

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ต
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	5
1.3 ขอบเขตในการศึกษา.....	5
1.4 สมมติฐานของงานวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
2 ปรัชญาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 กระบวนการผลิตกระดาษและการเกิดของเสีย.....	8
2.1.1 กระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ.....	8
2.1.2 การเกิดของเสีย.....	11
2.2 กากตะกอนส่วนเกินในอุตสาหกรรมกระดาษ.....	13
2.3 ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของกากตะกอน.....	15
2.4 พืชและสารยับยั้งการย่อยสลายทางชีวภาพในกากตะกอน.....	18
2.4.1 อีออนประจุบวกโลหะเบา.....	18
2.4.2 โลหะหนัก.....	19
2.5 เทคโนโลยีในการเพิ่มมูลค่าจากกากตะกอนส่วนเกินในอุตสาหกรรมกระดาษ.....	21
2.5.1 การผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas).....	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF).....	31
2.6 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอน.....	33
2.6.1 ระบบชั้นตะกอนจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนแบบไหลขึ้น.....	33
2.6.2 ระบบบ่อกรองไร้ออกซิเจน.....	33
2.6.3 ระบบอีจีเอสบี.....	34
2.6.4 ระบบถังกวนสมบูรณ์แบบต่อเนื่อง.....	35
2.7 การผลิตก๊าซชีวภาพด้วยการย่อยสลายร่วมแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	35
2.8 รูปแบบถังปฏิกรณ์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ.....	40
2.8.1 ระบบหมักแห้งแบบต่อเนื่อง.....	40
2.8.2 ระบบหมักแห้งแบบแบตช์.....	40
2.8.3 กระบวนการลีช-เบด.....	40
2.8.4 การหมักเปียกแบบต่อเนื่อง.....	40
2.8.5 การหมักเปียกแบบหลายขั้นตอน.....	41
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพด้วย ระบบถังกวนสมบูรณ์แบบสองขั้นตอน (Two-stage CSTR).....	41
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 การเก็บข้อมูลเบื้องต้นในโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	46
3.2 การเก็บตัวอย่างกากตะกอนส่วนเกินจากโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	48
3.3 การศึกษาสัดส่วนผสมของกากตะกอนส่วนเกินที่เหมาะสม.....	49
3.3.1 การศึกษาสัดส่วนสารอินทรีย์ (COD fractions).....	51
3.3.2 การศึกษาศักยภาพการเกิดก๊าซมีเทนทางชีวเคมี (BMP Test).....	52
3.4 การเดินระบบ Two-stage CSTR.....	56
3.5 พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์.....	63
3.6 การวิเคราะห์ชุมชนทางจุลินทรีย์.....	64
3.7 ประเมินศักยภาพการขยายขนาดของระบบ Two-stage CSTR.....	64
3.7.1 การวิเคราะห์สมดุลอินทรีย์คาร์บอนและพลังงาน.....	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7.2	สถานการณ์พลังงานหมุนเวียนและตัวชี้วัดการประเมิน.....66
3.7.3	ศักยภาพพลังงานและปัจจัยการแปลง.....68
3.8	การวิเคราะห์เทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์.....69
4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....73
4.1	ลักษณะของกากตะกอนส่วนเกินจากโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....73
4.1.1	อัตราการเกิดกากตะกอนส่วนเกิน.....73
4.1.2	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนส่วนเกิน.....74
4.1.3	ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของกากตะกอนส่วนเกิน.....78
4.2	การศึกษาศักยภาพการเกิดก๊าซมีเทนทางชีวเคมี (BMP Test)82
4.2.1	ผลของสัดส่วนผสมต่อศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ.....82
4.2.2	ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และเสถียรภาพของ BMP test.....86
4.2.3	การประเมินเปรียบเทียบแบบจำลองจลนพลศาสตร์จาก BMP Test.....87
4.2.4	การประยุกต์ใช้ค่าจลนพลศาสตร์จาก BMP Test เพื่อออกแบบระบบ Two-stage CSTR.....91
4.2.5	การเชื่อมโยงผล BMP Test สู่การกำหนดเงื่อนไข การเดินระบบชุดทดลอง Two-stage CSTR.....92
4.3	การเดินระบบต่อเนื่องของชุดทดลอง Two-stage CSTR.....94
4.3.1	การเริ่มเดินระบบ Two-stage CSTR.....94
4.3.2	ประสิทธิภาพระบบ Two-stage CSTR.....95
4.3.3	ผลกระทบของการสะสมกากตะกอนส่วนเกิน ต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ.....97
4.3.4	สมดุลมวลสารระบบ Two-stage CSTR.....102
4.3.5	ผลการวิเคราะห์ชุมชนทางจุลินทรีย์.....106
4.4	การประเมินศักยภาพการขยายขนาดของระบบ Two-stage CSTR.....110
4.4.1	สมดุลมวลอินทรีย์คาร์บอนในระบบบำบัดน้ำเสีย.....110
4.4.2	สมดุลพลังงานของโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....112

