การที่กรดไขมันระเหยเหลือในน้ำออกมากเกินไปแสดงว่าจุลินทรีย์สร้างกรดทำงานได้ดีกว่าจุลินทรีย์ใช้กรดเพื่อสร้างมีเทน แต่เมื่อจุลินทรีย์ 2 ชนิดทำงานไม่สัมพันธ์กันเมื่อระบบมีกรดมาก จะทำให้พีเอชต่ำลงก็จะไม่เหมาะสมกับจุลินทรีย์สร้างมีเทน



รูปที่ 4.54 กรดไขมันระเหยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.55 กรดไขมันระเหยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.56. กรดไขมันระเหยของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

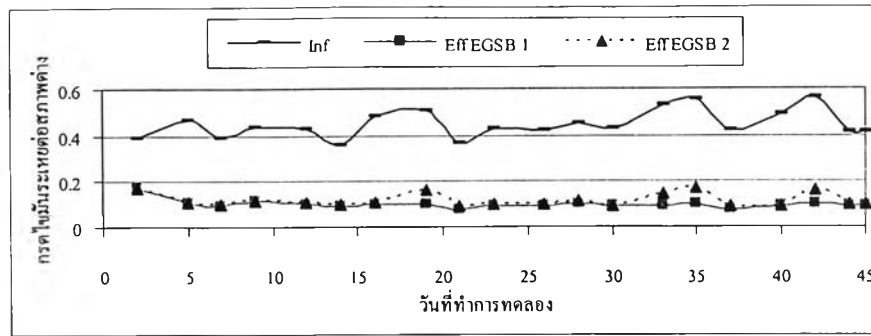
กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่าง

การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.45 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.09 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับการะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.11

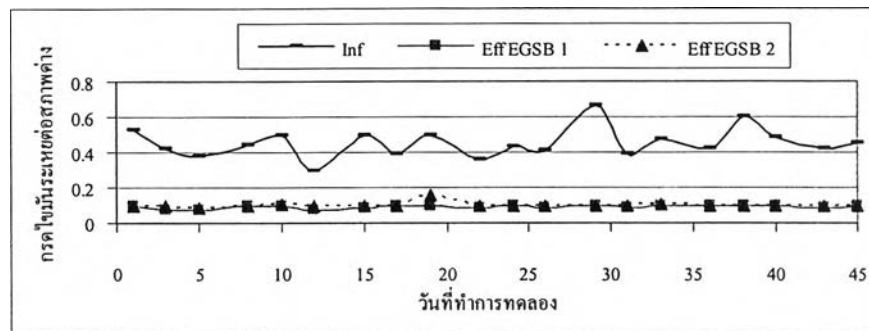
ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.45 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.088 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.11

ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.62 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 มก./ล. หินปูน

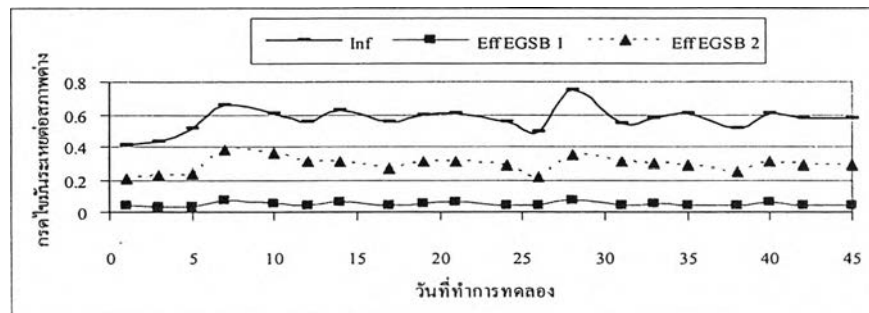
รูปที่ 4.57 ถึง 4.59 พบว่าค่ากรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างทั้งหมดของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองรับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีค่าน้อยกว่า 0.40 ตลอดการทดลอง เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ Speece (1996) พบว่าการควบคุมอัตราส่วนกรดระเหยง่ายต่อสภาพความเป็นด่างไม่ให้เกิน 0.4 โดยเติมด่าง (NaHCO_3) เพื่อใช้เป็นบัฟเฟอร์ในระบบ อัตราส่วนกรดระเหยง่ายต่อสภาพความเป็นด่างน้อยกว่า 0.4 แสดงว่าระบบมีกำลังบัฟเฟอร์ที่เพียงพอ



รูปที่ 4.57 กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.58 กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.59 กรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยของสภาพต่าง กรดไขมันระเหย และกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่าง
(20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	ค่าเฉลี่ยสภาพต่าง (มก./ล. หินปูน)		กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก)		กรดไขมันระเหยต่อ สภาพต่าง	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.	1,253.4	1,780.3	568.3	165.3	0.45	0.09
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.	1,319.0	1,745.3	683.93	155.0	0.45	0.088
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.	1,813.8	2,358.0	1,053.4	115.87	0.62	0.050

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยของสภาพต่าง กรดไขมันระเหย และกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่าง
(40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

ภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	ค่าเฉลี่ยสภาพต่าง (มก./ล. หินปูน)		กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก)		กรดไขมันระเหยต่อ สภาพต่าง	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.	1,253.4	1,765.3	568.3	203.4	0.45	0.11
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.	1,319.0	1,730.6	683.93	175.46	0.45	0.11
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.	1,813.8	2,104.6	1,053.4	628.07	0.62	0.32

ผลการศึกษาค่าสภาพต่างทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าภายในถังปฏิกริยาอีจีเอสบีมีสภาพต่างมากพอที่จะดำเนินการเปลี่ยนแปลงพีเอช เพราะขั้นตอนในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะสร้างกรดขึ้นมาเป็น Intermediate Products ดังนั้นระบบจะต้องมีสภาพต่างสูงพอที่จะสะเทินกรดที่มากเกินไปพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไปเป็นมีเทนได้ทัน สภาพต่างทั้งหมดนั้นเกิดจากการได้รับไบคาร์บอเนต ที่เกิดจากการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) จากการทดลองพบว่าน้ำที่ออกจากถังปฏิกริยามีค่าสภาพต่างสูงกว่าน้ำเสียที่เข้าระบบทุก ๆ การทดลอง (สินีนุช ศศิยชาติ, 2544)

ข้อมูลบัพเฟอร์ มีความสำคัญในระบบการย่อยสลายแบบไร้อากาศเพราะว่า ถ้าบัพเฟอร์ไม่เพียงพอปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจะทำให้พีเอชลดลงได้อย่างมากและรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นอันตรายอย่างมากต่อแบคทีเรียสร้างมีเทน ปัจจัยสำคัญที่จะบอกถึงบัพเฟอร์ของระบบ คือ อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างไปคาร์บอเนตของน้ำออก ซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.4 แสดงว่าระบบมีบัพเฟอร์เพียงพอ

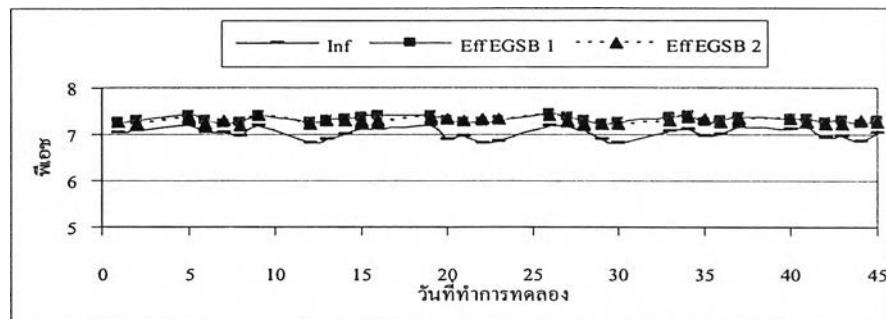
พีเอช

รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. พีเอชเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 7.01 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.32 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.29

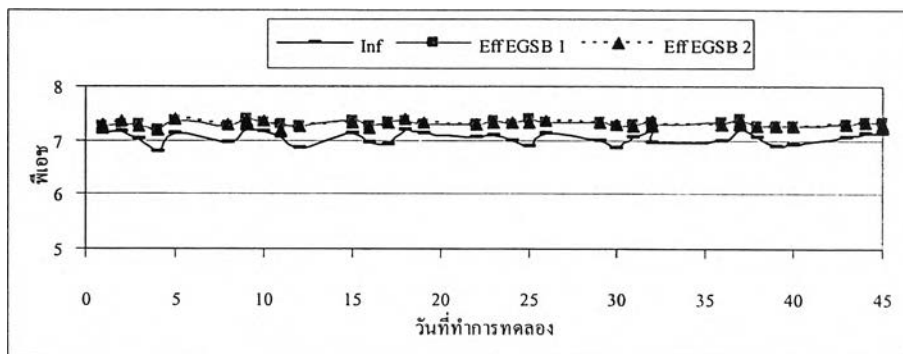
รับภาวะบรรทุกลสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. พีเอชเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 7.03 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกล

สารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.30

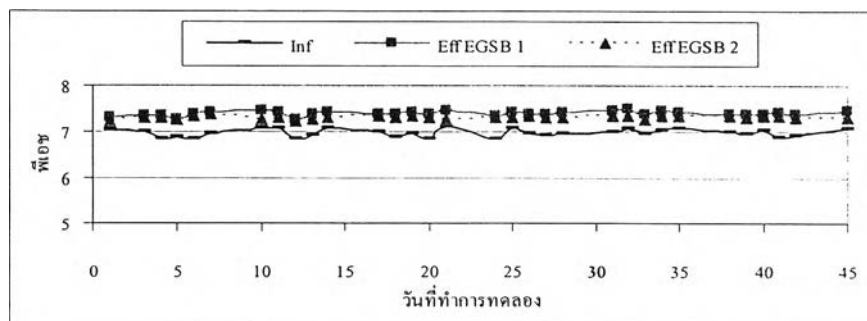
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. พีเอชเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 6.98 โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.41 ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.31



รูปที่ 4.60 พีเอชของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.61 พีเอชของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.62 พีเอชของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

รูปที่ 4.60 ถึง 4.62 พบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำที่ออกจากระบบอีจีเอสบีในการทดลองทั้งหมด จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำที่เข้าระบบ เนื่องจากปริมาณสภาพต่างทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในระบบ และปริมาณกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดไปทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น พีเอชของน้ำที่ออกจากระบบตลอดการทดลอง ควรอยู่ในช่วง 6.5 – 8.2 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (สุรพล สายพานิช, 2540)

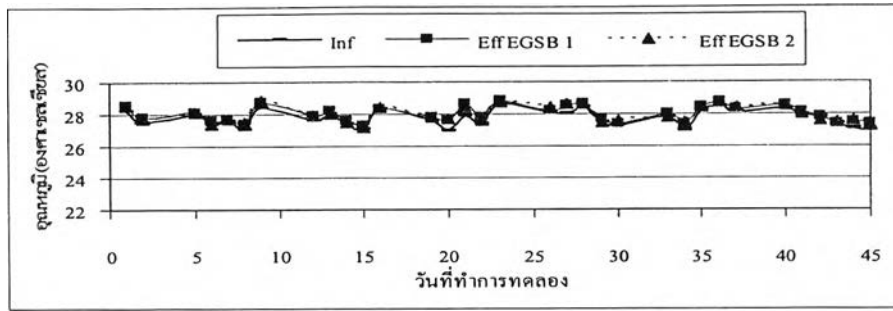
อุณหภูมิ

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียส โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.9 องศาเซลเซียส ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.9 องศาเซลเซียส

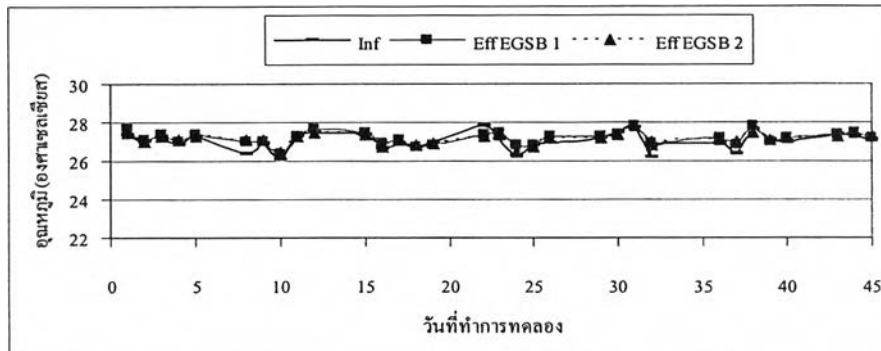
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 27.0 องศาเซลเซียส โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส ชุดการทดลอง EGSB 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.1 องศาเซลเซียส

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 26.75 องศาเซลเซียส โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.84 องศาเซลเซียส ชุดการทดลอง EGSB 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.80 องศาเซลเซียส

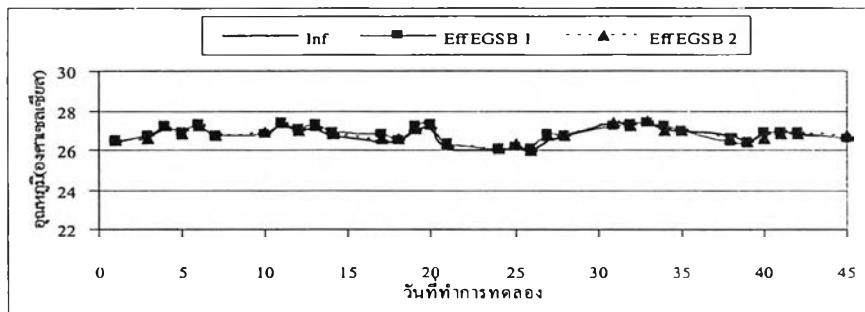
รูปที่ 4.63 ถึง 4.65 พบว่าอุณหภูมิภายในแต่ละการทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก และต่างอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วง Mesophilic ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ โดยส่วนมากจะอยู่ในช่วง 28-33 องศาเซลเซียส (สุรพล สายพานิช, 2540)



รูปที่ 4.63 อุณหภูมิของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.64 อุณหภูมิของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.65 อุณหภูมิของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

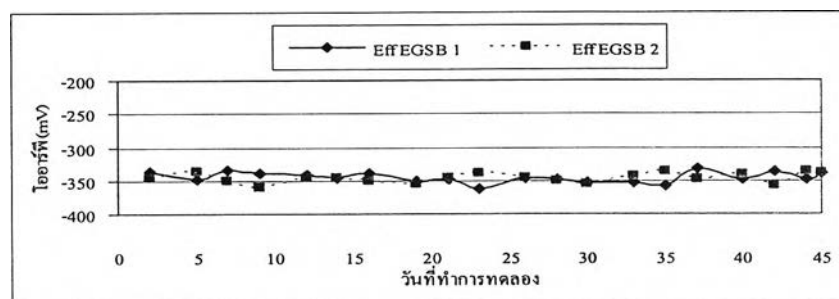
โออาร์พี

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าโออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -347.19 mV. ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าโออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -346.46 mV.

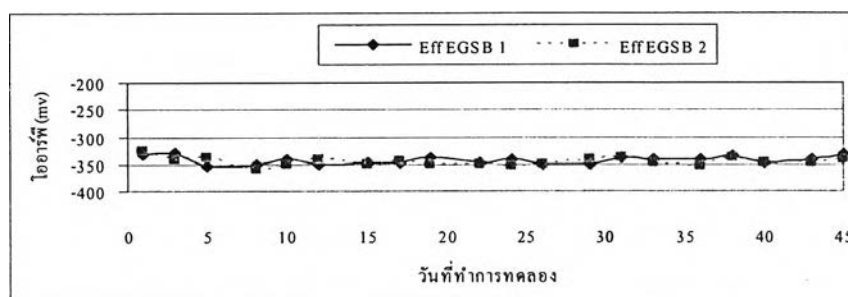
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบ

อีจีเอสบีมีค่าไออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -343.7 mV. ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าไออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -346.40 mV.

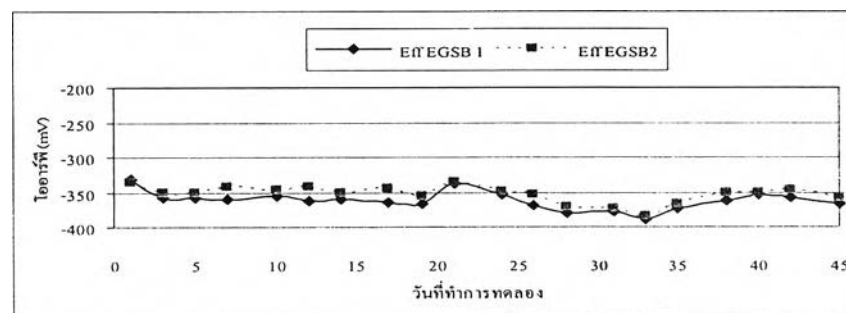
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าไออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -364.93 mV. ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าไออาร์พีเฉลี่ยเท่ากับ -355.30 mV.



