สารบัญ

หน้า

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 เรื่อง จุลินทรีย์ในกระบวนการทางชีวภาพ 1

1.1 ลักษณะการดำรงอยู่ของจุลินทรีย์ 1

1.2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคาร์บอนด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 2

1.3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับไนโตรเจนด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 10

1.4. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับฟอสฟอรัสด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 18

1.5. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกำมะถันด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 20

1.6 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารประกอบของเหล็กด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 24

บทที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบและการวิเคราะห์ของเสีย 25

2.1 การตรวจสอบและการวิเคราะห์ของเสีย 25

2.2 การวิเคราะห์ทางชีวภาพ 25

2.3 การวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ 26

2.4 การวิเคราะห์ทางเคมี 27

บทที่ 3 เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย 41

3.1. แหล่งกำเนิดน้ำเสีย 41

3.2 ผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อสิ่งแวดล้อม 42

3.3 การบำบัดน้ำเสีย 43

3.4 หลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม 44

3.5 การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ 45

บทที่ 4 เรื่อง จลนพลศาสตร์ในระบบบำบัดน้ำเสีย 69

4.1 จลนพลศาสตร์การเจริญของจุลินทรีย์ 69

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอาหารกับอัตราการเจริญจำเพาะ 70

4.3 อัตราการใช้สารอาหารของจุลินทรีย์ 71

4.4 จลนพลศาสตร์ของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย 72

		หน้า
บทที่ 5	**เรื่อง การบำบัดมูลฝอย**	115
5.1.	ประเภทของมูลฝอย	115
5.2.	มูลฝอยชุมชน	116
5.3	มูลฝอยติดเชื้อ	127
5.4	มูลฝอยอันตราย	129
5.5	มูลฝอยจากห้องปฏิบัติการ	132
บทที่ 6	**เรื่อง มลพิษทางอากาศ**	137
6.1	แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ	137
6.2	ลักษณะของมลพิษที่มีในอากาศ	137
6.3	แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์	138
6.4	ออกไซด์ของซัลเฟอร์	140
6.5	ออกไซด์ของไนโตรเจน	145
6.6	ฝุ่นละออง	146
6.7	ควันขาว	154
6.9	โอโซน	154
6.10	ไฮโดรคาร์บอน	156
6.11	สารตะกั่ว	156
6.12	คลอโรฟลูออโรคาร์บอน	157
บทที่ 7	**เรื่อง กลไกในกระบวนการทางชีวภาพต่อการบำบัดสาร**	159
7.1	กลไกการดูดซับทางชีวภาพ	159
7.2	สมดุลมวลสารที่เกิดขึ้นในการดูดซับทางชีวภาพ	160
7.3	แบบจำลองที่ใช้แสดงการดูดซับทางชีวภาพ	162
7.4	ประสิทธิภาพของเซลล์ดูดซับ	166
7.5	เอนไซม์กับกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาร	168
7.6	สารเคมีทางการเกษตร	177
7.7	สีสังเคราะห์	182

ภาคผนวก 185
ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน 185
ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 9 (พ.ศ 2538) เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสาร เจือปนในอากาศ ที่ระบายออกจากโรงงาน 189
ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ 2536) เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสาร เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน 190
ประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องมาตรฐานควบคุมการ ระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิด ประเภทอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม 193
กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ 2535) ตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน 197
กฎกระทรวง ฉบับที่ 11 (พ.ศ 2539) ตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน 204
ประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่อง ประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรมและนิคม อุตสาหกรรม ที่จัดเป็นแหล่งกำเนิด 206
ประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่อง ประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งให้มีค่ามาตรฐานแตกต่างจากค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ 207
ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบาย ออกจากโรงงาน (เพิ่มเติม) 209
ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้ มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ 210
ประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่อง มาตรฐานเพื่อควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร 213
บรรณานุกรม 215