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.3 แนวทางการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษรีไซเคิล.....	118
4.4.4 การประเมินด้านเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์.....	124
4.4.5 การพิจารณาการควบคุมมลพิษทางอากาศและ ผลกระทบต่อความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของเชื้อเพลิง RDF.....	127
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	128
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	128
5.1.1 ศักยภาพของระบบย่อยสลายร่วมแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกากตะกอน.....	128
5.1.2 ผลลัพธ์จากการทดลองแบบกะและการเดินระบบ Two-stage CSTR.....	128
5.1.3 บทบาทของชุมชนจุลินทรีย์ในความสำเร็จของระบบ.....	129
5.1.4 ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม.....	129
5.1.5 ข้อเสนอเชิงวิชาการและการประยุกต์ใช้.....	129
5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	130
5.3 ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์สำหรับการประยุกต์ใช้และพัฒนางานวิจัยในอนาคต.....	130
5.3.1 การปรับปรุงการดำเนินงาน.....	130
5.3.2 การบูรณาการระบบแบบไฮบริด.....	131
5.3.3 การจัดการธาตุอาหารและการหมุนเวียนทรัพยากร.....	131
รายการอ้างอิง.....	132
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการศึกษาสัดส่วนผสมกากตะกอนส่วนเกินที่เหมาะสม.....	150
ภาคผนวก ข การติดตั้งระบบ Two-stage CSTR.....	190
ภาคผนวก ค ผลการเดินระบบ Two-stage CSTR.....	195
ภาคผนวก ง ผลของสมดุลมวลในระบบ Two-stage CSTR.....	218
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ชุมชนทางจุลินทรีย์ของระบบ Two-stage CSTR.....	229
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกระดาษรีไซเคิลที่ศึกษา.....	239
ภาคผนวก ช บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างการศึกษา.....	244
ประวัติผู้เขียน.....	276