รูปที่ 4.66 ไออาร์พีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.67 ไออาร์พีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



รูปที่ 4.68 ไออาร์พีของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

รูปที่ 4.66 ถึง 4.68 พบว่า ค่าไออาร์พีเฉลี่ยในแต่ละระบบมีค่าใกล้เคียงกันมากมีค่าอยู่ระหว่างในช่วง -300 ถึง -500 mV. ซึ่งเหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (สุรพล สายพานิช, 2540)

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ พีเอช และ โออาร์พี (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	อุณหภูมิ (°C)		พีเอช		โออาร์พี (mV)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.	27.7	27.9	7.01	7.32	-	-347.19
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.	27.0	27.2	7.03	7.30	-	-343.70
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.	26.75	26.84	6.98	7.41	-	-364.93

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ พีเอช และ โออาร์พี (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	อุณหภูมิ (°C)		พีเอช		โออาร์พี (mV)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.	27.7	27.9	7.01	7.29	-	-346.46
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.	27.0	27.1	7.03	7.30	-	-346.40
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.	26.75	26.8	6.98	7.31	-	-355.30

การกำจัดที่เคเอ็น

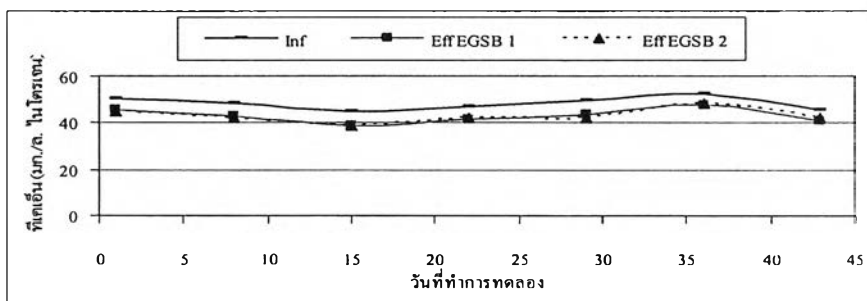
รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 48.03 มก./ล.ไนโตรเจน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 42.56 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 11.42 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลอง EGSB 2 ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 42.67 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 11.19 เปอร์เซ็นต์

รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ที่เคเอ็นเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 47.21 มก./ล.ไนโตรเจน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบี มีค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 43.26 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 8.34 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลอง EGSB 2 ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมี

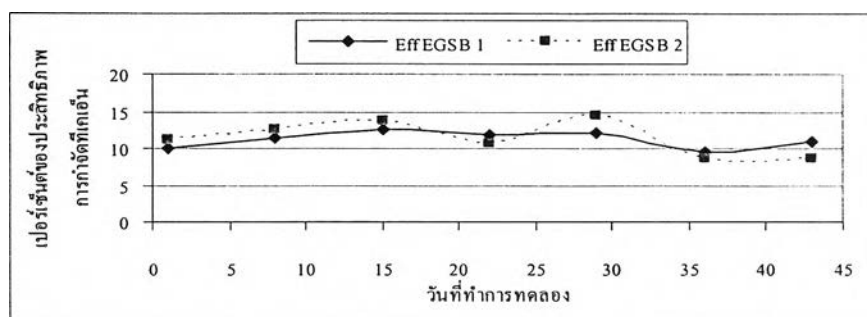
ค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 42.80 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 9.37 เปอร์เซ็นต์

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ที่เคเอ็นเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 48.61 มก./ล.ไนโตรเจน โดยในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 44.01 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 9.47 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลอง EGSB 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยเท่ากับ 44.55 มก./ล.ไนโตรเจน คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นเท่ากับ 8.35 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.69 ถึง 4.71 พบว่าระบบอีจีเอสบีในการทดลองใช้ความเร็วไหลขึ้นต่างกัน ไม่สามารถกำจัดค่าที่เคเอ็นให้ลดลงได้เนื่องจากระบบอีจีเอสบีเป็นระบบไร้อากาศ การกำจัดที่เคเอ็นต้องอาศัยขั้นตอนไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน ในการเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซไนโตรเจน

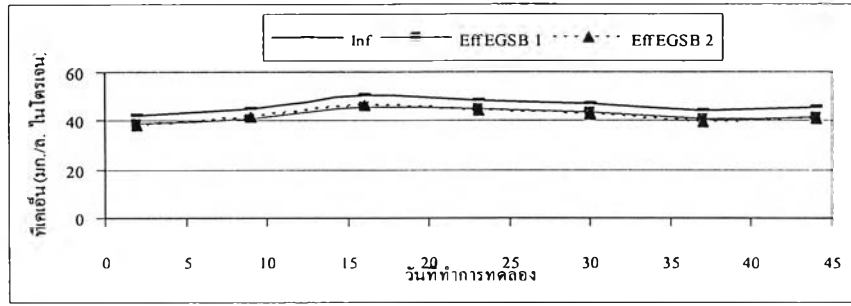


ก. การกำจัดที่เคเอ็นของกระบวนการอีจีเอสบี

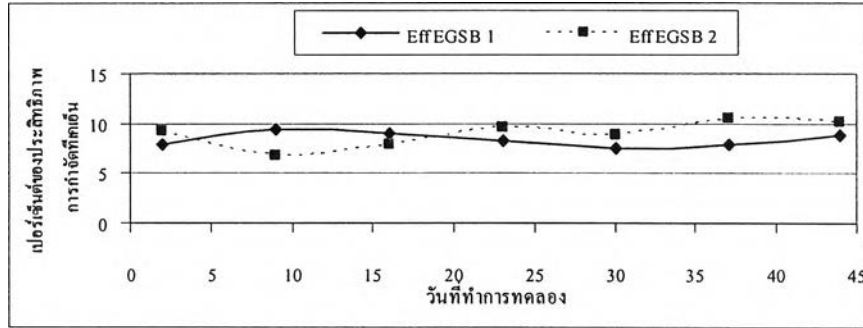


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นของกระบวนการอีจีเอสบี

รูปที่ 4.69 การกำจัดที่เคเอ็นของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

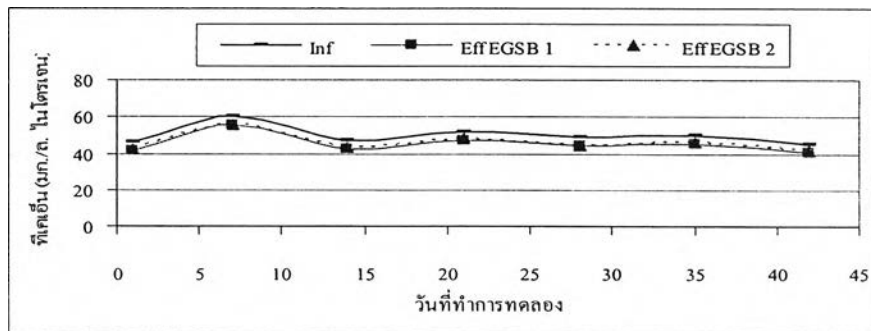


ก. การกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบี

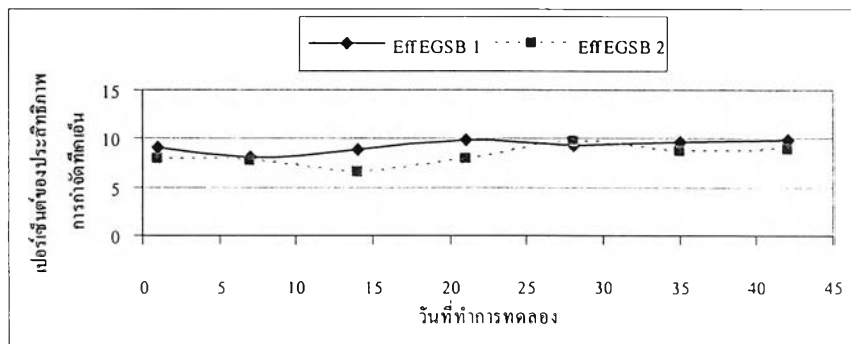


ข. ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบี

รูปที่ 4.70 การกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.



จ. การกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบี

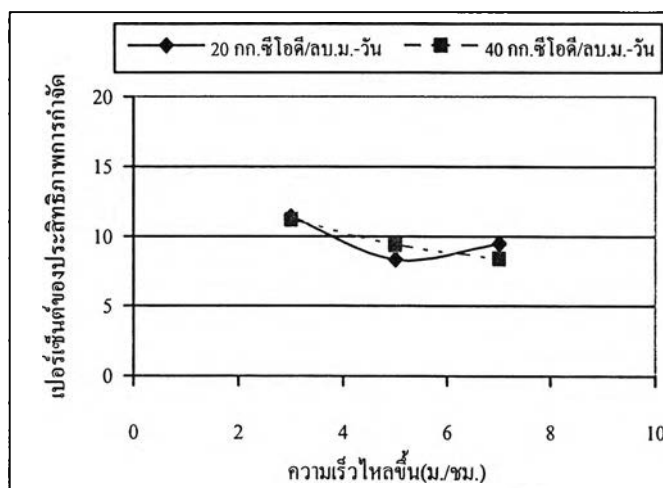


ฉ. ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบี

รูปที่ 4.71 การกำจัดที่เคื่นของกระบวนกรอจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

ตารางที่ 4.22 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น (การทดลองช่วงที่ 2)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR= 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	11.42	8.34	9.47
OLR= 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	11.19	9.37	8.35



รูปที่ 4.72 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองช่วงที่ 2)

รูปที่ 4.72 พิจารณาถึงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นแล้ว พบว่าระบบอิมูโนสปีไม่มีประสิทธิภาพกำจัดทีเคเอ็นได้เนื่องจากระบบอิมูโนสปีเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ จึงไม่สามารถกำจัดทีเคเอ็นได้โดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งจะเปลี่ยนทีเคเอ็นให้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนได้ การลดลงของค่าทีเคเอ็นเกิดจากการนำไนโตรเจนไปใช้ในการดำรงชีวิตและสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์

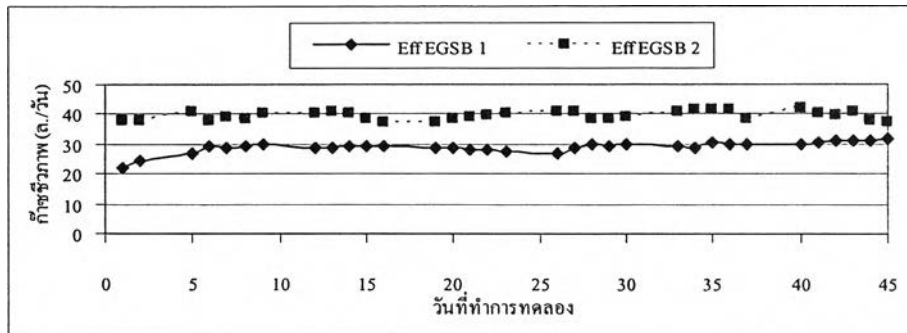
ก๊าซชีวภาพ

รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอิมูโนสปีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 29.422 ล.ต่อวัน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอิมูโนสปีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 39.618 ล./วัน

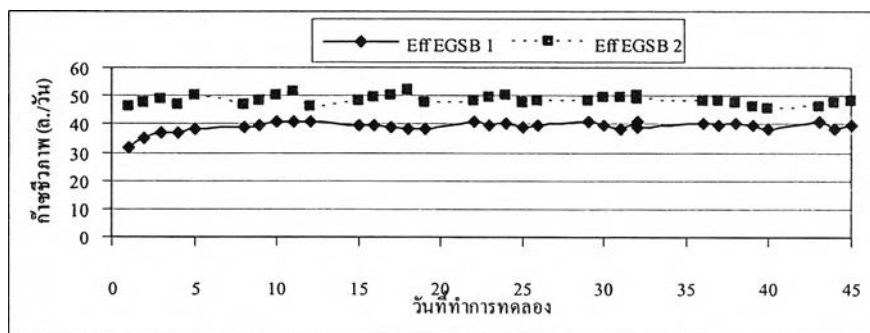
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอิมูโนสปีมี

ก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 39.648 ลิ./วัน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 48.519 ลิ./วัน

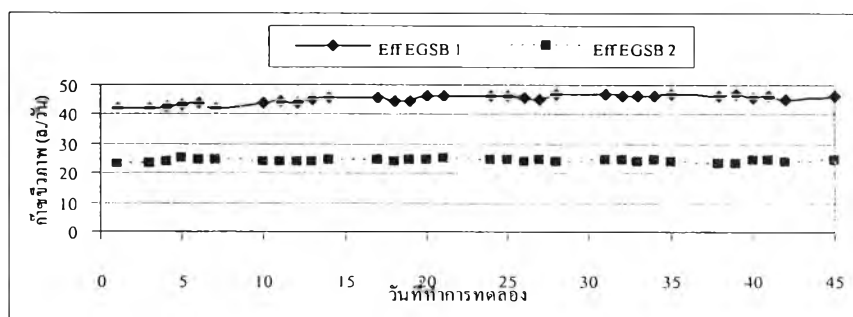
รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ในชุดการทดลอง EGSB 1 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 51.531 ลิ./วัน ชุดการทดลอง EGSB 2 รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบอีจีเอสบีมีก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 25.052 ลิ./วัน



รูปที่ 4.73 ก๊าซชีวภาพของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.



รูปที่ 4.74 ก๊าซชีวภาพของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.

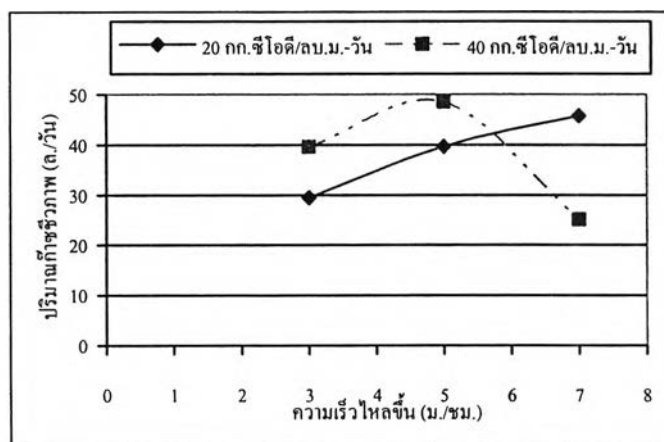


รูปที่ 4.75 ก๊าซชีวภาพของกระบวนการอีจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

รูปที่ 4.73 ถึง 4.75 พบว่าที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน การเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ก๊าซชีวภาพเกิดจากระบบมากขึ้นด้วย ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน การเพิ่มความเร็วไหลขึ้นที่ 7 ม./ชม. ทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบลดลง

ตาราง 4.23 ปริมาณก๊าซชีวภาพทั้งหมดโดยเฉลี่ย (การทดลองครั้งที่ 2)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ล./วัน)		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR= 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	29.422	39.648	45.776
OLR= 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	39.618	48.519	25.052



รูปที่ 4.76 ปริมาณก๊าซชีวภาพต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองครั้งที่ 2)

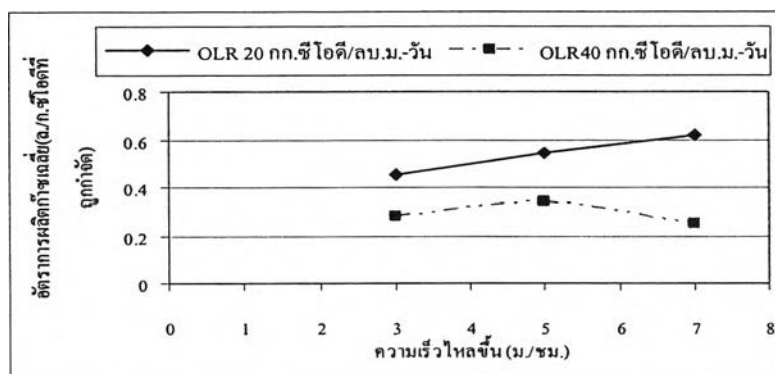
จากรูป 4.76 พบว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ปริมาณก๊าซชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้น ในกรณีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ปริมาณก๊าซชีวภาพจะลดลงเมื่อความเร็วไหลขึ้นมากกว่า 5 ม./ชม. เช่นเดียวกับประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ของระบบอีจีเอสบีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

ตารางที่ 4.24 เปอร์เซนต์มีเทน (การทดลองครั้งที่ 2) (ข้อมูลในภาคผนวก จ.)

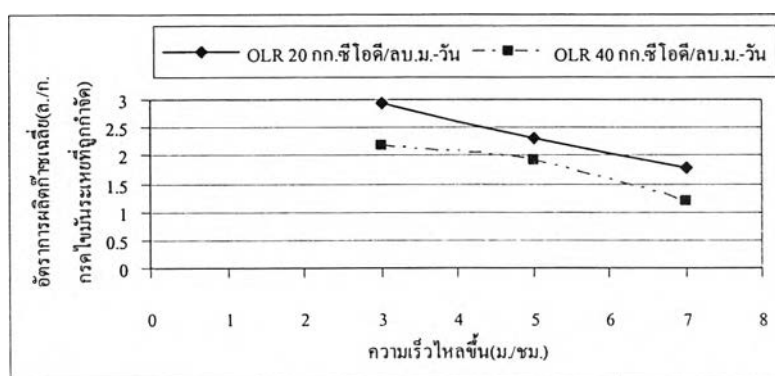
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	เปอร์เซนต์มีเทน		
	v = 3 ม./ชม.	v = 5 ม./ชม.	v = 7 ม./ชม.
OLR= 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	65.65	65.00	61.45
OLR= 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	62.87	61.86	59.06

จากผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Annachhatre และ Amatya (2000) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนใกล้เคียงกัน โดยการศึกษาของ Annachhatre และ Amatya (2000) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียแป้งมันสำปะหลังด้วยระบบยูเอเอสบี จากผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้มีค่า 60 – 67 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าเมื่อระบบอีจีเอสบีมีประสิทธิภาพผลิตก๊าซมีเทนได้ใกล้เคียงกับระบบยูเอเอสบี

เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากการวิเคราะห์พบว่า ภาวะบรรทุksารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นพบว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนลดลง การผลิตก๊าซมีเทนจะขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์สร้างมีเทน เมื่อจุลินทรีย์สร้างมีเทนในระบบทำงานอย่างสมบูรณ์ เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้ก็จะมีค่ามาก แต่เมื่อจุลินทรีย์ในระบบทำงานล้มเหลว เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนจะลดลง เนื่องจากการที่ของเหลวเข้าระบบมากเกินไป (Hydraulic Overloading) ทำให้ระยะเวลาเก็บกักจุลินทรีย์ในระบบลดลงถึงจุดที่ขยายพันธุ์ไม่ทันก่อนจะถูกล้างออกจากระบบ (Graef และ Andrews, 1974)



ก. อัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด (การทดลองครั้งที่ 2)



ข. อัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยต่อกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด (การทดลองครั้งที่ 2)

รูปที่ 4.77 อัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยต่อความเร็วไหลขึ้น (การทดลองครั้งที่ 2)

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.77 (ก.) การทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย 0.45 0.54 และ 0.62 ล./ก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ การทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ยมีค่า 0.28 0.34 และ 0.25 ล./ก. ซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ

พิจารณารูปที่ 4.77 (ข.) อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพต่อกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด ใช้ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย 2.92 2.32 และ 1.77 ล./ก.กรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ซึ่งเกิดปริมาณก๊าซชีวภาพคิดเป็นอัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ย 2.17 1.91 และ 1.18 ล./ก.กรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ทั้งภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นจะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมันระเหยที่ถูกกำจัดจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจากผลการทดลอง
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. (ภาคผนวก ก.)