สารบัญรูป

		หน้า
บทที่ 1	**เรื่อง จุลินทรีย์ในกระบวนการทางชีวภาพ**	**1**
รูปที่ 1.1	แสดงวัฏจักรของคาร์บอน	3
รูปที่ 1.2	แสดงสารที่เป็นองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลส	5
รูปที่ 1.3	แสดงโครงสร้างของลิกนิน	6
รูปที่ 1.4	แสดงการย่อยสลายของลิกนินโดยจุลินทรีย์	6
รูปที่ 1.5	แสดงโครงสร้างของแป้ง	7
รูปที่ 1.6	แสดงโครงสร้างของอินนูลิน	7
รูปที่ 1.7	แสดงโครงสร้างของไคติน	8
รูปที่ 1.8	แสดงการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสายของไคติน	9
รูปที่ 1.9	แสดงโครงสร้างของเพคติน	9
รูปที่ 1.10	แสดงวัฏจักรของไนโตรเจน	16
รูปที่ 1.11	แสดงโครงสร้างของกรดไฟติก	19
รูปที่ 1.12	แสดงวัฏจักรของกำมะถัน	22
บทที่ 2	**เรื่อง การตรวจสอบและการวิเคราะห์ของเสีย**	**25**
รูปที่ 2.1	แสดงการทำงานของเครื่องออกซิเจนมิเตอร์	30
รูปที่ 2.2	แสดงขวดที่ใช้วัดบีโอดี	30
รูปที่ 2.3	แสดงการวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอย	31
รูปที่ 2.4	แสดงลักษณะของกรวยอิมฮอฟฟ์	32
รูปที่ 2.5	แสดงการกลั่นตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน	34
รูปที่ 2.6	แสดงวิธีการสกัดด้วยซอกฮ์เลต	37
รูปที่ 2.7	แสดงการทำงานของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี	39

หน้า

บทที่ 3 เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย 41

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะการทำงานระบบบ่อผึ่ง 48

รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของคลองวนเวียน 48

รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของระบบเอเอส 50

รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของระบบโปรยกรอง 51

รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของระบบจานหมุนชีวภาพ 52

รูปที่ 3.6 แสดงถังตกตะกอนแบบทรงกลม 56

รูปที่ 3.7 แสดงถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม 56

รูปที่ 3.8 แสดงประเภทของถังตกตะกอนแบบแผ่น 56

รูปที่ 3.9 แสดงการทำให้สลัดจ์แห้งโดยการหมุนเหวี่ยงแบบ Solid bowl decanter 61

รูปที่ 3.10 แสดงการทำให้สลัดจ์แห้ง โดยผ่านสายพานกรอง (Belt Filter) 61

บทที่ 4 เรื่อง จลนพลศาสตร์ในระบบบำบัดน้ำเสีย 69

รูปที่ 4.1 แสดงการบำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่องในถังปฏิกิริยาแบบกวนที่ไม่มีการไหลป้อนกลับ 79

รูปที่ 4.2 แสดงถังปฏิกิริยาแบบกวนที่มีการไหลป้อนกลับบางส่วนของตะกอนจากถังตกตะกอน 87

รูปที่ 4.3 แสดงถังปฏิกิริยาแบบกวนที่มีการไหลป้อนกลับของตะกอนจากถังตกตะกอน โดยมีการทิ้งส่วนของเซลล์บางส่วนออกจากถังปฏิกิริยา 98

รูปที่ 4.4 แสดงการบำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่อง ในถังปฏิกริยาแบบฟลักโฟล 102

รูปที่ 4.5 แสดงการบำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่องแบบอนุกรมที่ไม่มีการป้อนไหลกลับ 107

รูปที่ 4.6 แสดงการบำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่องแบบอนุกรมที่มีการป้อนไหลกลับ 107

บทที่ 6 เรื่อง มลพิษทางอากาศ 137

รูปที่ 6.1 แสดงผลของการได้รับปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ 139