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	วิธีการผลิตเยื่อกระดาษ.....	10
2.2	วิธีการผลิตกระดาษ.....	11
2.3	ลักษณะของกากตะกอนส่วนเกินในอุตสาหกรรมกระดาษในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
2.4	ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของกากตะกอนส่วนเกินในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.5	ความเข้มข้นที่กระตุ้นและยับยั้งของอออนประจุบวกโลหะเบา.....	18
2.6	อออนประจุบวกโลหะเบาเพิ่มความเป็นพิษและอออนประจุบวกโลหะเบาลดความเป็นพิษ.....	19
2.7	อออนประจุบวกโลหะเบาในกากตะกอนจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ.....	19
2.8	ความเข้มข้นของโลหะหนักที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	20
2.9	โลหะหนักในกากตะกอนจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ.....	20
2.10	สภาวะที่เหมาะสมในการเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ.....	23
2.11	รูปแบบชุดทดลอง BMP Test.....	24
2.12	ศักยภาพในการเกิดก๊าซชีวภาพจากกากตะกอน PS ในอุตสาหกรรมกระดาษ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
2.13	ศักยภาพในการเกิดก๊าซชีวภาพจากกากตะกอน SS ในอุตสาหกรรมกระดาษ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
2.14	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกากตะกอนส่วนเกินจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง.....	32
2.15	การผลิตก๊าซชีวภาพด้วยระบบย่อยสลายร่วมแบบไม่ใช้ออกซิเจนในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
2.16	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ Two-stage CSTR.....	43
3.1	การเก็บข้อมูลเบื้องต้นในโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	46
3.2	พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ลักษณะกากตะกอนส่วนเกิน.....	48
3.3	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเดินระบบแบบกะ.....	49
3.4	องค์ประกอบของสารตั้งต้นใน BMP Test ของกากตะกอนที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ.....	50
3.5	ลักษณะจุลินทรีย์ที่ใช้ใน BMP Test.....	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.6	วิธีการคำนวณ COD Fractions.....51
3.7	ค่าการเดินระบบ Two-stage CSTR.....61
3.8	พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง.....63
4.1	อัตราการเกิดกากตะกอนส่วนเกิน.....74
4.2	ลักษณะกากตะกอนส่วนเกินจากโรงงานกระดาษรีไซเคิลในงานวิจัยนี้.....76
4.3	ลักษณะกากตะกอนหลังการผสมที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ.....77
4.4	COD fractions ของกากตะกอนผสมที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ.....80
4.5	เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนและ ผลการทดลองจากงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง.....85
4.6	ค่าเฉลี่ย TCOD และค่าของแข็ง (TS, TVS) ของกากตะกอนผสมก่อน และหลังการทดสอบ BMP Test.....85
4.7	ค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์จาก BMP Test ที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ.....89
4.8	ค่าการเดินระบบ Two-stage CSTR.....92
4.9	ผลการเดินระบบระบบ Two-stage CSTR.....97
4.10	สมดุลมวลสารอาหารของระบบระบบ Two-stage CSTR.....104
4.11	การแยกเชื้อแบคทีเรีย ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการย้อมแกรม การจำแนกชนิดด้วยเทคนิค MALDI-TOF MS ของระบบ Two-stage CSTR ภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน.....108
4.12	สรุปการใช้พลังงานและการกักเก็บพลังงานภายใต้สถานการณ์ การดำเนินงานต่าง ๆ ของโรงงาน.....116
4.13	การเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างสถานการณ์ที่ 1 (การผลิตเชื้อเพลิงขยะ) และสถานการณ์ที่ 2 (การผลิตก๊าซชีวภาพ).....124
ก.1	ค่า BOD ₂₀ รายวัน ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 1:0.....151
ก.2	ค่า BOD ₂₀ รายวัน ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 3:1.....155
ก.3	ค่า BOD ₂₀ รายวัน ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 1:1.....159
ก.4	ค่า BOD ₂₀ รายวัน ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 1:3.....163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก.5	ค่า BOD ₂₀ รายวัน ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 0:1.....	167
ก.6	ผลการวัดปริมาตรก๊าซในแต่ละวันของ BMP Test ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 1:0 และ 3:1.....	171
ก.7	ผลการวัดปริมาตรก๊าซในแต่ละวันของ BMP Test ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 1:1 และ 1:3.....	173
ก.8	ผลการวัดปริมาตรก๊าซในแต่ละวันของ BMP Test ของสัดส่วนผสมกากตะกอน PS:SS ที่ 0:1 และ Blank.....	175
ก.9	ค่า COD และของแข็งของกากตะกอนผสมที่สัดส่วนต่าง ๆ ก่อนและหลังการทดลอง BMP Test.....	177
ก.10	ค่า pH Alkalinity และVFA ของกากตะกอนผสมที่สัดส่วนต่าง ๆ ก่อนและหลังการทดลอง BMP Test.....	178
ก.11	ผลผลิตก๊าซชีวภาพการทำนายด้วยโปรแกรม SPSS ที่แบบจำลองทางจลนพลศาสตร์ Modified Gompertz.....	180
ก.12	ผลผลิตก๊าซชีวภาพการทำนายด้วยโปรแกรม SPSS ที่แบบจำลองทางจลนพลศาสตร์ Modified Logistic.....	183
ก.13	ผลผลิตก๊าซชีวภาพการทำนายด้วยโปรแกรม SPSS ที่แบบจำลองทางจลนพลศาสตร์ Pseudo First-order.....	186
ข.1	ค่าการเดินระบบ Two-stage CSTR.....	191
ข.2	รายละเอียดอุปกรณ์ชุดทดลองระบบ Two-stage CSTR.....	194
ค.1	ผลการเกิดก๊าซชีวภาพของระบบ Two-stage CSTR.....	196
ค.2	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า TVS ของระบบ Two-stage CSTR.....	199
ค.3	ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบ Two-stage CSTR.....	203
ค.4	ค่า pH ของระบบ Two-stage CSTR.....	208
ค.5	ค่า VFA และ Alkalinity ของระบบ Two-stage CSTR.....	210
ค.6	ค่า TKN ของระบบ Two-stage CSTR.....	213
ค.7	ค่า F/M ratio ของระบบ Two-stage CSTR.....	215