พารามิเตอร์	น้ำเข้า ระบบ	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์
		20 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบ	40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน น้ำออกจากระบบ
ซีโอดี (มก./ล.) n = 15	3,091.3	147.3	232.6
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี n = 15	-	95.22	92.53
บีโอดี (มก./ล.) n = 5	1,849	106.8	216.8
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี n = 5	-	94.22	88.27
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.) n = 15	1,295	469.9	518.7
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย n = 15	-	63.68	59.86
ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (มก./ล.) n = 15	652	297.8	326.1
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย ระเหยง่าย n = 15	-	55.28	49.99
ทีเคเอ็น (มก./ล. ในโตรเจน) n = 5	47.21	43.26	42.80
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น n = 5	-	8.34	9.37
พีเอช n = 25	7.03	7.30	7.30
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) n = 25	27.0	27.2	27.1
สภาพค่าง (มก./ล. หินปูน) n = 15	1,319	1,745.3	1,730.67
กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก) n = 15	683.93	155	175.46
กรดไขมันระเหยต่อสภาพค่าง n = 15	0.45	0.088	0.10
ค่าไออาร์พี n = 15	-	-343.7	-346.4
ก๊าซชีวภาพ (ล./วัน) n = 25	-	39.648	48.519

หมายเหตุ n คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการทดลองในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจากผลการทดลอง
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. (ภาคผนวก ก.)

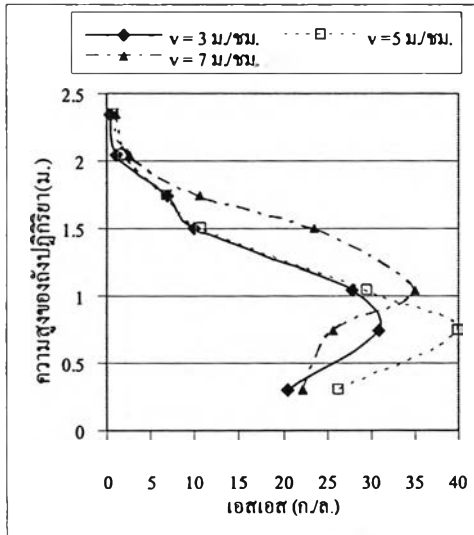
พารามิเตอร์	น้ำเข้า ระบบ	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์
		20 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	40 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.- วัน
		น้ำออกจากระบบ	น้ำออกจากระบบ
ซีโอดี (มก./ล.) n = 15	3,112.13	177.53	1,085.46
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี n = 15	-	94.35	65.12
บีโอดี (มก./ล.) n = 5	1,327	82	636.4
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี n = 5	-	93.75	51.2
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.) n = 15	1,353.6	717.9	857.2
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย n = 15	-	47.03	36.61
ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (มก./ล.) n = 15	712.2	42.19	492.6
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย ระเหยง่าย n = 15	-	40.55	30.52
ทีเคเอ็น (มก./ล. ไนโตรเจน) n = 5	48.61	44.01	44.54
เปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น n = 5	-	9.47	8.35
พีเอช n = 25	6.98	7.41	7.31
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) n = 25	26.75	26.84	26.80
สภาพด่าง (มก./ล. หินปูน) n = 15	1,813.8	2,358	2,104.67
กรดไขมันระเหย (มก./ล. กรดอะซิติก) n = 15	1,053.4	115.87	628.07
กรดไขมันระเหยต่อสภาพด่าง n = 15	0.62	0.05	0.32
ค่าไออาร์พี n = 15	-	-364.93	-355.30
ก๊าซชีวภาพ (ล./วัน) n = 25	-	45.776	25.052

หมายเหตุ n คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการศึกษาทดลองในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

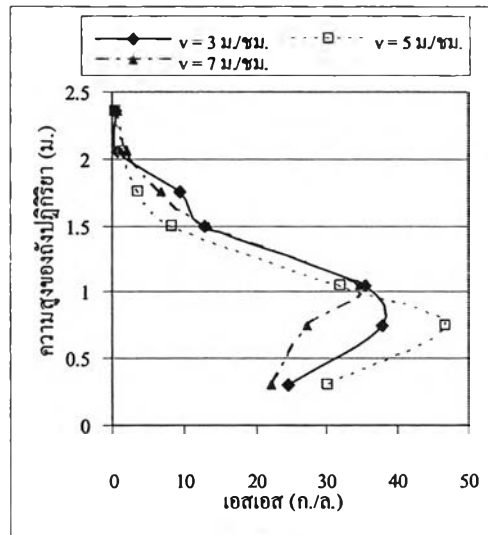
4.4.1 การกระจายตัวของจุลินทรีย์ตามความสูงของถังปฏิกรณ์ (การทดลองครั้งที่ 2)

(ข้อมูลในภาคผนวก จ.)

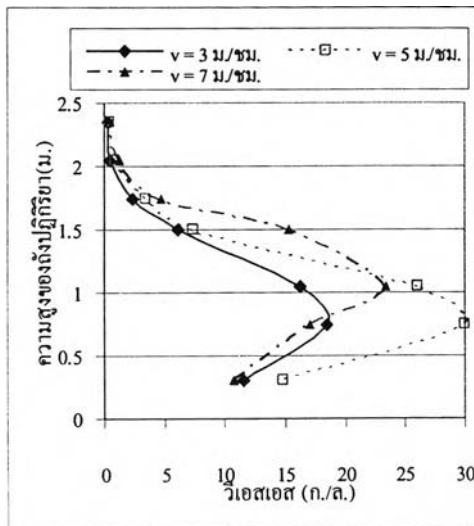
ศึกษาการกระจายตัวของจุลินทรีย์ตามความสูงของถังปฏิกรณ์เพื่อพิจารณาความเข้มข้นของจุลินทรีย์มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ความสูงใดของถังปฏิกรณ์และเพื่อศึกษาถึงความเข้มข้นของจุลินทรีย์เริ่มต้นการทดลอง(เมื่อระบบผ่านไปประมาณ 10 วัน) สิ้นสุดการทดลอง(เมื่อระบบผ่านไปได้ประมาณ 40 วัน) การวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอยและค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายตามความสูงของถังปฏิกรณ์ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของจุลินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ



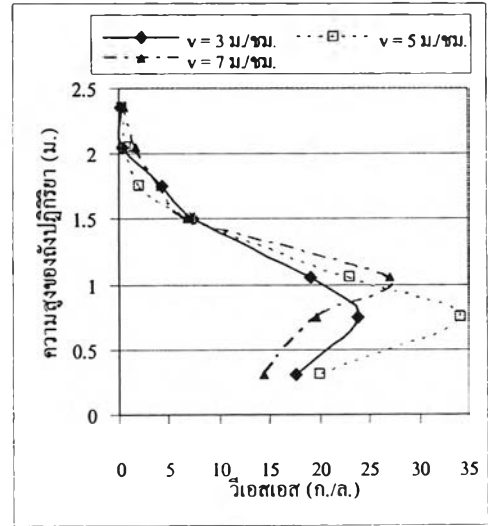
ก. ของแข็งแขวนลอยเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ข. ของแข็งแขวนลอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ค. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ง. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 4.78 ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบิโอดี

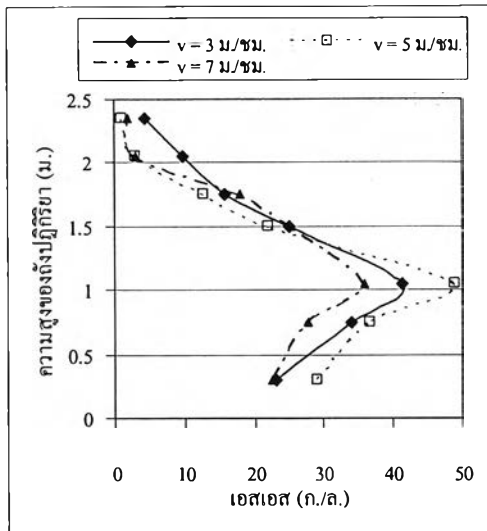
(การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน)

จากรูปที่ 4.78 การทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของจุลินทรีย์ความเร็วไหลขึ้น 3 และ 5 ม./ชม. มีค่ามาก คือความสูง 0.8 ม. จากกันถึงปฏิกิริยา สาเหตุของความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. มีการกระจายตัวของตะกอนจุลินทรีย์เท่ากับความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. เนื่องจากความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ยังมีลักษณะของเม็ดตะกอนเป็นตะกอนหนกอยู่บ้าง จึงอาจทำให้การขยายตัวไม่เต็มที่(พิจารณาการขยายตัวของชั้นตะกอนร่วมด้วย) ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. จะมีค่าการกระจายตัวของจุลินทรีย์มากที่สุดที่ความสูงของถึงปฏิกิริยา 1.0 ม.

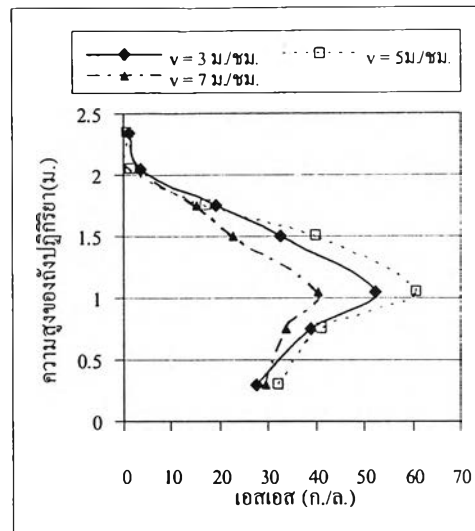
จากรูปที่ 4.79 การทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของตะกอนจุลินทรีย์ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. มีค่ามากที่สุดที่ความสูงของถึงปฏิกิริยา 1.0 ม. ทั้ง 3 การทดลอง แต่จะสังเกตได้ว่าความเร็วไหลขึ้น 3 และ 5 ม./ชม. ความเข้มข้นของตะกอนจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วไหลขึ้น ยกเว้นความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะมีค่าน้อยกว่าการทดลองที่ความเร็วไหลขึ้น 3 และ 5 ม./ชม. เนื่องจากการทดลองความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. สำหรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เป็นความเร็วไหลขึ้นมากเกินการบำบัดด้วยระบบอิมัลชันจะได้อผลดี และมีการลอยของตะกอนออกนอกระบบ นับเป็นสาเหตุที่ทำให้ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ต่ำลง

เมื่อพิจารณาถึงการวัดความเข้มข้นของจุลินทรีย์หรือของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย พบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปเพราะเกิดการสะสมในระบบเช่นเดียวกับการทดลองช่วงที่ 1

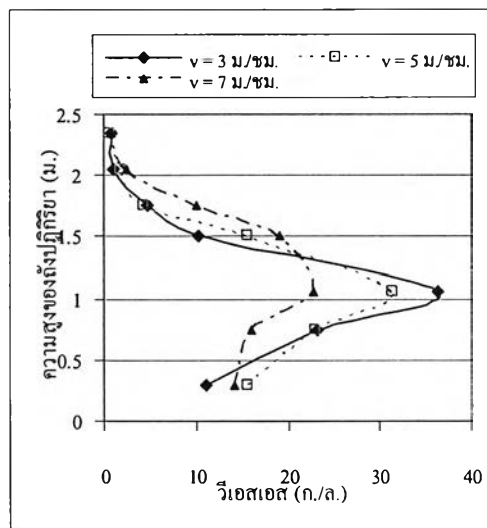
ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบอิมัลชันที่ชั้นตะกอนจุลินทรีย์มีการขยายตัว พบว่าความเข้มข้นสูงสุดของจุลินทรีย์ในระบบอิมัลชันที่ความสูงนั้นในถึงปฏิกรณ์ การที่ระดับความสูงต่ำกว่านี้จะมีค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำกว่า เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบดันตัวสูงขึ้นสู่ด้านบน ประกอบกับความเร็วไหลขึ้นในระบบ ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์จับตัวกันไม่แน่น ในขณะที่เมื่อระดับความสูงมากกว่านี้ ค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะค่อย ๆ ลดลงไปเรื่อยๆจนกระทั่งใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำที่ออกจากระบบ



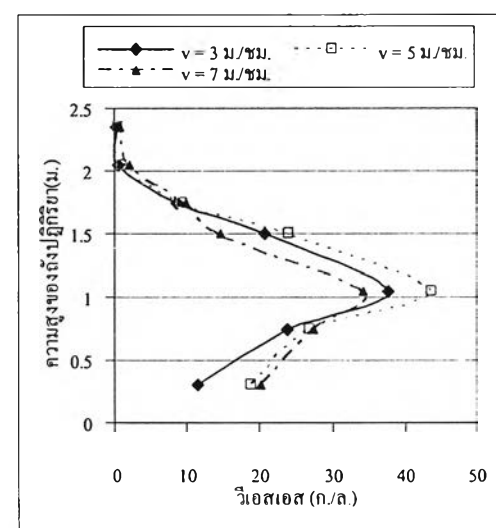
ก. ของแข็งแขวนลอยเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ข. ของแข็งแขวนลอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ค. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเมื่อเริ่มต้นเดินระบบ



ง. ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 4.79 ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบอิจีเอสบี

(ภาวะบรรทุสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน)

4.4.2 การขยายตัวของชั้นตะกอน (การทดลองช่วงที่ 2)

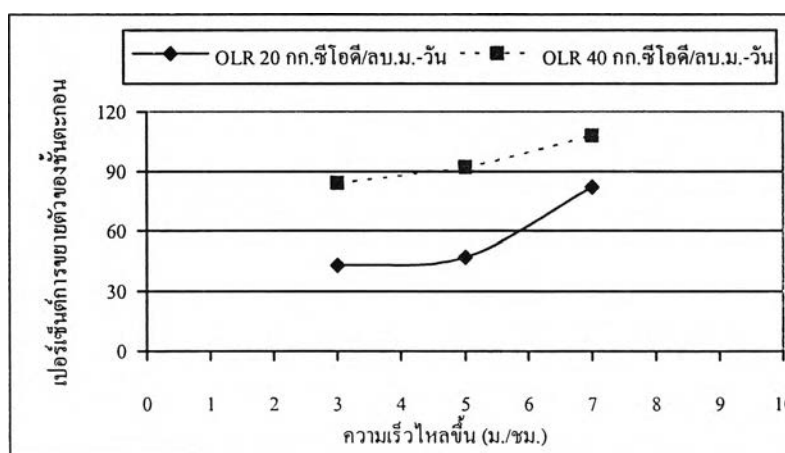
ในการทดลองเริ่มต้นระบบบอิจีเอสบี จะเติมเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ลงในถังปฏิกรณ์ ในปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรถังปฏิกรณ์ ดังนั้นระดับความสูงของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่ระดับเริ่มต้น เท่ากับ 1 ม. ซึ่งเมื่อทำการเดินระบบบอิจีเอสบีที่ความเร็วไหลขึ้นค่าต่างๆ จะเกิดการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ขึ้น

การวัดการขยายตัวของชั้นตะกอนจะใช้ระดับความสูงเริ่มต้นคือ 1 ม. เป็นระดับความสูงอ้างอิง ดังนั้นเมื่อการวัดความสูงการขยายตัวของชั้นตะกอน ให้เริ่มจากความสูงของชั้นตะกอนเริ่มต้นที่ 1.0 ม. เป็นต้นไป เช่น วัดความสูงของชั้นตะกอนได้ 2.08 ม. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยใช้ความสูงระดับอ้างอิงให้เป็นศูนย์เปอร์เซ็นต์ จะได้ 108 เปอร์เซ็นต์

ศึกษาการขยายตัวของชั้นตะกอนที่เกาะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ได้ผลดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 การขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีเอสบี (การทดลองช่วงที่ 2)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดีต่อลบ.ม.-วัน)	v = 3 ม./ชม.		v = 5 ม./ชม.		v = 7 ม./ชม.	
	ความสูงของชั้นตะกอน (ม.)	เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชั้นตะกอน	ความสูงของชั้นตะกอน (ม.)	เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชั้นตะกอน	ความสูงของชั้นตะกอน (ม.)	เปอร์เซ็นต์การขยายตัวของชั้นตะกอน
20	1.43	43	1.47	47	1.82	82
40	1.84	84	1.92	92	2.08	108



รูปที่ 4.80 การขยายตัวของชั้นตะกอนต่อความเร็วไหลขึ้น(การทดลองช่วงที่ 2)

จากรูปที่ 4.80 จะพบว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สูงกว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เนื่องจากการที่ระบบรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากกว่าจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพในระบบมากด้วยซึ่งก๊าซชีวภาพจะช่วยทำให้ชั้นตะกอนเกิดการขยายตัวมากขึ้นได้ เมื่อพิจารณาความเร็วไหลขึ้นที่มีผลต่อการขยายตัวของชั้นจุลินทรีย์จะพบว่าที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ทำให้ชั้นตะกอนจุลินทรีย์ขยายตัวได้มากที่สุด จะเห็นได้ว่าความเร็วไหลขึ้นมีผลโดยตรง

ต่อการขยายตัวของชั้นตะกอน กล่าวคือ เมื่อความเร็วไหลขึ้นมากขึ้นจะทำให้การขยายตัวของชั้นตะกอนสูงขึ้นด้วย เนื่องจากว่าความเร็วไหลขึ้นที่สูงทำให้ในระดับมีแรงดันน้ำขึ้นสูงด้วย ชั้นตะกอนจึงขยายตัวมากด้วย

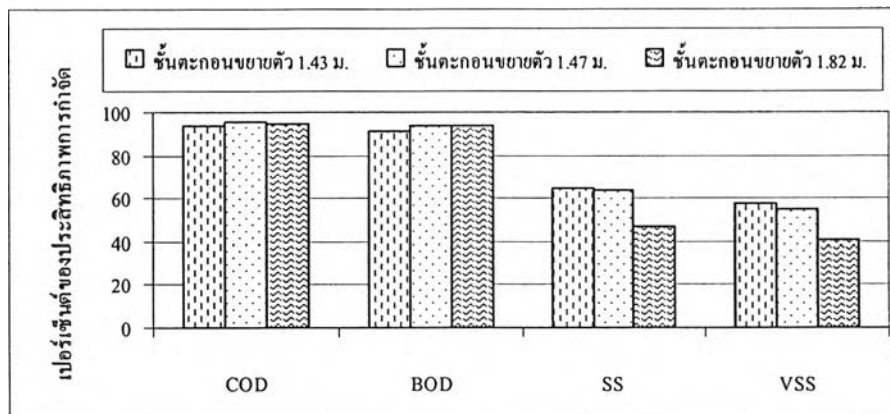
ที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 และ 5 ม./ชม. การขยายตัวมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ยังมีลักษณะเป็นตะกอนหนกอยู่บ้างซึ่งก๊าซชีวภาพไม่สามารถพุงให้ลอยขึ้นได้มาก แต่เมื่อใช้ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ตะกอนจุลินทรีย์ได้เปลี่ยนสภาพเป็นตะกอนเบา เนื่องจากความเร็วไหลขึ้นที่สูงทำให้เกิดความปั่นป่วนมากในถังปฏิกรณ์เมื่อดตะกอนได้รับผลกระทบด้วย เมื่อดตะกอนเปลี่ยนสภาพเป็นตะกอนเบา จึงได้เกิดสภาพการยกตัวของชั้นตะกอน

ความเร็วไหลขึ้นที่สูงจะสร้างความเสียหายให้แก่ระบบได้บวกกับก๊าซชีวภาพที่เกิดเนื่องจากจะทำให้ตะกอน จุลินทรีย์ฟุ้งกระจายและหลุดออกจากระบบ (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญา นนท์, 2539.) เพราะฉะนั้นในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอีจีเอสบีที่รับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์สูง เมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียแล้ว ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สามารถใช้ความเร็วไหลขึ้นที่ 7 ม./ชม.ได้ ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ควรใช้ความเร็วไหลขึ้นไม่เกิน 5 ม./ชม.

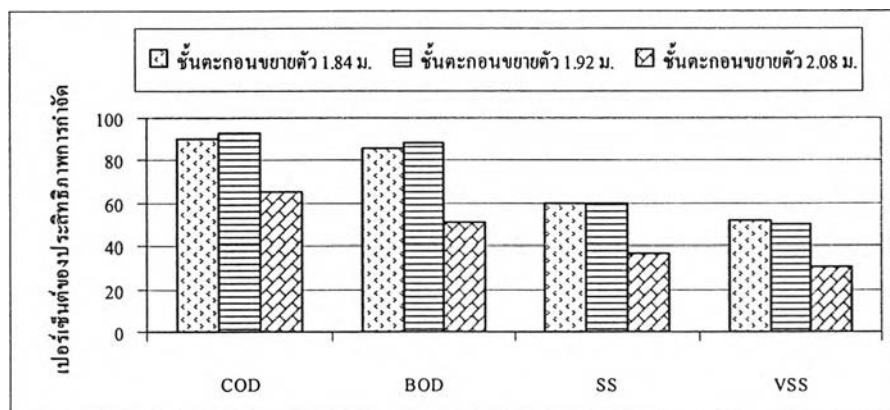
พิจารณาถึงเมื่อดตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกรณ์ จะเห็นได้ว่าเมื่อระบบเพิ่มความเร็วไหลขึ้น นอกจากทำให้ชั้นตะกอนจุลินทรีย์ขยายตัวมากขึ้นแล้วยังทำให้เมื่อดตะกอนหลุดออกจากถังปฏิกรณ์มากขึ้นอีก เนื่องจากการเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้ในถังปฏิกรณ์มีแรงดันน้ำดันเมื่อดตะกอนให้ลอยขึ้นมากด้วย ดังนั้นเมื่อความเร็วไหลขึ้นมากจะทำให้หน้าในถังปฏิกรณ์มีแรงดันเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เมื่อดตะกอนลอยออกนอกระบบมากด้วย

รูปที่ 4.81 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี และบีโอดี จะสูงขึ้นตามการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย จะลดลงตามการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากว่าการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น จะเป็นการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทมวลสารระหว่างจุลินทรีย์กับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย แต่ในขณะเดียวกันก็อาจเกิดการหลุดออกของของแข็งแขวนลอยมากขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะในการตกตะกอนของเมื่อดตะกอนจุลินทรีย์น้อยลง ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอีจีเอสบีควรที่จะพิจารณาถึงการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ในระบบด้วย กล่าวคือ ต้องพิจารณาความเร็วไหลขึ้นควบคู่ไปกับการขยายตัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ โดยความเร็วไหลขึ้นในระบบที่สูงเกินไปจะทำให้ชั้นตะกอนจุลินทรีย์เกิดการขยายตัวมากเกินไป ส่งผลให้ระยะในการตกตะกอนของเมื่อดตะกอนจุลินทรีย์ไม่เพียงพอ ถึงปฏิกรณ์ควรมีความสูงของโชนตกตะกอนไม่ต่ำกว่า 1.5 ม. (Lettinga และคณะ, 1983) จนกระทั่งเกิดการหลุดออกของของแข็งจากระบบในปริมาณมาก ส่งผลให้

ประสิทธิภาพน้ำออกมีคุณภาพต่ำ (ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.)



ก. ผลของการขยาดัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ
(ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)



ข. ผลของการขยาดัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ
(ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

รูปที่ 4.81 ผลของการขยาดัวของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ

ความสัมพันธ์ของความเร็วไหลขึ้นกับความสูงของชั้นตะกอนจุลินทรีย์ตามรายงานของกิติ ธีรสรเดช (2538) พบว่าความสูงของชั้นตะกอนจะขยาดัวขึ้นเมื่อค่าความเร็วไหลขึ้นมากขึ้น เพราะเกิดแรงยกตัวมากทำให้ชั้นตะกอนซึ่งทำหน้าที่เสมือนตัวกรองถูกยกตัวให้ลอยขึ้น ทำให้ชั้นตะกอนขยาดัว แต่ถ้าความเร็วไหลขึ้นมากเกินไป จะทำให้ชั้นตะกอนเกิดการฟุ้งกระจาย เนื่องจากการตกตะกอนของจุลินทรีย์ที่อาศัยแรงโน้มถ่วง มีค่าน้อยกว่าแรงยกตัว ค่าความเร็วไหลขึ้นที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบได้เพราะจะทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ฟุ้งกระจายและหลุดออกจากระบบ

4.4.3 ความเร็วการตกตะกอน (การทดลองช่วงที่ 2)

การเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ไม่ให้หลุดออกไปจากถังปฏิกรณ์ได้ก่อให้เกิดตะกอนจุลินทรีย์ในรูปของเม็ดตะกอนซึ่งสามารถตกตะกอนได้ ตะกอนจุลินทรีย์สามารถรวมตัวกันเป็นเม็ดตะกอนเพื่อให้มีน้ำหนักและตกตะกอนได้ง่าย ในการทดลองความเร็วตกตะกอนของจุลินทรีย์จะหาความเร็วการตกตะกอนที่ระดับต่าง ๆ ของถังปฏิกรณ์คือ 0.45 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึง

ตะกอนในถังปฏิกรณ์เป็นตะกอนแขวนลอยอยู่ในน้ำที่มีการปรับสภาพตัวเองให้มีการรวมกันเป็นเม็ดเพื่อให้มีน้ำหนักและตกตะกอนง่าย ตะกอนที่มีน้ำหนักมากจะจมตัวลงสู่ด้านล่าง และเมื่อเดินระบบไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองแล้วจะพบว่าตะกอนจุลินทรีย์มีความเร็วการตกตะกอนเพิ่มขึ้นจากความเร็วการตกตะกอนเริ่มต้นเดินระบบ โดยความเร็วการตกตะกอนของการทดลองที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. ความเร็วการตกตะกอนมีค่ามากที่สุดที่ความเร็ว 7 ม./ชม. เนื่องจากมีการสะสมตัวของจุลินทรีย์ทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดใหญ่มีความหนาแน่นมากกว่าเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ความเร็วไหลขึ้น 3 และ 5 ม./ชม. ดังนั้นความเร็วการตกตะกอนจึงมีค่าสูงสุด

ตารางที่ 4.28 ความเร็วการตกตะกอนที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	ความเร็วตกตะกอน (ม./ชม.)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	33.68		
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	31.79	28.22	26.01
สิ้นสุดการทดลอง	36.38	30.79	-
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	36.30	23.68	-
สิ้นสุดการทดลอง	57.76	32.84	-
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	59.08	53.98	32.26
สิ้นสุดการทดลอง	55.61	60.72	40.57

หมายเหตุ - แสดงว่าไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนมีความสูงไม่ถึง

ตารางที่ 4.29 ความเร็วการตกตะกอนที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

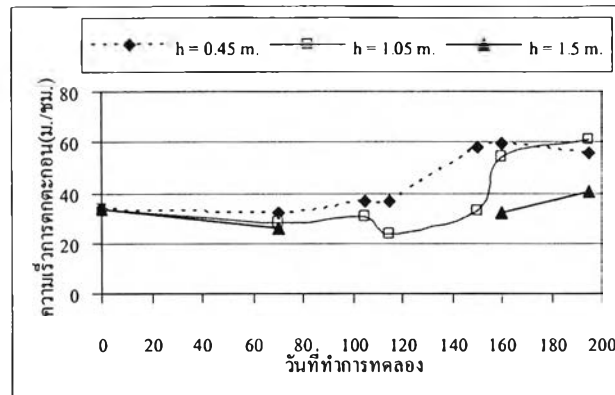
ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	ความเร็วตกตะกอน (ม./ชม.)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	33.68		
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	33.35	22.71	18.58
สิ้นสุดการทดลอง	37.57	26.01	20.98
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	37.44	22.17	17.54
สิ้นสุดการทดลอง	60.27	31.81	28.16
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	60.90	54.03	45.80
สิ้นสุดการทดลอง	50.19	59.01	48.79

การทดลองที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วการตกตะกอนมีค่ามากที่สุดที่ความเร็ว 5 ม./ชม. และความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ความเร็วตกตะกอนจะลดลงเนื่องจากความเร็วสูงเกินไปสำหรับภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

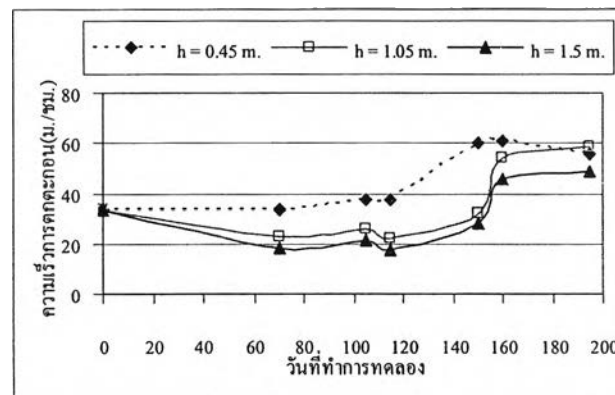
จากการตกตะกอนจะหาค่าความหนาแน่นได้ด้วยความสัมพันธ์ของ Stokes' law ดังนี้

$$v = \frac{g(\rho_s - \rho)D^2}{18\mu} \quad (\text{ภาคผนวก ช.})$$

จากความสัมพันธ์นี้ ความเร็วตกตะกอนเพิ่มขึ้น ขนาดของเม็ดตะกอนเพิ่มขึ้น จะแปรผันตรงกับความหนาแน่นของเม็ดตะกอน คือเม็ดตะกอนมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เช่น ในการทดลองภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูง 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์ ความเร็วไหลขึ้น 3 5 และ 7 ม./ชม. จะเห็นได้ว่าความเร็วตกตะกอนสิ้นสุดการทดลองมีค่า 36.38 57.76 และ 55.61 ม./ชม. เมื่อหาความหนาแน่นตามความสัมพันธ์ของ Stokes' law คือ 1,016.99 1,027.54 และ 1,023.83 กก./ลบ.ม. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูง 1.05 ม. ความเร็วตกตะกอนสิ้นสุดการทดลองมีค่า 26.01 31.81 และ 59.01 ม./ชม. เมื่อหาความหนาแน่นตามความสัมพันธ์ของ Stokes' law คือ 1,015.93 1,019.54 และ 1,061.73 กก./ลบ.ม. จะเห็นได้ว่าเมื่อความเร็วตกตะกอนเพิ่มทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้วย



ก. ความเร็วการตกตะกอนของการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

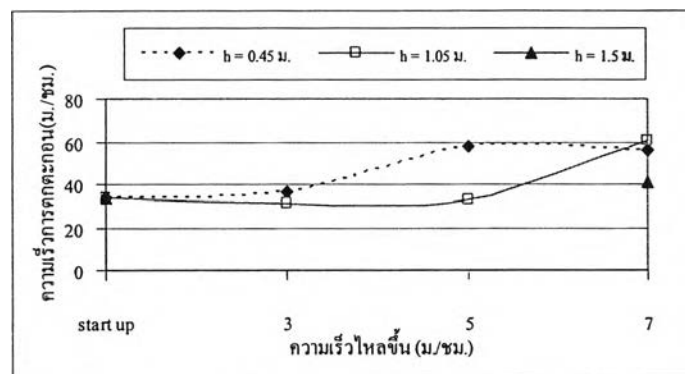


ข. ความเร็วการตกตะกอนของการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

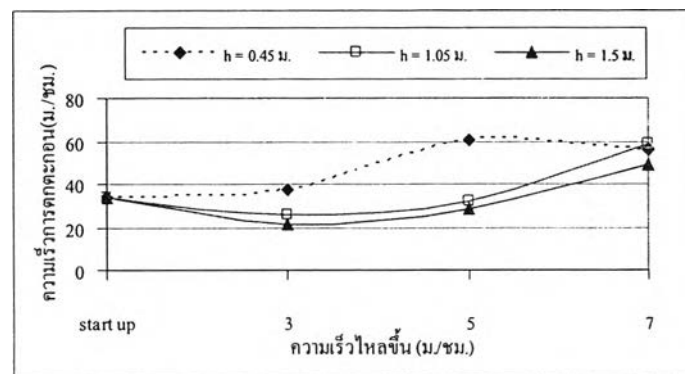
รูปที่ 4.82 ความเร็วการตกตะกอน (การทดลองช่วงที่ 2)

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.82 จะเห็นได้ว่าการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูงที่ 0.45 ม.จะมีความเร็วการตกตะกอนมากที่สุด เนื่องจากจุลินทรีย์สัมผัสสารอินทรีย์ได้มากจนมีขนาดใหญ่ที่สุดจึงทำให้มีความเร็วการตกตะกอนมากที่สุด (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์, 2539.) และความเร็วการตกตะกอนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปทุกความสูงของถังปฏิกรณ์ คือ 0.45 1.05 และ 1.5 ม.จากกันถึงปฏิกรณ์ ที่การทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูงที่ 0.45 ม.จะมีความเร็วการตกตะกอนมากที่สุด และความเร็วการตกตะกอนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปทุกความสูงของถังปฏิกรณ์ คือ 0.45 1.05 และ 1.5 ม.จากกันถึงปฏิกรณ์ จนถึงวันที่ 160 ของการทดลอง ความเร็วการตกตะกอนที่ความสูง 0.45 ม. มีแนวโน้มต่ำลง เนื่องจากการทดลองที่ความเร็วไหลขึ้นมากทำให้ความปั่นป่วนภายในระบบมากที่สุด เม็ดตะกอนจึงมีขนาดเล็กลง สำหรับที่ความสูง 1.05 และ 1.5 ม. ความปั่นป่วนได้ลดลงตามความสูงของถังปฏิกรณ์ทำให้เม็ดตะกอนได้รับผลกระทบน้อยกว่า

ทุกการทดลองจะเห็นได้ว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงจะมีความสามารถตกตะกอนได้ช้ากว่าตะกอนที่อยู่ในระดับต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของเม็ดจุลินทรีย์ที่อยู่ระดับล่างมีขนาดใหญ่กว่า3อาจเป็นเพราะตะกอนที่อยู่ด้านล่างของถังปฏิกริยานั้นรับสารอาหารมากกว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงกว่า ดังนั้นตะกอนที่อยู่ในระดับความสูงของถังปฏิกรณ์ต่ำกว่าจึงสามารถตกตะกอนดีกว่าตะกอนที่อยู่ในระดับสูงกว่า (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์, 2539.) เมื่อเทียบกับรายงานผลของ Show และคณะ (2004) ที่หาความเร็วการตกตะกอนจากตะกอนในถังยูเอเอสบี ได้ผลว่าความเร็วการตกตะกอนมีค่า 26.7-64.2 ม./ชม. ซึ่งพบได้ว่าการทดลองของผู้ทดลองนี้ได้ความเร็วการตกตะกอนที่ใกล้เคียงกัน แต่การทดลองของ Show และคณะ (2004) ใช้ทดลองเป็นระบบยูเอเอสบีที่ได้ใช้ตะกอนที่มีการเติมโพลิเมอร์ชนิดประจุลบด้วย ซึ่งเป็นสารที่ช่วยในการตกตะกอนได้ดีขึ้น



ก. ความเร็วตกตะกอนตามความเร็วไหลขึ้นที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ข. ความเร็วตกตะกอนตามความเร็วไหลขึ้นที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

รูปที่ 4.83 ความสัมพันธ์ความเร็วการตกตะกอนและความเร็วไหลขึ้น (เฉพาะสิ้นสุดการทดลอง)

จากรูปที่ 4.83 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อเดินระบบโดยใช้ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ความเร็วตกตะกอนของเม็ดตะกอนความสูง 0.45 ม. จากกันถังปฏิกริยา จะสูงขึ้นในช่วงแรก แต่เมื่อทดลองที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. พบว่ามีความเร็วตกตะกอนมีแนวโน้มที่เริ่มคงที่และน่าจะลดลงด้วย

และหากให้ความเร็วไหลขึ้นที่มากกว่า 7 ม./ชม. ทั้งภาชนะบรรจุทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน เนื่องจากตะกอนในถังปฏิกิริยาที่อยู่ในระดับต่ำได้รับความปั่นป่วนภายในถังปฏิกิริยามากกว่าตะกอนในระดับสูง จึงเกิดการเสียดสีกันมากทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดเล็กส่งผลให้ความเร็วการตกตะกอนต่ำลง ในขณะที่ความสูง 1.05 และ 1.5 ม.จากกันถึง พบว่ามีความเร็วการตกตะกอนเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความเร็วไหลขึ้นในระบบมากกว่า 5 ม./ชม. เนื่องจากที่ระดับความสูง 1.05 และ 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกิริยา ความปั่นป่วนได้ลดลงบ้างแล้ว

4.4.4 ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน (Specific Methanogenic Activity : SMA)

(การทดลองครั้งที่ 2)

ในการทดลองนี้จะทำการหาความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ความสูงของถังปฏิกรณ์ระยะต่าง ๆ คือที่ 0.45 1.05 และ 1.5 ม. โดยจะทำการหาความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงแรกของการเดินระบบ และในช่วงสุดท้ายของการเดินระบบ เพื่อทำการวิเคราะห์เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตมีเทนสามารถดำรงชีวิตภายใต้การทดลองนี้ได้ และดูถึงจุลินทรีย์ที่ความสูงต่าง ๆ ของถังปฏิกรณ์มีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนอย่างไร

ตารางที่ 4.30 ค่าเอสเอ็มเอภาชนะบรรจุทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ข้อมูลในภาคผนวก ข.)

ภาชนะบรรจุทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	เอสเอ็มเอ (กรัมซีไอดี มีเทนต่อกรัมวีเอสเอสต่อวัน)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	0.316		
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	0.314	0.289	0.205
สิ้นสุดการทดลอง	0.504	0.348	-
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	0.287	0.230	-
สิ้นสุดการทดลอง	0.454	0.284	-
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.			
ก่อนการทดลอง	0.246	0.210	0.240
สิ้นสุดการทดลอง	0.225	0.400	0.470

- หมายเหตุ 1. - แสดงว่าไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนมีความสูงไม่ถึง
2. ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน นำค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ตารางที่ 4.31 ค่าเอสเอ็มเอการะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ข้อมูลในภาคผนวก ข.)

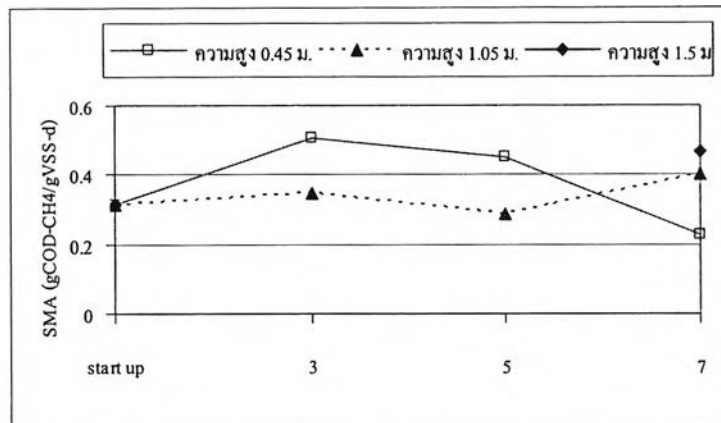
การะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	เอสเอ็มเอ (กรัมซีโอดี มีเทนต่อกรัมวีเอสเอสต่อวัน)		
	h = 0.45 ม.	h = 1.05 ม.	h = 1.5 ม.
เริ่มต้นเดินระบบ	0.316		
ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	0.307	0.282	0.297
สิ้นสุดการทดลอง	0.425	0.378	0.365
ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	0.270	0.290	0.310
สิ้นสุดการทดลอง	0.320	0.380	0.400
ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ก่อนการทดลอง	0.210	0.125	0.314
สิ้นสุดการทดลอง	0.190	0.220	0.380

หมายเหตุ ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทน นำค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

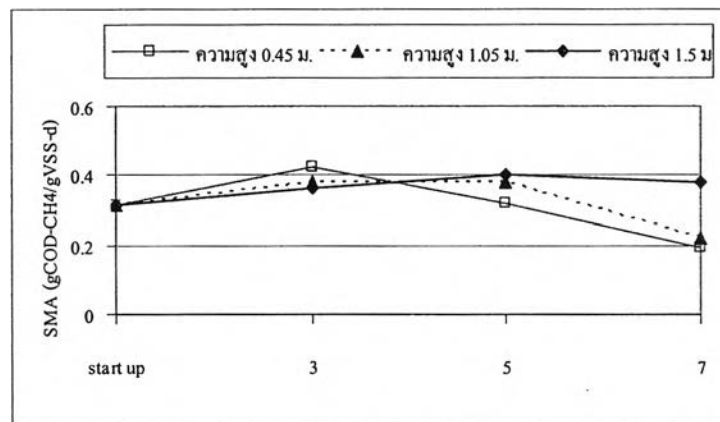
ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบิโอดีเอสปี จะเพิ่มขึ้นและลดลงจากตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ทำให้ความสามารถของจุลินทรีย์ในการผลิตมีเทนสูงหรือต่ำ เช่นการที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากน้อยแค่ไหน ถ้าหากจุลินทรีย์มีความสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพภายในระบบได้ดีก็จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์สูง และความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ก็สูงด้วย แต่เมื่อจุลินทรีย์ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพภายในระบบได้ ก็จะทำให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่ำ เพราะฉะนั้นความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ก็จะต่ำลง

จากรูปที่ 4.84 จะเห็นได้ว่าที่การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจะเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นเดินระบบ และจะลดลงเมื่อความเร็วไหลขึ้นมากขึ้นจนใช้ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. สังเกตได้ว่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็ดตะกอนที่ความสูง 0.45 ม. จะลดลง ในขณะที่เม็ดตะกอนในระดับความสูงมากกว่าจะมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเดินระบบใช้ความเร็วไหลขึ้นสูง ทำให้ระบบเกิดปั่นป่วนเป็นสาเหตุให้เกิดการเสียดสีเม็ดตะกอนจนเม็ดตะกอนแตกออกและลอยขึ้นตามความเร็วไหลขึ้นภายในถังปฏิกิริยา เม็ดตะกอนจึงมีขนาดเล็กและเริ่มสูญเสียความสามารถในการผลิตมีเทน โดยเกิดจากความปั่นป่วนและการเสียดสีกันจากความเร็วไหลขึ้นในถังปฏิกิริยาที่สูง เพราะฉะนั้นเม็ดตะกอนที่อยู่ระดับความสูงต่ำจะมีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนน้อยกว่า

เมื่อตะกอนที่อยู่ในระดับความสูงของถังปฏิกรณ์สูงกว่า (Thaveesri, 1994) เช่นเดียวกับการบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

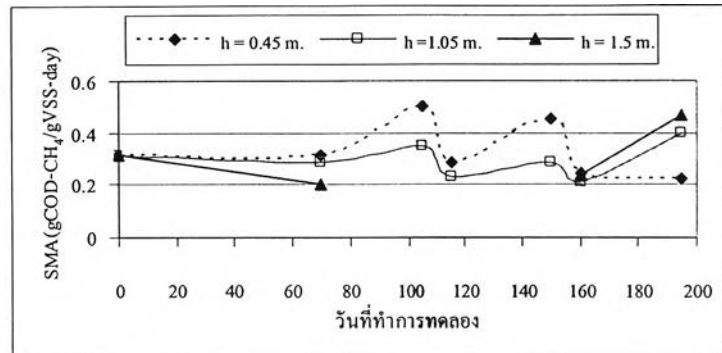


ก. ค่าเอสเอ็มเอที่การบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (สิ้นสุดการทดลอง)

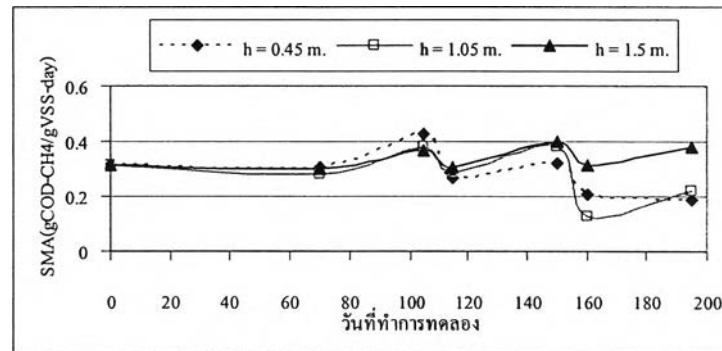


ข. ค่าเอสเอ็มเอที่การบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (สิ้นสุดการทดลอง)

รูปที่ 4.84 ความสัมพันธ์ค่าเอสเอ็มเอกับความเร็วไหลขึ้น



ก. ค่าเอสเอ็มเอของการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

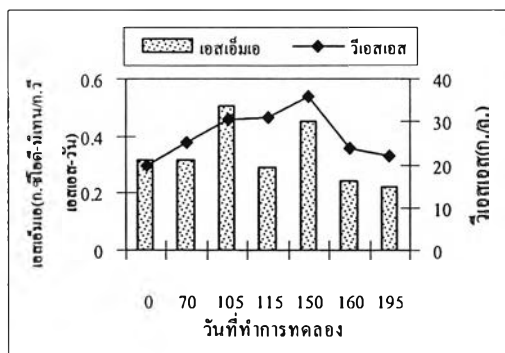


ข. ค่าเอสเอ็มเอของการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

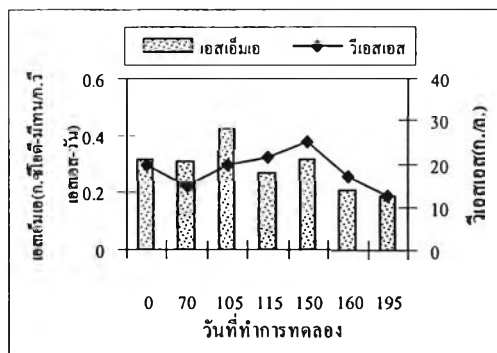
รูปที่ 4.85 ค่าเอสเอ็มเอของการทดลอง (การทดลองครั้งที่ 2)

จากรูปที่ 4.85 เมื่อพิจารณาความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์ในระบบบิโอดีเอสปีแล้วจะทำให้ทราบได้ว่า ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์จะมากขึ้นและลดลงจากเม็คตะคอนจุลินทรีย์ก่อนเดินระบบสลับกันไป และการที่ค่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น แสดงว่าเม็คตะคอนจุลินทรีย์ในระบบบิโอดีเอสปีสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์และผลิตมีเทนได้สูง ถ้าหากความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์ต่ำ แสดงว่าจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และผลิตมีเทนได้ต่ำ เมื่อพิจารณาความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์ตามความเร็วไหลขึ้นพบว่าเมื่อระบบอยู่ในช่วงเปลี่ยนความเร็วไหลขึ้นจะทำให้ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของเม็คตะคอนจุลินทรีย์ต่ำลง แต่เมื่อเดินระบบจนสิ้นสุดการทดลองแล้วพบว่าเม็คตะคอนจุลินทรีย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วงเริ่มต้น เมื่อพิจารณาตามความสูงของถังปฏิกรณ์พบว่าที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วันนั้นความสูง 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์มีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนมากที่สุด ที่ความสูง 1.05 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์มีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นในวันท้าย ๆ การทดลอง ความสูงที่ 1.5 ม.จากกันถึงปฏิกรณ์เนื่องจากการขยายตัวของตะกอนไม่สูงถึงทำให้ไม่มีข้อมูลแต่ปรากฏในช่วงท้ายการทดลอง ซึ่งแนวโน้มที่มีความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจะลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้าย ๆ วันทดลอง สำหรับการ

ทดลองที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความสูงที่ 0.45 และ 1.05 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์ ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกแต่ลดลงในช่วงท้ายการทดลอง แต่สำหรับความสูง 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์ มีค่าสูงขึ้นจากช่วงแรกของการเดินระบบ

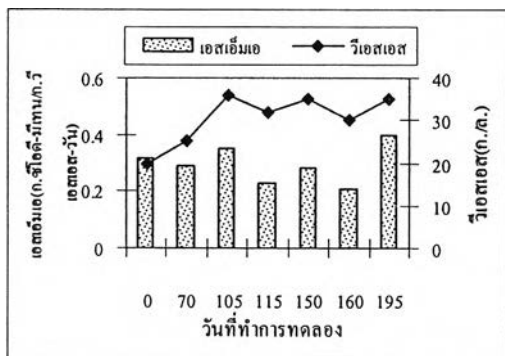


ก. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

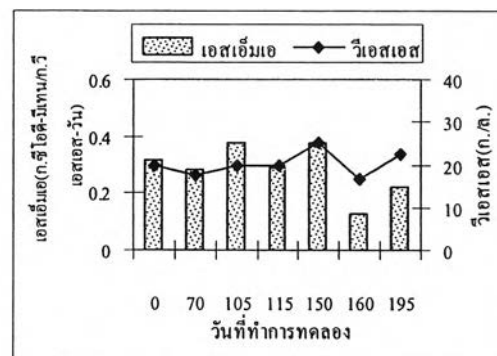


ก. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ความสูง 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์

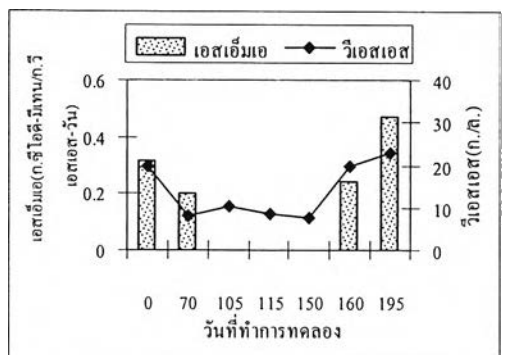


ข. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

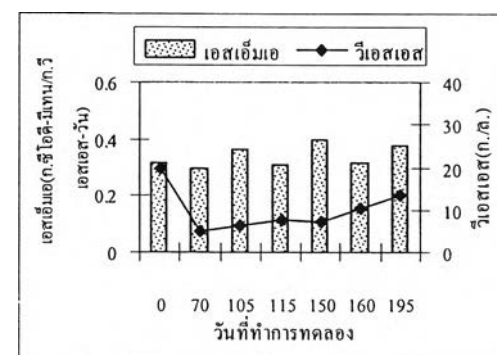


ข. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ความสูง 1.05 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์



ค. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ความสูง 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์

รูปที่ 4.86 ความสัมพันธ์ของค่าเอสเอ็มเอกับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบบิโอดีเอสปี (การทดลองช่วงที่ 2)

ซึ่งจะสอดคล้องกับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบ ดังแสดงดังรูปที่ 4.86 จะเห็นได้ว่าในช่วงที่จุลินทรีย์ภายในระบบยังไม่สามารถปรับตัวได้ มีผลทำให้จุลินทรีย์บางส่วนอาจตายและเกิดการย่อยสลาย ดังนั้น ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จะลดลง มีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ลดลงจึงทำให้ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนลดลงด้วย เมื่อจุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้แล้ว จะเห็นได้จากความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่สูงขึ้นจากช่วงแรก มีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นจะทำให้ได้ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนที่เพิ่มขึ้นด้วย

ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนจะมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพระบบ คือ เมื่อระบบอยู่ในช่วงที่เริ่มการทดลองใหม่จะมีค่าต่ำลง แต่เมื่อเดินระบบถึงทำการทดลองแล้วเห็นได้ว่าตะกอนจุลินทรีย์จะปรับตัวได้จึงทำให้มีค่าสูงขึ้น สาเหตุน่าจะมาจากการที่น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าซีโอดีสูงทำให้ในระบบมีสารอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในปริมาณมาก ส่งผลให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบจะมีความสมบูรณ์

ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์จากการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.125 – 0.504 ก.ซีโอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าข้อมูลของ Gonzalez-Gil และคณะ (2001) คือ มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 - 0.6 ก.ซีโอดี-มีเทน/ก.วีเอสเอส-วัน ค่าความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนโดยใช้กรดอะซิติกเป็นแหล่งอาหาร จากการนำเม็ดตะกอนโรงงานเบียร์ระบบยูเอเอสบี และได้กล่าวถึงการลดลงของความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนคือจุลินทรีย์ผลิตมีเทนได้ลดลง ซึ่งอาจเป็นสัญญาณที่บ่งบอกว่าระบบบำบัดกำลังล้มเหลว การทดลองนี้รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์และความเร็วไหลขึ้นสูง ทำให้ความสามารถจำเพาะในการสร้างมีเทนต่ำลงจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพระบบต่ำลง

4.4.5 เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองครั้งที่ 2)

4.4.5.1 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (Particle Size Analyser) (การทดลองครั้งที่ 2)

การหาขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลง โดยใช้เครื่อง Particle Size Analyser ในการวิเคราะห์ และเนื่องจากข้อมูลของขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์เป็นการกระจายตามขนาดต่างๆ ดังนั้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ จึงได้เลือกค่าที่เป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง โดยเลือกค่า D_{10} , D_{50} และ D_{90} ซึ่งเป็นขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ปริมาณ 10 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้ทำการวิเคราะห์ โดยหากการเปลี่ยนแปลงค่า D ที่เปอร์เซ็นต์ใด ๆ ลดลง แสดงว่ามีเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่าในปริมาณที่สูงขึ้น กล่าวคือ เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ขนาดใหญ่มีการแตกตัว ซึ่งการ

เปลี่ยนแปลงของค่า D_{10} D_{50} และ D_{90} ของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบี แสดงดังตารางที่ 4.32 และตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.32 ขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)
(ข้อมูลในภาคผนวก ง.)

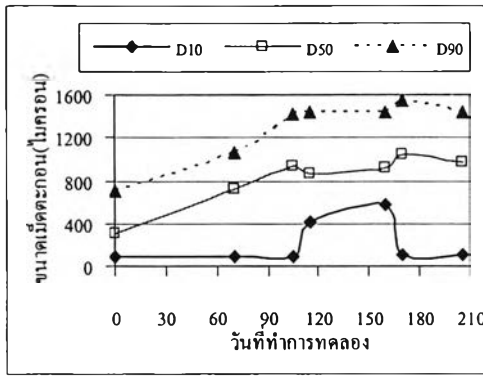
การวิเคราะห์	ขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (ไมโครเมตร)		
	D_{10}	D_{50}	D_{90}
ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ	94.089	304.727	694.443
v 3 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 70 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	84.714	721.290	1,052.852
ที่ ความสูง 1.05 ม.	74.100	613.209	1,022.167
ที่ ความสูง 1.5 ม.	100.619	296.763	582.842
v 3 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 105 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	92.987	933.285	1,418.683
ที่ ความสูง 1.05 ม.	102.955	706.973	1,269.678
ที่ ความสูง 1.5 ม.	-	-	-
v 5 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 115 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	413.208	870.597	1,429.963
ที่ ความสูง 1.05 ม.	188.952	682.098	1,248.823
ที่ ความสูง 1.5 ม.	-	-	-
v 5 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 160 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	579.863	923.521	1,430.810
ที่ ความสูง 1.05 ม.	511.570	885.546	1,429.273
ที่ ความสูง 1.5 ม.	-	-	-
v 7 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 170 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	100.769	1,043.186	1,548.858
ที่ ความสูง 1.05 ม.	459.662	943.279	1,502.031
ที่ ความสูง 1.5 ม.	475.471	883.743	1,427.444
v 7 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 205 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	100.126	974.096	1,434.390
ที่ ความสูง 1.05 ม.	126.115	974.940	1,531.806
ที่ ความสูง 1.5 ม.	144.837	951.741	1,487.549

ในการเดินระบบ ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบ โดยสังเกตจากการเพิ่มขึ้นของค่า D_{90} และ D_{50} ซึ่ง

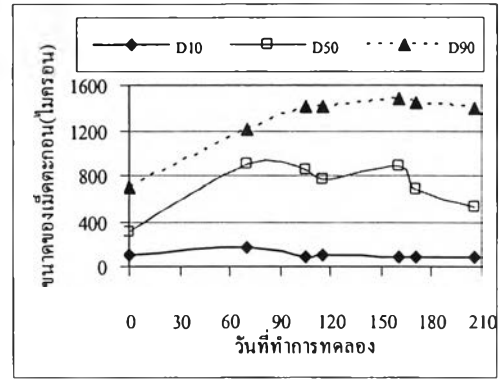
สาเหตุน่าจะมาจากการที่จุลินทรีย์ในระบบสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพของระบบได้เป็นอย่างดี และเมื่อทำการเดินระบบต่อไปขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบจะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยสังเกตจากการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า D_{10} จะมีค่าลดลง ส่วนค่า D_{50} และ D_{90} จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.33 ขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)
(ข้อมูลในภาคผนวก ง.)

การวิเคราะห์	ขนาดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (ไมโครเมตร)		
	D_{10}	D_{50}	D_{90}
ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ	94.089	304.727	694.443
v 3 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 70 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	170.422	907.288	1,202.202
ที่ ความสูง 1.05 ม.	233.566	814.743	1,107.027
ที่ ความสูง 1.5 ม.	145.172	637.599	966.466
v 3 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 105 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	91.754	854.599	1,419.510
ที่ ความสูง 1.05 ม.	98.559	786.572	1,298.294
ที่ ความสูง 1.5 ม.	75.662	575.877	1,157.075
v 5 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 115 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	98.486	769.941	1,410.438
ที่ ความสูง 1.05 ม.	119.660	674.125	1,220.951
ที่ ความสูง 1.5 ม.	110.868	633.645	1,169.209
v 5 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 160 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	84.326	882.200	1,477.292
ที่ ความสูง 1.05 ม.	96.878	925.286	1,457.254
ที่ ความสูง 1.5 ม.	107.549	813.530	1,449.861
v 7 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 170 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	81.469	679.275	1,452.416
ที่ ความสูง 1.05 ม.	81.399	509.708	1,409.438
ที่ ความสูง 1.5 ม.	75.790	482.077	1,350.997
v 7 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m ³ -d เดินระบบ 205 วัน)			
ที่ ความสูง 0.45 ม.	80.361	529.795	1,391.191
ที่ ความสูง 1.05 ม.	86.773	623.502	1,429.906
ที่ ความสูง 1.5 ม.	83.729	521.531	1,374.508

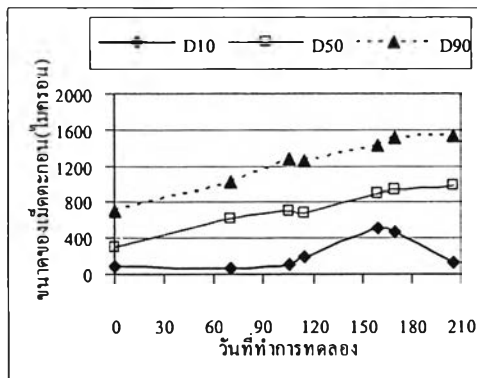


ก. การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

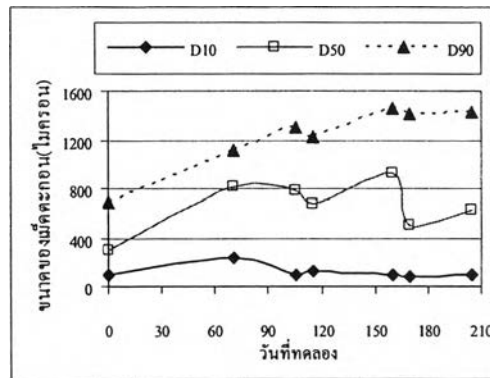


ก. การะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ความสูง 0.45 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์

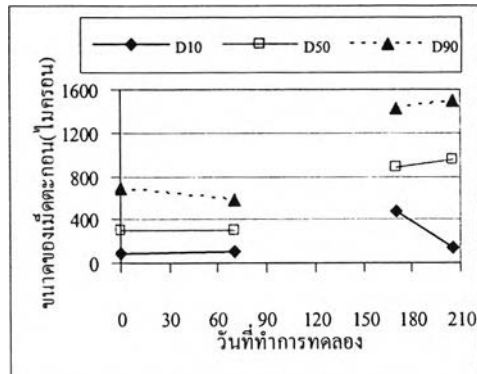


ข. การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

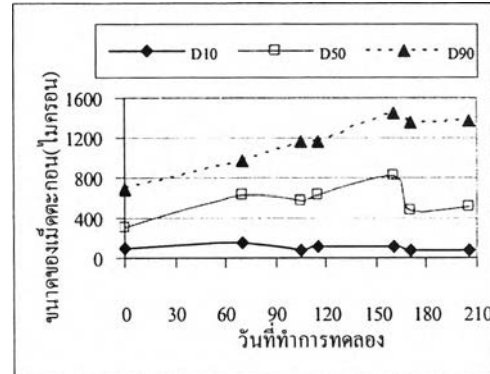


ข. การะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

ที่ความสูง 1.05 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์



ค. การะบรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน



ค. การะบรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

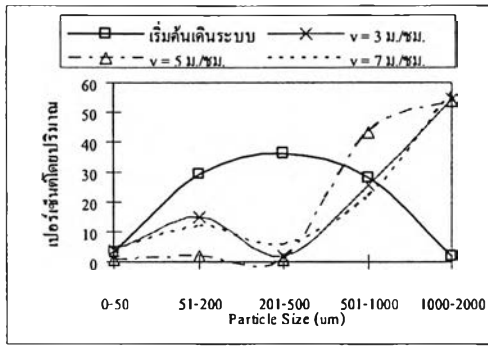
ที่ความสูง 1.5 ม. จากกันถึงปฏิกรณ์

รูปที่ 4.87 ขนาดของเมล็ดตะกอน (การทดลองช่วงที่ 2)

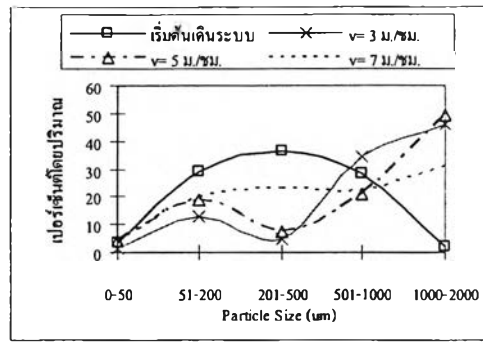
ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบิโออีเอสบีจะมีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ในการทดลองเมื่อความเร็วไหลขึ้นระบบบิโออีเอสบีเปลี่ยนจาก 3 ไปเป็น 5 และ 7 ม./ชม. จะเห็นว่าตะกอนจุลินทรีย์จะมีขนาดเพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากการลดลงของค่า D_{10} ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากการที่ความเร็วไหลขึ้นในระบบมีค่าสูงขึ้น ทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้สารอาหารได้อย่างทั่วถึง รวดเร็ว

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.87 จะสังเกตได้ว่าทั้งการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เมื่อได้เดินระบบไปในช่วงแรกเม็ดตะกอนจะมีขนาดใหญ่ขึ้น สังเกตได้จากค่า D_{90} และ D_{50} จะเพิ่มขึ้น นั่นคือ เม็ดตะกอนที่มีขนาดใหญ่มีการเพิ่มขนาด แต่เมื่อได้ทำการทดลองเดินระบบต่อไปขนาดเม็ดตะกอนจะคงที่และจากนั้นก็จะเริ่มมีขนาดเล็กลง เนื่องจากการทดลองท้าย ๆ ที่ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ใช้ความเร็วไหลขึ้นมากซึ่งอาจทำให้เกิดแรงดันน้ำสูงภายในระบบสูง น้ำภายในถังปฏิกรณ์จึงมีความปั่นป่วนมากเป็นสาเหตุให้เม็ดตะกอนเกิดการเสียดสีกันทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดเล็กลง

รูปที่ 4.88 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดใหญ่และมีปริมาณมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดและปริมาณของเม็ดตะกอนเริ่มต้นเดินระบบ แต่ถ้าความเร็วไหลขึ้นของระบบมากเกินไปจะมีผลทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดเล็กลงและหลุดออกจากระบบได้ ดังนั้น ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม. ซึ่งมีขนาดของเม็ดตะกอนเล็กลงและปริมาณของเม็ดตะกอนลดลงด้วย

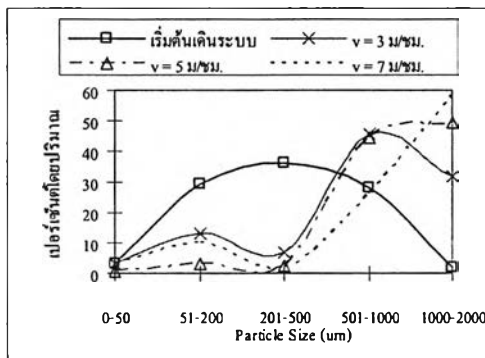


ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน

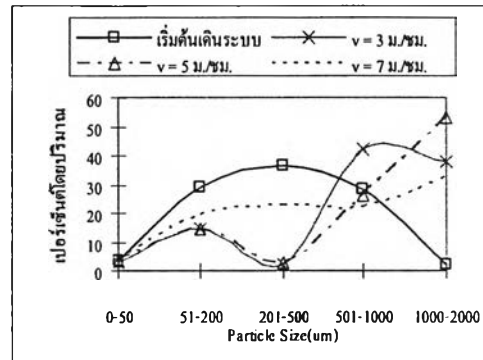


ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน

ก. ความสูง 0.45 ม.จากก้นถังปฏิกรณ์

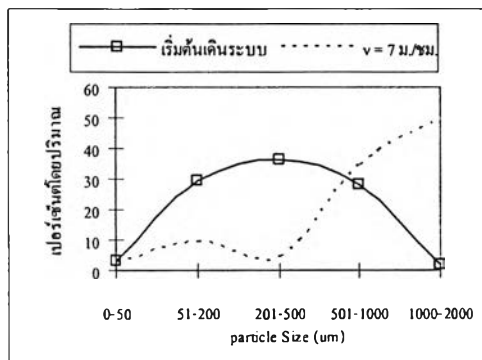


ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน

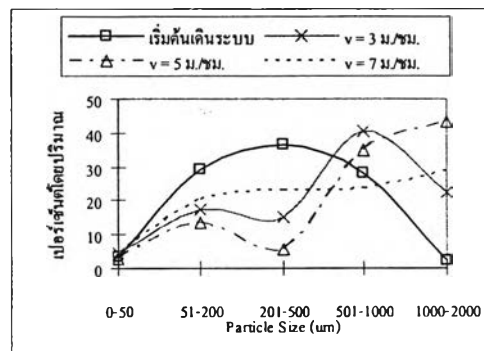


ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน

ข. ความสูง 1.05 ม.จากก้นถังปฏิกรณ์



ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน



ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอติ/ลบ.ม.-วัน

ค. ความสูง 1.5 ม.จากก้นถังปฏิกรณ์

รูปที่ 4.88 ขนาดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองครั้งที่ 2)

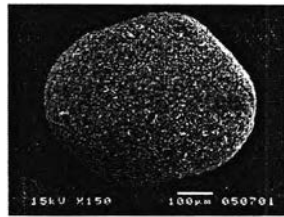
4.4.5.2 ผลของความเร็วไหลขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 2)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเรื่องความเร็วไหลขึ้นในระบบ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ โดยเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเริ่มต้นมิได้ทำการคัดเลือกเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ด้วยการตกตะกอน เลือกเอาเฉพาะเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ดี ลักษณะทางกายภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์จากการสังเกตด้วยตาเปล่า คือ มีสีดำ ผิวกลมเกลี้ยง มีทั้งรูปทรงกลมและทรงรี

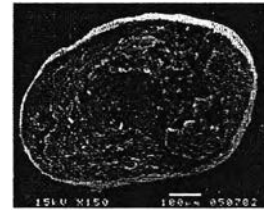
ในการศึกษานี้จะนำตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีในตอนก่อนเริ่มต้นเดินระบบ และหลังจากที่สิ้นสุดการทดลองทุกการทดลอง ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy : SEM) ได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ โดยการสุ่มเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ มาใช้เป็นตัวแทนของเม็ดตะกอนจากจุลินทรีย์หลาย ๆ เม็ดที่ส่องจากกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีลักษณะแสดงต่อไปนี้

จากรูปที่ 4.89 และ 4.90 เห็นได้ว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองในช่วงที่ 1 (หน้า 103) แต่การทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน มีลักษณะภายนอกของเม็ดตะกอนเริ่มมีรอยขรุขระ และเกิดการผุร่อนขึ้นมากกว่าตอนเริ่มต้นเดินระบบ และมากกว่าการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ซึ่งจะผุร่อนมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วไหลขึ้นด้วย และจะพบรอยแตกเกิดขึ้น ซึ่งอาจเป็นช่องระบายก๊าซชีวภาพที่เกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์สร้างมีเทนอยู่ในชั้นใน (ฉัตรชัย ศักดิ์วีระสุวรรณ, 2547)

ในระบบอีจีเอสบีที่ใช้ความเร็วไหลขึ้นสูง (ในกรณีที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.) จะมีผลทำให้ภายในระบบมีสภาพทางศาสตร์เกิดการปั่นป่วนมาก ซึ่งมีผลทำให้เม็ดตะกอนจุลินทรีย์มีโอกาสที่จะเกิดการเสียดสีกันได้มาก ทำให้ประสิทธิภาพของระบบอีจีเอสบีลดลงเนื่องจากการที่เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ผุร่อนแสดงว่าเมื่อเม็ดตะกอนเริ่มมีการแตกออกทำให้จุลินทรีย์หลุดออกจากเม็ดตะกอน เม็ดตะกอนจะมีขนาดเล็กลงและขึ้นเมื่อระบบให้ความเร็วไหลขึ้นที่สูงจะทำให้เม็ดตะกอนเกิดการลอยขึ้นและออกนอกระบบได้ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำลงได้ เม็ดตะกอนที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีลักษณะที่ฟองฟูมากกว่าการทดลองที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน เกิดจากระบบมีความปั่นป่วนมากจะส่งผลในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์จะเกาะกลุ่มกันอย่างหลวม ๆ ง่ายต่อการหลุดออกจากกัน ฉะนั้นในการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการอีจีเอสบีที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงควรเลือกความเร็วไหลขึ้นให้น้อยลง เพื่อให้มีประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงสุด ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ใช้ความเร็วไหลขึ้นไม่เกิน 7 และ 5 ม./ชม.

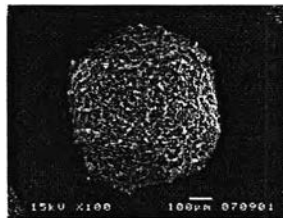


(กำลังขยาย 150 เท่า)

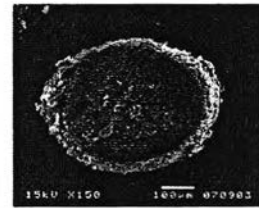


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ



(กำลังขยาย 100 เท่า)

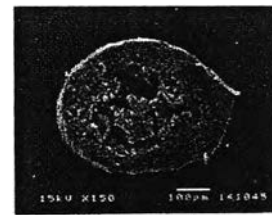


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ข. v 3 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m³-d เดินระบบ 105 วัน)



(กำลังขยาย 100 เท่า)

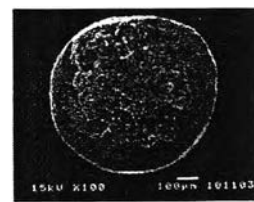


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ค. v 5 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m³-d เดินระบบ 150 วัน)



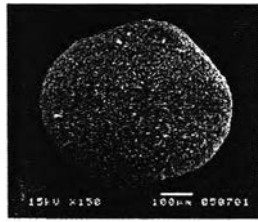
(กำลังขยาย 50 เท่า)



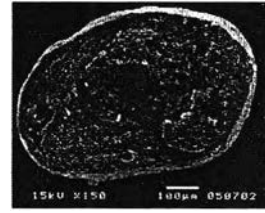
(กำลังขยาย 100 เท่า)

ง. v 7 ม./ชม. (OLR 20 kg.COD/m³-d เดินระบบ 195 วัน)

รูปที่ 4.89 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM) ลักษณะของผิวภายนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

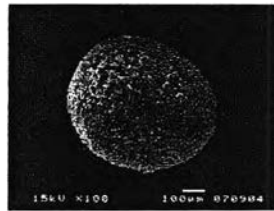


(กำลังขยาย 150 เท่า)

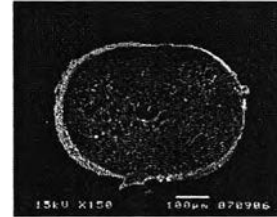


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ

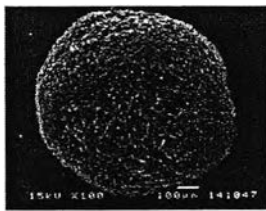


(กำลังขยาย 100 เท่า)

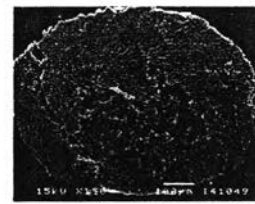


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ข. v 3 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m³-d เดินระบบ 105 วัน)

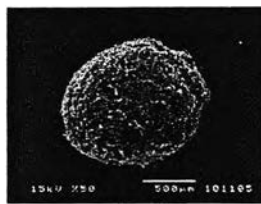


(กำลังขยาย 100 เท่า)

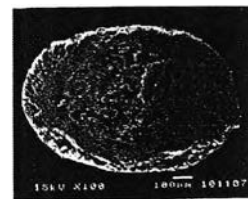


(กำลังขยาย 150 เท่า)

ค. v 5 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m³-d เดินระบบ 150 วัน)



(กำลังขยาย 50 เท่า)



(กำลังขยาย 100 เท่า)

ง. v 7 ม./ชม. (OLR 40 kg.COD/m³-d เดินระบบ 195 วัน)

รูปที่ 4.90 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM) ลักษณะของผิวภายนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

4.4.5.3 โครงสร้างของแบคทีเรียในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (การทดลองช่วงที่ 2)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลุ่มแบคทีเรียในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ตามความเร็วไหลขึ้น โดยการนำตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบอีจีเอสบีก่อนเริ่มต้นเดินระบบ และหลังจากที่สิ้นสุดการทดลองทุกการทดลอง ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM) โดยทำการเลือกตัวอย่างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์แบบสุ่มเม็ดตะกอนจุลินทรีย์มาใช้เป็นตัวแทนของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์หลาย ๆ เม็ดที่ส่องจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

จากรูปที่ 4.91 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรียในเม็ดตะกอนที่บริเวณผิวนอกและภายในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ระหว่างก่อนเริ่มต้นเดินระบบ กับหลังจากที่สิ้นสุดการทดลองแต่ละการทดลองแล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรีย กล่าวคือ ที่บริเวณผิวนอกจะเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่สร้างกรดซึ่งเป็นการรวมตัวกันของแบคทีเรียอันได้แก่แบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน รูปร่างกลมและเป็นเกลียว โดยอาศัยการเกาะยึดด้วยแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยที่กระจายอยู่ทั่วไป ทำให้โครงสร้างของแบคทีเรียมีความทนทานต่อความเร็วไหลขึ้นในระบบ โดยที่บริเวณภายในจะเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่สร้างมีเทน ซึ่งมีรูปร่างส่วนใหญ่จะเป็นท่อนมากกว่า จากรูปร่างเป็นแท่งของจุลินทรีย์ในเม็ดตะกอนทำให้ทราบได้ว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในเม็ดตะกอนเป็นชนิด *Methanosaeta* (Guiot และคณะ, 1992) เมื่อพิจารณาตามความเร็วไหลขึ้นจะพบได้ว่าการทดลองที่ความเร็วไหลขึ้นสูงเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแล้ว เห็นได้ว่ามีความหนาแน่นของแบคทีเรียที่มาก จึงอาจกล่าวได้ว่า ความเร็วไหลขึ้นที่สูงขึ้นในระบบอีจีเอสบีนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของจุลินทรีย์ด้วย

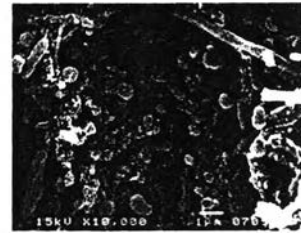
จากรูปที่ 4.92 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะของโครงสร้างของกลุ่มแบคทีเรียในเม็ดตะกอนคล้ายกับรูปที่ 4.91 แต่ในการทดลองที่ความเร็วไหลขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ม./ชม. ขึ้นไป จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียภายนอกแทบไม่พบว่ามีก้านของจุลินทรีย์เส้นใยหรือพบได้น้อยมาก เป็นสาเหตุทำให้มีการหลุดออกของจุลินทรีย์ในเม็ดตะกอนได้ และเป็นสาเหตุทำให้เม็ดตะกอนหลุดออกจากระบบ

บริเวณผิวหนัง



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ภายในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์

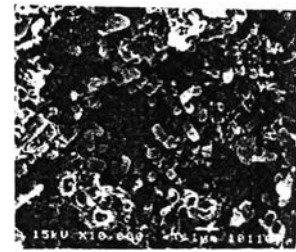


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มต้นเดินระบบ



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ข. ภาวะบรรเทาสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ค. ภาวะบรรเทาสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

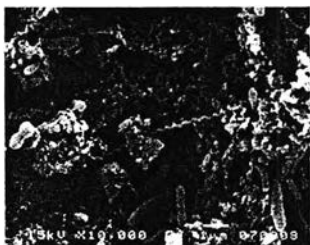


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ง. ภาวะบรรเทาสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.)

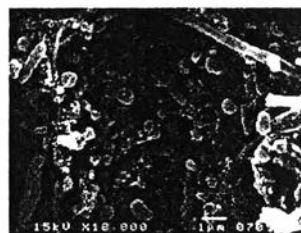
รูปที่ 4.91 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM) โครงสร้างแบคทีเรียผิวหนังนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ภาวะบรรเทาสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน

บริเวณผิวนอก



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ภายในเม็ดตะกอนจุลินทรีย์

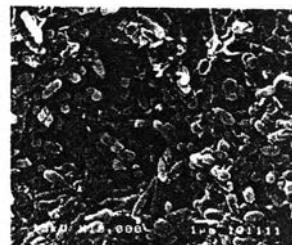


(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ก. ก่อนเริ่มคั่นเดินระบบ



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ข. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ค. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)



(กำลังขยาย 10,000 เท่า)

ง. ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน (ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.)

รูปที่ 4.92 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy, SEM)

โครงสร้างแบบที่เรียผิวภายนอกและภายในของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซชีวภาพโดยเปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจะเกิดก๊าซชีวภาพขึ้นในระบบ ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่คือ ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณซีโอดีที่ถูกกำจัด เพื่อเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าว จึงใช้แนวความคิด และ โมเดลเรื่องก๊าซ ของสินีนุช ศศิยศชาติ (2544) มาอธิบาย

โดยให้ในการบำบัดน้ำเสียน้ำเสียที่ถูกย่อยสลายทั้งหมดมีปริมาตร 1 ลิตร และก๊าซที่เกิดขึ้นจากระบบมีก๊าซ 2 ชนิด คือ มีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทมวลสารระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคก๊าซ ดังนั้น ในการพิจารณาหน่วยของปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงรูปไปอยู่ในแต่ละวัฏภาค จะพิจารณาในหน่วยมวลของสารนั้น ๆ ซึ่งจะทำได้ง่ายต่อการคำนวณ

กำหนดให้	M_T	=	จำนวนโมลของมีเทนทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในระบบ
	C_T	=	จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในระบบ
	M_L	=	จำนวนโมลของมีเทนที่อยู่ในวัฏภาคน้ำ
	C_L	=	จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในวัฏภาคน้ำ
	M_G	=	จำนวนโมลของมีเทนที่อยู่ในวัฏภาคก๊าซ
	C_G	=	จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในวัฏภาคก๊าซ

ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของระบบบำบัดแบบไร้อากาศจะได้ก๊าซเกิดขึ้น 2 ชนิด คือ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้ส่วนหนึ่งจะละลายอยู่ในน้ำ และอีกส่วนหนึ่งจะหนีออกไปอยู่ในบรรยากาศเหนือน้ำ ดังนั้นผลรวมของก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมดในรูปมวลจะเท่ากับมวลของก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำรวมกับมวลของก๊าซที่อยู่เหนือน้ำ จากความสัมพันธ์นี้ สามารถเขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

ก๊าซมีเทน

$$\begin{aligned} M_T &= M_L + M_G \\ M_L &= M_T - M_G \end{aligned} \quad (4.1)$$

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$\begin{aligned} C_T &= C_L + C_G \\ C_L &= C_T - C_G \end{aligned} \quad (4.2)$$

และจากความสัมพันธ์ของก๊าซในบรรยากาศเมื่อคิดในรูปของความดันพาร์เซี่ยล จะได้ว่า

$$\text{ความดันพาร์เซิลของมีเทน} \quad P_{\text{CH}_4} = P_T \times M_G / (M_G + C_G) \quad (4.3)$$

$$\text{ความดันพาร์เซิลของคาร์บอนไดออกไซด์} \quad P_{\text{CO}_2} = P_T \times C_G / (M_G + C_G) \quad (4.4)$$

ให้ความดันของก๊าซชีวภาพเท่ากับ 1 บรรยากาศ

จากกฎของเฮนรี่ กล่าวว่า “สำหรับก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยหรือปานกลาง ความสามารถในการละลายน้ำ ขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของก๊าซคูณด้วยความดันพาร์เซิลของก๊าซนั้น” จะได้ว่า

$$\text{ความเข้มข้นของมีเทนละลายน้ำ} \quad M_L = K_{\text{CH}_4} \times P_{\text{CH}_4} \quad (4.5)$$

แทนค่า สมการ (4.1) และ (4.3) ลงในสมการที่ (4.5) แล้วจัดรูปใหม่

$$\begin{aligned} M_T - M_G &= K_{\text{CH}_4} \times M_G / (M_G + C_G) \\ C_G &= [(K_{\text{CH}_4} \times M_G) / (M_T - M_G)] - M_G \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\text{ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ} \quad C_L = K_{\text{CO}_2} \times P_{\text{CO}_2} \quad (4.7)$$

แทนค่า สมการ (4.2) และ (4.4) ลงในสมการที่ (4.7) แล้วจัดรูปใหม่

$$\begin{aligned} C_T - C_G &= K_{\text{CO}_2} \times C_G / (M_G + C_G) \\ M_G &= [(K_{\text{CO}_2} \times C_G) / (C_T - C_G)] - C_G \end{aligned} \quad (4.8)$$

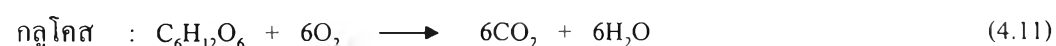
จากข้อกำหนดและสมการที่ 4.1 – 4.8 สามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณก๊าซได้

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวเป็นน้ำเสียที่มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสูง โดยน้ำเสียประเภทนี้เมื่อเข้าสู่ระบบบำบัดแบบไร้อากาศจะถูกไฮโดรไลซ์ให้โมเลกุลมีขนาดเล็กกลายเป็นกลูโคส และถูกแบคทีเรียสร้างกรดย่อยสลายให้กลายเป็นกรดไขมันระเหย คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน และสุดท้ายจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียสร้างมีเทนให้เป็นก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์

สมการการย่อยสลายสารอินทรีย์



สมการการออกซิไดซ์สารอินทรีย์



จากสมการทั้ง 2 ข้างต้น จะได้ว่า การย่อยสลายกลูโคส 1 โมล จะใช้ออกซิเจน 6 โมล หรืออาจกล่าวได้ว่า ซีโอดีของกลูโคสเท่ากับ 6 โมล ต่อ 1 โมลของกลูโคส และในการย่อยสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน 1 โมล จะเกิดเป็นมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์อย่างละ 3 โมล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ซีโอดี 6 โมล จะเกิดเป็นมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์อย่างละ 3 โมล

เนื่องจากค่าซีโอดีนั้นมีหน่วยเป็น มก./ล. เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ จึงอาจกล่าวได้ว่า ในการย่อยสลายซีโอดี 6 มิลลิโมล จะเกิดก๊าซมีเทนขึ้นทั้งหมด 3 มิลลิโมล และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นทั้งหมด 3 มิลลิโมล

จะเป็นซีโอดีจากกลูโคส 1 มิลลิโมล และเกิด มีเทน = 0.5 มิลลิโมล

คาร์บอนไดออกไซด์ = 0.5 มิลลิโมล

ดังนั้น ซีโอดีที่ถูกกำจัด C มก./ล. เท่ากับ C/32 มิลลิโมล/ล. จะเกิดเป็น

ก๊าซมีเทน $M_T = (C/32) \times 0.5$ มิลลิโมล/ล.

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $C_T = (C/32) \times 0.5$ มิลลิโมล/ล.

การคำนวณหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยการ Trial & error ดังนี้

1. กำหนดค่าซีโอดีที่ถูกกำจัด (C), มก./ล.
2. คำนวณหาค่า M_T และ C_T
3. สมมติค่ามีเทนที่เป็นก๊าซที่เกิดขึ้น (M_G), มิลลิโมล/ล. แทนลงในสมการที่ (4.6) จะได้ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นก๊าซที่เกิดขึ้น (C_G), มิลลิโมล/ล.
4. แทนค่า C_G ลงในสมการที่ (4.8) จะได้ค่า M_G
5. Trial & error ต่อไปจนกว่าจะได้ค่า M_G ที่สมมติเท่ากับค่าที่ได้จากการคำนวณในสมการที่ (4.8)
6. คำนวณหา P_{CH_4} และ P_{CO_2} จากสมการที่ (4.3) และ (4.4)
7. คำนวณหา M_L และ C_L ในหน่วยมิลลิโมล/ล. จากสมการที่ (4.1) และ (4.2)

ตัวอย่างการคำนวณในการทดลองช่วงที่ 1 ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน วันที่ 3/6/48 ซีโอดีน้ำเข้า 2,716 มก./ล. น้ำออก 181 มก./ล. ก๊าซชีวภาพ 14.616 ล./วัน กำหนดให้พีเอช 7.0 อุณหภูมิ 30.0 องศาเซลเซียส

กำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ซีโอดีถูกกำจัด(C) 2,535 มก./ล. เท่ากับ 79.21 มิลลิโมล/ล.
2. ค่าคงที่ของเฮนรีที่อุณหภูมิเท่ากับ 30.0 องศาเซลเซียส (มันสิน ดันจุลเวศม์, 2542)

$$K_{\text{CH}_4} = 1.24 \text{ บรรยากาศ/(มิลลิโมล/ลิตร)}$$

$$K_{\text{CO}_2} = 29.9 \text{ บรรยากาศ/(มิลลิโมล/ลิตร)}$$

3. คำนวณค่า M_T และ C_T

$$M_T = 79.21 \times 0.5 = 39.06 \text{ มิลลิโมล/ลิตร}$$

$$C_T = 79.21 \times 0.5 = 39.06 \text{ มิลลิโมล/ลิตร}$$

4. สมมติค่ามีเทนที่เป็นก๊าซที่เกิดขึ้น (M_G), มิลลิโมล/ล. แทนลงในสมการที่ (4.6) จะได้ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นก๊าซที่เกิดขึ้น (C_G), มิลลิโมล/ล.

5. แทนค่า C_G ลงในสมการที่ (4.8) จะได้ค่า M_G

6. Trial & error จะได้ค่า M_G ที่สมมติเท่ากับค่าที่ได้จากคำนวณในสมการที่ (4.8)

ตารางที่ 4.34 การหาค่าก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์

ค่าสมมติ		ค่าที่ได้	
(M_G), มิลลิโมล/ล.	(C_G), มิลลิโมล/ล.	(M_G), มิลลิโมล/ล.	(C_G), มิลลิโมล/ล.
38.2	24.0	24.19	23.65
<u>38.3</u>	<u>24.1</u>	<u>24.19</u>	<u>24.04</u>
38.4	24.2	33.74	24.50

7. คำนวณหาค่า P_{CH_4} และ P_{CO_2} จากสมการที่ (4.3) และ (4.4)

$$P_{\text{CH}_4} = 0.62 \text{ บรรยากาศ}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 0.38 \text{ บรรยากาศ}$$

8. คำนวณหา M_L และ C_L ในหน่วยมิลลิโมล/ล. จากสมการที่ (4.1) และ (4.2)

$$M_L = M_T - M_G$$

$$= 0.76 \text{ มิลลิโมล/ล.}$$

มีเทนละลายน้ำ 0.76 มิลลิโมล/ล.

$$C_L = C_T - C_G$$

$$= 14.96 \text{ มิลลิโมล/ล.}$$

คาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ 14.96 มิลลิโมล/ล.

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่า ปริมาณมีเทนจะละลายน้ำได้น้อยกว่าคาร์บอนไดออกไซด์มาก ด้วยเหตุนี้ในการวัดเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนจะต้องมีมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์

ปริมาณก๊าซมีเทน

การหาปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้จากการคำนวณ ที่อุณหภูมิ 30.0 องศาเซลเซียส

ซีโอดีที่ถูกกัก 1 กรัม ทำให้เกิดก๊าซมีเทน 388 มิลลิลิตร

ซีโอดีที่ถูกกัก 2.535 กรัม/ลิตร ในการทดลองให้มือน้ำเสีย 12.7 ลิตร

จะได้	ซีโอดีที่ถูกกัก 2.535 x 12.7	=	32.19 กรัม
	ก๊าซมีเทนที่ได้	=	32.19 x 388 = 12.489 ลิตร
	มีเทนละลายน้ำ 0.76 มิลลิโมล/ล.	=	12.7 x (0.76 x 22.4)
		=	0.216 ลิตร
	จะได้ก๊าซมีเทนจากการคำนวณ	=	12.273 ลิตร

ก๊าซมีเทนที่หาได้จริงจากการทดลอง

ก๊าซชีวภาพมีปริมาตร	=	14.616 ลิตร
เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน	=	82.726
ก๊าซมีเทนที่ได้	=	12.091 ลิตร

จะเห็นว่าปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้จากการคำนวณมีปริมาณมากกว่าก๊าซมีเทนที่หาได้จากการทดลอง ในปริมาณ $12.273 - 12.091 = 0.182$ ลิตร ทั้งนี้การวิเคราะห์ก๊าซมีเทนอาจมีข้อผิดพลาดบ้าง

4.6 การวิเคราะห์ฟิโอสและสภาพ่างทั้งหมด

ฟิโอสและสภาพ่างทั้งหมดมีความสำคัญต่อระบบมากเนื่องจากแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ โดยเฉพาะแบคทีเรียสร้างมีเทนสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ฟิโอสในช่วง 6.6 – 7.4 เท่านั้น จึงต้องควบคุมน้ำเสียเข้าระบบในเป็นกลางมิฉะนั้นแบคทีเรียสร้างมีเทนจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตทำให้ระบบเสถียร การรักษาฟิโอสในระบบให้เป็นกลางต้องอาศัยสภาพ่างเป็นตัวควบคุม หากระบบมีบัฟเฟอร์เพียงพอจะสามารถรักษาระดับฟิโอสไม่ให้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แต่การปรับค่าฟิโอสด้วยด่างนั้นต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่มากจึงสมควรคำนึงถึงปริมาณด่างที่เหมาะสมกับระบบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้และค่าใช้จ่ายน้อยด้วย

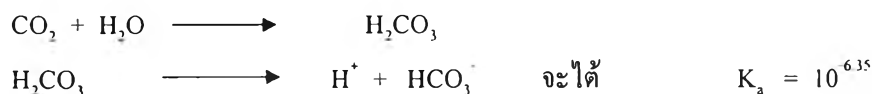
$$\begin{array}{l} \text{สภาพ่างทั้งหมด} \\ \text{ที่ต้องการ} \end{array} = \begin{array}{l} \text{สภาพ่างเพื่อรักษา} \\ \text{สมดุลกรดคาร์บอนิก} \end{array} + \begin{array}{l} \text{สภาพ่างเพื่อใช้ใน} \\ \text{การสะเทินกรดไขมัน} \end{array}$$

ความต้องการสภาพ่างเพื่อรักษาสมดุลของกรดคาร์บอนิกสามารถคำนวณได้จากทฤษฎีสมดุลของคาร์บอนเตและกฎของเฮนรี่ ดังแสดงในภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ จากการทดลองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม. ปรับฟิโอสด้วยการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO₃) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าฟิโอสและสภาพ่างวัดทั้งหมดในระบบ คือ สภาพ่างน้ำออกจากระบบได้ประมาณ 1,510 มก./ล. หินปูน กรดไขมันระเหย 423 มก./ล.อะซิติก และให้ระบบมีฟิโอสเท่ากับ 7.0 อุณหภูมิเท่ากับ 30.0 องศาเซลเซียส

จากกฎของเฮนรี่และสมดุลคาร์บอนิก (Benjamin, 2000)



พิจารณาฟิโอส

- ความดันพาร์เชียลของคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบได้จากการหาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ เท่ากับ 0.38 บรรยากาศ
- สภาพ่างทั้งหมดที่วัดได้ในน้ำออกประมาณ 1,510 มก./ล. หินปูน

เทียบเท่ากับ $\text{NaHCO}_3 = 1,510 \times (84/50) = 2,537$ มก./ล.

หรือ $= 2,537 / (84 \times 1,000) = 0.0302$ โมล/ล.

- $K_h = 299 \times 10^{-4}$ บรรยากาศ/(โมล/ล.)

- แทนค่าในสมการที่ ค.-8

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a K_h \cdot P_{\text{CO}_2} / [\text{HCO}_3] \\ &= (10^{-6.35} \times 299 \times 10^{-4} \times 0.38) / 0.0302 \\ &= 1.68 \times 10^{-7} \text{ โมล/ล.} \\ \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] \\ &= -\log(1.68 \times 10^{-7}) \\ &= 6.77 \end{aligned}$$

พีเอชจากการคำนวณจะมีค่าที่น้อยกว่าพีเอชที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากว่าระบบอีจีเอสบี มีระบบไหลเวียนน้ำกลับเข้าสู่ระบบอีกครั้งเป็นการนำค่ากลับมาใช้อีกครั้งทำให้ประหยัดค่าที่ใช้เมื่อใช้ค่าน้อยแล้วจึงทำให้การนำค่าสภาพต่างของระบบที่ได้มาคำนวณค่าพีเอช จะได้ต่ำกว่าที่เป็นจริงจากการทดลอง

การคำนวณหาปริมาณด่างโซเดียมไบคาร์บอเนต

หาปริมาณด่างโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ที่ต้องการใช้ในการปรับพีเอชเพื่อให้เหมาะสมกับการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน พิจารณาที่พีเอช 7 และอุณหภูมิประมาณ 30.0 องศาเซลเซียส

กำหนดให้

- ความดันพาร์เชียลของคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบได้จากการคำนวณในหัวข้อการหา มีเทนละลายน้ำ เท่ากับ 0.38 บรรยากาศ

- $K_h = 299 \times 10^{-4}$ บรรยากาศ/(โมล/ล.)

- $K_a = 10^{-6.35}$

ปรับพีเอชเป็น 7

พีเอชที่ต้องการเท่ากับ 7 ดังนั้น $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ โมล/ล.

แทนค่าลงในสมการที่ ค.-8

$$[\text{HCO}_3] = K_a K_h \cdot P_{\text{CO}_2} / [\text{H}^+]$$

$$\begin{aligned}
 &= (10^{-6.35} \times 299 \times 10^{-4} \times 0.38) / 10^{-7} \\
 &= 0.050 \text{ โมล/ล.} \\
 \text{คิดเป็น } \text{HCO}_3^- &= 0.050 \times 61 \times 1,000 = 3,050 \text{ มก./ล.} \\
 &= 3,050 \times (50/61) = 2,500 \text{ มก./ล. หินปูน} \\
 \text{โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ต้องการ} &= 0.050 \times 84 \times 1,000 = 4,200 \text{ มก./ล.} \\
 \\
 \text{สภาพต่างจากกรดไขมันระเหย (มก./ล. CaCO}_3) &= 0.833 \times \text{กรดไขมันระเหย (มก./ล. อะซิติก)} \\
 &= 0.833 \times 423 \\
 &= 353 \text{ มก./ล. CaCO}_3
 \end{aligned}$$

$$\text{ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ต้องการ} = 4,200 + 353 = 4,553 \text{ มก./ล.}$$

พิจารณาปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ได้จากการคำนวณ และจากการทดลองจริงพบว่าการทดลองจริงใช้ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต = 3,149 มก./ล. จะเห็นได้ว่าปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ได้จากการคำนวณมีปริมาณมากกว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ได้จากการทดลองจริงในปริมาณ = 4,553 - 3,149 = 1,404 มก./ล. เพราะฉะนั้นระบบอีอีเอสบีสามารถประหยัดต่างได้เนื่องจากระบบอีอีเอสบีมีการสูบน้ำเวียนกลับเข้ามาที่ถังปฏิกิริยาทำให้น้ำต่างกลับมาใช้ได้จึงเป็นการประหยัดต่างไปในตัว

$$\text{ดังนั้นประหยัดเงินเท่ากับ} \quad 1.404 \times 25 = 35 \text{ บาท/ลบ.ม.}$$

หมายเหตุ ปี 2548 ราคาโซเดียมไบคาร์บอเนต 25 บาท/กก.

4.7 โครงสร้างทางเคมีของเม็ดตะกอนระบบอีจีเอสบี

จากการนำเม็ดตะกอนในระบบอีจีเอสบีไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี EDX (Energy-Dispersed X-Ray) เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมีของเม็ดตะกอน โดยได้นำเม็ดตะกอนก่อนเริ่มเดินระบบ เม็ดตะกอนที่เดินระบบรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน เป็นเวลา 205 วัน และเม็ดตะกอนที่เดินระบบรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน เป็นเวลา 205 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.35

การนำเม็ดตะกอนออกมาวิเคราะห์ด้วยวิธี EDX เพื่อหาส่วนประกอบเคมีภายในเม็ดตะกอน โดยนำเม็ดตะกอนมาจากถังปฏิริยาที่ความสูง 0.5 ม.จากก้นถังปฏิริยา

ตารางที่ 4.35 ส่วนประกอบทางเคมีของเม็ดตะกอน

ส่วนประกอบทางเคมี ของเม็ดตะกอน	เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบทางเคมีของเม็ดตะกอน		
	เม็ดตะกอนก่อน เดินระบบ	เม็ดตะกอนหลังเดินระบบ	
		20 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน	40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน
แคลเซียม	6.113	2.952	2.538
ซัลเฟอร์	3.434	3.007	2.763
ฟอสฟอรัส	2.672	1.801	2.316
เหล็ก	3.775	2.189	2.109
โปแทสเซียม	1.922	4.96	3.451
สังกะสี	1.479	0.874	0.84
ซิลิกา	1.563	0.49	0.354

จากตารางที่ 4.35 จะเห็นว่าเม็ดตะกอนหลังเดินระบบภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน มีเปอร์เซ็นต์ แคลเซียม สังกะสี เหล็ก และ ซิลิกา ลดลงจากเม็ดตะกอนก่อนเดินระบบ แต่มีโปแทสเซียมมากขึ้น สำหรับ ซัลเฟอร์ และ ฟอสฟอรัส พบว่ามีเปอร์เซ็นต์อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน

เป็นที่ทราบกันว่า ไอออนบวกของธาตุจะเป็นสารเชื่อมประสานโครงสร้าง (Structural Glue) ให้กับเซลล์จุลินทรีย์ เพื่อให้จุลินทรีย์ได้รวมตัวกัน ได้มีผลทำให้เม็ดตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากผนังเซลล์ของจุลินทรีย์เป็นประจุลบ ดังนั้นหากต้องการให้เซลล์มารวมตัวกันต้องมีประจุบวกเป็นสารเชื่อมระหว่างประจุลบด้วยกันจึงจะทำให้เซลล์จุลินทรีย์รวมตัวกันเพื่อให้ได้เม็ดตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (Beveridge และ Doyle, 1989)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 20 และ 40 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน มีเปอร์เซ็นต์โปแทสเซียมเพิ่มขึ้นจากเม็ดตะกอนก่อนเดินระบบ เนื่องจากน้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นน้ำเสียเป้งมันสำปะหลังซึ่งจะมี

โปแทสเซียมมากในหัวมันสำปะหลัง เมื่อผ่านขั้นตอนการสกัดน้ำออกจากแป้งแล้วจึงทำให้โปแทสเซียมอยู่ในน้ำเสียมาก เมื่อนำมาใช้ในงานวิจัยนี้จึงมีส่วนที่โปแทสเซียม อาจเข้าไปสู่เม็ดตะกอนได้ สำหรับธาตุอื่น ๆ ที่พบได้ว่าหลังการทดลองมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ลดลงจากเม็ดตะกอนก่อนเดินระบบ น่าจะเป็นเพราะไม่ได้เติมอาหารเสริมในงานวิจัยนี้ เมื่อสิ้นการทดลองแล้ว จึงทำให้ปริมาณธาตุต่าง ๆ หลุดออกจากเม็ดตะกอนได้ ในเม็ดตะกอนจึงมีเปอร์เซ็นต์ของธาตุต่าง ๆ ลดลง การที่มีธาตุต่าง ๆ หลุดออกจากเม็ดตะกอนนั้นจะเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยต่ำลงเนื่องจากธาตุที่หลุดออกมานั้นได้ถูกพาขึ้นไปและหลุดออกจากถังปฏิกิริยาในที่สุด จากการวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอยจึงพบได้ว่ามีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดที่การทดลองใช้ความเร็วไหลขึ้น 7 ม./ชม.

ตารางที่ 4.36 ประเภทของธาตุในเซลล์แบคทีเรีย (Metcalf และ Eddy, 1991)

Element	Percentage Of Dry Mass	
	Range	Typical
คาร์บอน	45-55	50
ออกซิเจน	16-22	20
ไนโตรเจน	12-16	14
ไฮโดรเจน	7-10	8
ฟอสฟอรัส	2-5	3
ซัลเฟอร์	0.8-1.5	1
โปแทสเซียม	0.8-1.5	1
โซเดียม	0.5-2.0	1
แคลเซียม	0.4-0.7	0.5
แมกนีเซียม	0.4-0.7	0.5
คลอรีน	0.4-0.7	0.5
เหล็ก	0.1-0.4	0.2
อื่น ๆ	0.2-0.5	0.3

เมื่อพิจารณตารางที่ 4.36 จะพบว่าจุลินทรีย์ต้องการอาหารเสริมในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ไม่สามารถขาดได้เนื่องจากมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของเซลล์แบคทีเรีย และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.35 จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุในเซลล์แบคทีเรียที่ตรวจได้จากการทดลองนี้มีเปอร์เซ็นต์มากกว่าตารางที่ 4.36 โดยเฉพาะ แคลเซียม เหล็ก ซัลเฟอร์ และโปแทสเซียม การที่เซลล์แบคทีเรียมีปริมาณธาตุมากพอจึงไม่มีความจำเป็นต้องเติมอาหารเสริมให้กับระบบบิโอดีเอสซี

ในระบบบำบัดน้ำเสียไม่ใช้ออกซิเจนมีความต้องการสารอาหารเสริมในปริมาณต่ำ แต่ก็ขาดไม่ได้ และในน้ำเสียที่ทดลองนี้เป็นน้ำเสียจากแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณอาหารเสริมที่เพียงพอ จึงไม่ต้องเติมสารอาหารเสริมลงไป

นอกจากนี้ยังมีการตกตะกอนรวมตัวกันของธาตุต่าง ๆ ในเม็ดตะกอนทำให้ได้สารประกอบในรูป CaCO_3 เป็นส่วนใหญ่ แล้วยังอยู่ในรูป CaPO_3 นอกจากนี้ก็จะพบธาตุที่ตกตะกอนอยู่ในรูป $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, FeS และ FeCO_3 (Speece, 1996)

Uemura และ Harada (1995) ได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างเม็ดตะกอนจากระบบยูเอเอสบี โดยวิธี Scanning Electron Microscopy X-Ray พบว่าเม็ดตะกอนมีโครงสร้าง 2 ชั้น การตกตะกอนของสารเคมีเกิดขึ้นภายในเม็ดตะกอนด้วยพบว่ามีพันธะของแคลเซียมมากที่สุด ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟอสเฟต เช่นเดียวกับ Gonzalez-Gil และคณะ (2001) ได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างเม็ดตะกอนของระบบอีจีเอสบีพบว่าการตกตะกอนของแคลเซียมอยู่มาก โดยเฉพาะแคลเซียมคาร์บอเนต และ แคลเซียมฟอสเฟต แม้ว่าในถังปฏิกริยาที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมอยู่ต่ำกว่า 200 มก./ล.ก็ตาม แต่ก็ยังมีการตกตะกอนอยู่นั่นเอง นอกจากนี้ยังพบว่ามี เหล็ก ซัลเฟอร์ และ ฟอสฟอรัส อยู่ในเม็ดตะกอนอีก