รูปที่ 6.2 แสดงประสิทธิภาพของการกำจัดฝุ่นละอองจากวิธีต่างๆ 148

รูปที่ 6.3 แสดงการแยกฝุ่นละออง โดยวิธีไซโคลน 149

หน้า

รูปที่ 6.4 แสดงวิธีการกำจัดฝุ่นละออง โดยวิธีสัมผัสแบบเปียก 150

รูปที่ 6.5 แสดงการกำจัดฝุ่นละออง โดยวิธีการกรอง 151

รูปที่ 6.6 แสดงวิธีการกำจัดฝุ่นละออง โดยการใช้ไฟฟ้าสถิตย์ 152

รูปที่ 6.7 แสดงการดูดซับแก๊สบนของแข็ง 153

รูปที่ 6.8 แสดงการเผา 153

รูปที่ 6.9 แสดงลักษณะของชั้นบรรยากาศ 154

บทที่ 7 เรื่อง กลไกในกระบวนการทางชีวภาพต่อการบำบัดสาร 159

รูปที่ 7.1 ขั้นตอนโดยทั่วไปของการดูดซับ 161

รูปที่ 7.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q กับ C_f 162

รูปที่ 7.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 1/q กับ $1/C_f$ 163

รูปที่ 7.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง log q กับ log (C_f) 164

รูปที่ 7.5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $C_f / (C_s - C_f)$ q กับ (C_f / C_s) 165

รูปที่ 7.6 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับระหว่างเซลล์ดูดซับ A กับเซลล์ดูดซับ B ที่ความเข้มข้นต่ำๆ 166

รูปที่ 7.7 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับระหว่างเซลล์ดูดซับ A กับเซลล์ดูดซับ B ที่ความเข้มข้นสูงๆ 167

รูปที่ 7.8 แสดงสัมประสิทธิ์ของ b ในสมการ Langmuir 167

รูปที่ 7.9 แสดงการทำงานของเอนไซม์ในระบบ cytochrome P_{450} และระบบ rubredoxin ในกระบวนการเปลี่ยนนอร์มัลอัลเคนเป็นแอลกอฮอล์ 169

รูปที่ 7.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของนอร์มัลอัลเคน โดยกระบวนการทางชีวภาพ 169

รูปที่ 7.11 แสดงกระบวนการย่อยสลายนอร์มัลอัลเคนในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน 170

รูปที่ 7.12 แสดงการสลายตัวของไซโคลเฮกเซน โดยกระบวนการทางชีวภาพ 170

รูปที่ 7.13 แสดงกระบวนการสลายตัวของเบนซิน โดยการทำงานของเอนไซม์เบนซินไดออกซิจิเนส 171

รูปที่ 7.14 แสดงการย่อยสลายของเบนซินเป็น catechol 171

รูปที่ 7.15 แสดงการย่อยสลายของ catechol โดยกระบวนการทางชีวภาพ 172

หน้า

รูปที่ 7.16 แสดงการสลายเบนโซเอทในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยเชื้อ *Moraxella* spp 173

รูปที่ 7.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของแนพทาลีน โดยกระบวนการทางชีวภาพ 174

รูปที่ 7.18 แสดงการย่อยสลายอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในสภาวะที่มีออกซิเจน 174

รูปที่ 7.19 แสดงการสลาย 4-chlorobenzoate โดย ก) วิธีทาง ortho ข) วิธีทาง meta 176

รูปที่ 7.20 แสดงการย่อยสลายของสารประกอบคลอรีนเนตอะโรมาติกให้เป็น chlorocatechols และ methylmaleylacetate 176

รูปที่ 7.21 แสดงการสลายสาร 4-คลอโรไบฟีนิล โดย *Acinetobacter* spp. และการสลายตัวของ 4- คลอโรเบนโซเอท โดย *Pseudomonas putida* 177

รูปที่ 7.22 แสดงโครงสร้างของสารเคมีทางการเกษตร 179

รูปที่ 7.23 แสดงการย่อยสลาย 2-4 D 182

รูปที่ 7.24 แสดงโครงสร้างของสีสังเคราะห์ต่างๆ 183

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	แสดงลักษณะของกลิ่นของสารต่างๆที่เกิดในระบบบำบัดน้ำเสีย	42
ตารางที่ 3.2	แสดงสัดส่วนของส่วนใสที่ขึ้นกับรูปร่างและทิศทางการไหลของถังตกตะกอน	58
ตารางที่ 7.1	แสดงลักษณะการเปลี่ยนสารประกอบที่มีฮาโลเจน โดยกระบวนการทางชีวภาพ	175