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.8	ค่า Yield biogas ของระบบ Two-stage CSTR.....	216
ง.1	ปริมาณคาร์บอนที่จุดต่าง ๆ ของระบบ Two-stage CSTR.....	219
ง.2	ปริมาณไนโตรเจนที่จุดต่าง ๆ ของระบบ Two-stage CSTR.....	223
ง.3	ปริมาณฟอสฟอรัสที่จุดต่าง ๆ ของระบบ Two-stage CSTR.....	227
จ.1	ลักษณะโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อและลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์...	230
จ.2	ผลการระบุสายพันธุ์จุลินทรีย์.....	234

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ภาพรวมของอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ.....	9
2.2	แหล่งกำเนิดกากตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมกระดาษ.....	13
2.3	สัดส่วนซีโอดีของกากตะกอน.....	16
2.4	เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนที่นิยม.....	34
3.1	ขั้นตอนการศึกษา.....	45
3.2	แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียและแหล่งกำเนิดกากตะกอนส่วนเกิน.....	47
3.3	การติดตั้งชุดทดลอง BMP Test.....	53
3.4	Modified Gompertz Model.....	54
3.5	แผนภาพ P&I (Piping and Instrumentation Diagram) ของระบบ Two-stage CSTR.....	57
3.6	แบบหน้าตัดถัง CSTR 1 ของระบบ Two-stage CSTR.....	58
3.7	แบบหน้าตัดถัง CSTR 2 ของระบบ Two-stage CSTR.....	59
3.8	การติดตั้งชุดทดลองระบบ Two-stage CSTR.....	60
3.9	ขอบเขตระบบของสถานการณ์การผลิตเชื้อเพลิงจากกากตะกอนส่วนเกิน ที่เกิดขึ้นในโรงงานผลิตกระดาษรีไซเคิล.....	67
4.1	การเปลี่ยนแปลงค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 20 วัน (BOD_{20}) ของกากตะกอนผสมที่สัดส่วนผสมต่างๆ.....	79
4.2	สัดส่วนซีโอดีในกากตะกอนผสมอัตราส่วนต่าง ๆ.....	82
4.3	ผลผลิตก๊าซมีเทนสะสมจาก BMP Test.....	84
4.4	ผลผลิตมีเทนสะสมของกากตะกอนผสมที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ ที่ทำนายด้วยโปรแกรม SPSS.....	88
4.5	สมดุลอัตราการไหลของการเดินระบบของชุดทดลอง Two-stage CSTR.....	93
4.6	ค่าความเสถียรของระบบ Two-stage CSTR ตลอดระยะเวลาการทดลอง.....	99
4.7	ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ของระบบ Two-stage CSTR.....	100
4.8	ค่าพารามิเตอร์ด้านสารอาหารในระบบ Two-stage CSTR.....	101
4.9	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ Two-stage CSTR.....	102

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.10	แผนภาพสมดุลมวลสารอาหารคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของระบบ Two-stage CSTR.....	105
4.11	ความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากระบบ Two-stage CSTR ภายใต้สภาวะเติมเมทานอล โดยใช้เทคนิค MALDI-TOF MS.....	107
4.12	แผนภาพสมดุลของค่า TVS ในระบบบำบัดน้ำเสีย.....	111
4.13	แผนภาพสมดุลของค่า TVS ในระบบบำบัดน้ำเสีย.....	111
4.14	แผนภาพการไหลของพลังงานในโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	113
4.15	แผนภาพสมดุลพลังงานในโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	114
4.16	แผนภาพสมดุลพลังงานระหว่างสถานการณ์ที่ 1 (การผลิตเชื้อเพลิงขยะ) และสถานการณ์ที่ 2 (การผลิตก๊าซชีวภาพ).....	120
4.17	แผนภาพสมดุลพลังงานในโรงงานกระดาษรีไซเคิลในสถานการณ์ที่ 1.....	121
4.18	แผนภาพสมดุลพลังงานในโรงงานกระดาษรีไซเคิลในสถานการณ์ที่ 2.....	122
ก.1	การวิเคราะห์ BOD ₂₀ โดยเครื่อง Oxitop.....	189
ก.2	ชุดทดลอง BMP Test.....	189
จ.1	Mass Spectrum แต่ละตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 28°C และมีการเติม Methanol 1%.....	235
จ.2	Mass Spectrum แต่ละตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 35°C.....	236
จ.3	Mass Spectrum แต่ละตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 35°C และมีการเติม Methanol 1%-1.....	237
จ.4	Mass Spectrum แต่ละตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 35°C และมีการเติม Methanol 1%-2.....	238
ฉ.1	แผนผังการไหลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานกระดาษรีไซเคิล.....	243

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AD	=	Anaerobic Digestion (กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน)
AnCoD	=	Anaerobic Co-digestion (ระบบย่อยสลายร่วมแบบไม่ใช้ออกซิเจน)
AS	=	Activated Sludge (ระบบตะกอนเร่ง หรือระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์)
BCOD	=	Biodegradable Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
BMP	=	Biochemical Methane Potential (ศักยภาพการเกิดก๊าซมีเทนทางชีวเคมี)
BPCOD	=	Biodegradable Particulate Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่เป็นอนุภาคและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
BSCOD	=	Biodegradable Soluble Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่ละลายน้ำและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
C	=	Carbon (คาร์บอน)
Ca	=	Calcium (แคลเซียม)
CaCO ₃	=	Calcium Carbonate (แคลเซียมคาร์บอเนต)
CH ₄	=	Methane Gas (ก๊าซมีเทน)
C/N ratio	=	Carbon-to-Nitrogen ratio (อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน)
CO ₂	=	Carbon Dioxide (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

DAF	=	Dissolved Air Flotation (กระบวนการบำบัดขั้นต้นด้วยวิธีการลอย)
F/M ratio	=	Food-to-Microorganism ratio (อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์)
H ₂ S	=	Hydrogen Sulfide (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์)
HRT	=	Hydraulic Retention Time (ระยะเวลาที่กักเก็บ)
IRR	=	Internal Rate of Return (อัตราผลตอบแทนภายใน)
N	=	Nitrogen (ไนโตรเจน)
NPV	=	Net Present Value (มูลค่าปัจจุบันสุทธิ)
OLR	=	Organic Loading Rate (อัตราภาระบรรทุกทุกสารอินทรีย์)
P	=	Phosphorus (ฟอสฟอรัส)
PBP	=	Payback Period (ระยะเวลาคืนทุน)
pH	=	Potential of Hydrogen (ความเป็นกรด-ด่าง: พีเอช)
PS	=	Primary Sludge (กากตะกอนปฐมภูมิ)
SBOD	=	Soluble Biochemical Oxygen Demand (ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีที่ละลายน้ำ: บีโอดีละลายน้ำ)
SCOD	=	Soluble Chemical Oxygen Demand (ความต้องการออกซิเจนทางเคมีที่ละลายน้ำ: ซีโอดีละลายน้ำ)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

SRT	=	Solids Retention Time (อายุตะกอน)
SS	=	Secondary Sludge (กากตะกอนทุติยภูมิ)
TBOD	=	Total Biochemical Oxygen Demand (ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีทั้งหมด: บีโอดีทั้งหมด)
TCOD	=	Total Chemical Oxygen Demand (ความต้องการออกซิเจนทางเคมีทั้งหมด: ซีโอดีทั้งหมด)
TDS	=	Total Dissolved Solids (ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด)
TKN	=	Total Kjeldahl Nitrogen (ไนโตรเจนเจลดาล์ทั้งหมด: ทีเคเอ็น)
TS	=	Total Solids (ของแข็งทั้งหมด)
TSS	=	Total Suspended Solids (ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด)
TVS	=	Total Volatile Solids (ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด)
Two-stage CSTR	=	Two-stage Continuous Stirred Tank Reactor (ระบบถังกวนสมบูรณ์แบบสองขั้นตอน)
UCOD	=	Unbiodegradable Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
UPCOD	=	Unbiodegradable Particulate Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่เป็นอนุภาคและไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
USCOD	=	Unbiodegradable Soluble Chemical Oxygen Demand (ค่าซีโอดีที่ละลายน้ำและไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ)
V	=	Volume (ปริมาตร)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

VDS	=	Volatile Dissolved Solids (ของแข็งละลายน้ำระเหยง่าย)
VFA	=	Volatile Fatty Acids (กรดไขมันระเหยง่าย)
VSS	=	Volatile Suspended Solids (ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย)