

ดินพื้นบ่อ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

และการจัดการ

สุวณิษ เวียนาค



ดินพินบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการ

ดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการ

สุวณิช ชัยนาค

 **สำนักพิมพ์**
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2567

550.-

สุวณิข ชัยนาค

ดินพินบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการจัดการ / สุวณิข ชัยนาค.

1. ดินบ่อ. 2. การเพาะเลี้ยงในบ่อ. 3. การเพาะเลี้ยงในน้ำ.

631.4

ISBN (e-Book) 978-616-619-493-7

Q55/13/2567



asskunคำวิชาการสู่สังคม
Knowledge to All
www.cupress.chula.ac.th

หนังสือเล่มนี้ผ่านการตรวจคุณภาพวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวณิข ชัยนาค

สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567 [CUP6704-141]

บรรณาธิการอำนวยการ : ศาสตราจารย์ ดร.อรรณู หาญสืบสาย นางอรทัย นันทนาดิษฐ์

กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ : ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ปิยนถ บุนนาค

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ชิษณุ พันธุ์เจริญ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์

ผู้ประสานงาน : วาสนา ขำเซ็น

พิสูจน์อักษร : บุศรินทร์ สรวัตร

ออกแบบปกและรูปเล่ม : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สั่งซื้อได้ที่ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<http://www.chulabook.com>

โทร. 08-6323-3703-4

customer@cubook.chula.ac.th, info@cubook.chula.ac.th

Apps: CU-eBook Store

คำนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดิน มีปัจจัยหลักที่จะต้องพิจารณาอยู่หลายประการ ลักษณะและสมบัติของดินพื้นบ่อเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทนี้ การเข้าใจความรู้พื้นฐานทางดินและการจัดการดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ถูกต้องจะช่วยทั้งด้านการผลิตและความยั่งยืนของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ประเทศไทยยังขาดแคลนหนังสือหรือตำราด้านดินพื้นบ่อและการจัดการดินพื้นบ่อ ผู้เขียนได้จัดทำหนังสือเล่มนี้ขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนรายวิชา เทคโนโลยีการจัดการดินพื้นบ่อ (2606373) และรายวิชา คุณภาพน้ำและการจัดการ (2606253) สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เนื่องจากการคุณภาพดินส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำหลายด้าน การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นบ่อดินจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางด้านปฐพีวิทยาและการประยุกต์ใช้ในสภาพน้ำขัง จึงจะสามารถจัดการคุณภาพดินได้ถูกต้อง และส่งผลต่อเนื่องต่อคุณภาพน้ำในบ่อตามมา

หนังสือเล่มนี้ยังมีประโยชน์ต่อเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดิน นักวิชาการประมงนิสิตนักศึกษาสาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ รวมถึงผู้ที่สนใจทั่วไป สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการดินพื้นบ่อที่ถูกต้อง สร้างความยั่งยืนของอาชีพและทรัพยากรได้ อย่างไรก็ตามข้อบกพร่องหรือข้อเสนอแนะเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการปรับปรุงคุณภาพของหนังสือต่อไป ผู้เขียนยินดีรับฟังและขอขอบคุณทุกความอนุเคราะห์นั้นล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

หนังสือเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ผู้เขียนขอขอบคุณทุกหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวที่เข้าใจ และสนับสนุนมาตลอด

สุวณิช ชัยนาค

คำนำ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1 บทนำ	1
บรรณานุกรม	9
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางดิน (Fundamental of Soil Science)	11
2.1 นิยามและความสำคัญของดิน	12
2.2 การเกิดดิน	13
2.3 ส่วนประกอบของดินและหน้าตัดดิน	15
2.3.1 ส่วนประกอบของดิน	16
2.3.2 หน้าตัดดิน	16
2.4 คอลลอยด์ดินและแร่ดินเหนียว	19
2.4.1 สมบัติทั่วไปของคอลลอยด์ดิน (ดินเหนียวซิลิเกตและฮิวมัส)	20
2.4.2 ประเภทของคอลลอยด์ดิน	22
2.4.3 ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานชั้นดินเหนียวซิลิเกต	23
2.4.4 การจัดเรียงโครงสร้างดินเหนียวซิลิเกต	24
2.5 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	28
2.5.1 เนื้อดิน	28
2.5.2 โครงสร้างของดิน	30
2.5.3 ความหนาแน่นของดิน	32
2.5.4 ความพรุนของดิน	33
2.5.5 สภาพให้ซึมผ่านได้ของดิน	33
2.5.6 สีของดิน	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 สมบัติทางเคมีของดิน	45
2.6.1 ความเป็นกรด-ด่างดิน หรือปฏิกิริยาดิน	46
2.6.2 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	47
2.6.3 ความเค็มของดิน/ค่าสภาพการนำไฟฟ้า	47
2.7 ประเภทของดิน	48
2.8 ประเภทของดินน้ำขัง	50
2.8.1 ดินอินทรีย์	50
2.8.2 ดินแร่	50
2.9 สรุป	51
บรรณานุกรม	54
บทที่ 3 ปฏิกิริยาและกระบวนการในดินน้ำขัง (Reaction and Process in Submerged Soil)	55
3.1 กลไกการเปลี่ยนแปลงจากดินแห้งเป็นดินน้ำขัง	55
3.2 ปฏิกิริยาและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในดินน้ำขัง	57
3.2.1 ปฏิกิริยา	57
3.2.2 กระบวนการ	62
3.3 ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนสภาพจากดินแห้งเป็นดินน้ำขัง	69
3.4 สรุป	72
บรรณานุกรม	73
บทที่ 4 การเคลื่อนย้ายและแลกเปลี่ยนสารระหว่างดิน น้ำ และอากาศ (Substance Transfer and Exchange at Air-Water-Soil Interface)	75
4.1 การเคลื่อนย้ายและแลกเปลี่ยนมวลน้ำ สารละลาย และก๊าซ ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	76
4.1.1 การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างผิวน้ำกับชั้นบรรยากาศ	76
4.1.2 การเคลื่อนที่และหมุนเวียนของน้ำและสารละลายในบ่อ	77
4.1.3 การเคลื่อนย้ายและแลกเปลี่ยนสารระหว่างดินพื้นบ่อกับน้ำในบ่อ	79
4.1.4 การเคลื่อนย้ายสารในดินพื้นบ่อ	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนสารระหว่างดินพื้นบ่อกับน้ำที่สำคัญ	83
4.2.1 การสะเทินกรดในดิน	83
4.2.2 พลวัตฟอสฟอรัส การดูดซับ ปลดปล่อย และส่วนของฟอสฟอรัส ในดินและบริเวณรอยต่อระหว่างดินกับน้ำ	84
4.2.3 ไนโตรเจนอนินทรีย์	85
4.2.4 การดูดซับทองแดง	86
4.3 สรุป	87
บรรณานุกรม	89
บทที่ 5 ธาตุอาหารในบ่อดิน (Nutrient in Earthen Pond)	91
5.1 กลุ่มธาตุอาหารมหัพภาคหรือมหธาตุ	93
5.1.1 ธาตุอาหารหลัก	93
5.1.2 ธาตุอาหารรอง	97
5.2 กลุ่มธาตุอาหารจุลภาคหรือกลุ่มจุลธาตุ	101
5.2.1 กลุ่มจุลธาตุประจวบ	101
5.2.2 กลุ่มจุลธาตุประจุลบ	106
5.3 สรุป	109
บรรณานุกรม	110
บทที่ 6 สารอินทรีย์ในดินพื้นบ่อและกระบวนการเปลี่ยนแปลง (Organic Matter and Process in Pond Bottom Soil)	113
6.1 แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในบ่อ	114
6.2 สารอินทรีย์ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	115
6.3 ปริมาณสารอินทรีย์กับการผลิตสัตว์น้ำ	116
6.4 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในดินน้ำขัง	116
6.4.1 วัฏจักรคาร์บอนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	116
6.4.2 วัฏจักรไนโตรเจนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	120
6.4.3 วัฏจักรฟอสฟอรัสในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	123
6.4.4 วัฏจักรกำมะถันในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	125

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.5 สรุป	129
บรรณานุกรม	131
บทที่ 7 ดินพื้นบ่อกับการผลิตสัตว์น้ำ (Pond Bottom Soil and Aquatic Production)	133
7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดินพื้นบ่อกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	133
7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดินและแบคทีเรียในดินกับการเกิดโรคในสัตว์น้ำ	135
7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุบ่อกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมในบ่อ	136
7.4 สรุป	141
บรรณานุกรม	143
บทที่ 8 ดินพื้นบ่อและตะกอนดิน (Pond Bottom Soil and Sediment)	145
8.1 ลักษณะดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	146
8.2 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีดินพื้นบ่อ	150
8.3 สมบัติและองค์ประกอบทางฟิสิกส์ดินพื้นบ่อ	156
8.4 สมบัติและองค์ประกอบทางชีวภาพดินพื้นบ่อ	158
8.5 ตะกอนพื้นบ่อ	159
8.6 สรุป	160
บรรณานุกรม	162
บทที่ 9 การจัดการดินพื้นบ่อเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Pond Bottom Soil Management for Aquaculture)	165
9.1 การกักเซาะคันบ่อและการตกตะกอนภายในบ่อ	166
9.2 การลดปริมาณสารอินทรีย์สะสมในดินพื้นบ่อ	167
9.2.1 การคำนวณอาหารที่ถูกต้อง	167
9.2.2 การเลี้ยงระบบ Biofloc technology	168
9.2.3 การใช้อาหารประสิทธิภาพสูง	169
9.3 การจัดการธาตุอาหารในดิน	170
9.4 การจัดการดินพื้นบ่อระหว่างการเลี้ยง	171
9.4.1 ระบบระบายของเสียกลางบ่อ	171
9.4.2 การใช้ตัวออกซิไดส์ควบคุมสภาพดินพื้นบ่อ	172

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
9.5 การจัดการดินพื้นบ่อหลังการเลี้ยง	173
9.6 สรุป	177
บรรณานุกรม	179
บทที่ 10 มลพิษดินพื้นบ่อ (Bottom Soil Pollution)	183
10.1 ประเภทมลพิษดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	184
10.1.1 โลหะหนัก	184
10.1.2 สารกำจัดศัตรูพืช	187
10.1.3 ยาปฏิชีวนะ	188
10.2 ห่วงโซ่อาหารกับสารมลพิษ	189
10.3 การบำบัดดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนสารมลพิษ	190
10.4 สรุป	191
บรรณานุกรม	193
บทที่ 11 ดินที่ไม่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการแก้ไข (Undesirable Soil for Aquaculture and Remedy)	195
11.1 ลักษณะสถานที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	196
11.2 ลักษณะดินที่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างบ่อดิน	197
11.3 เกณฑ์การพิจารณาพื้นที่สำหรับสร้างบ่อดิน	198
11.4 การปรับปรุงสมบัติของดินเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	201
11.4.1 ดินเปรี้ยวจัด	201
11.4.2 ดินลูกรัง	204
11.4.3 ดินอินทรีย์	206
11.4.4 ดินทราย	209
11.5 สรุป	210
บรรณานุกรม	211

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 12 การวิเคราะห์ดินพื้นบ่อ (Pond Bottom Soil Analysis)	213
12.1 การเก็บตัวอย่างดินพื้นบ่อ	213
12.2 การเตรียมตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์	216
12.3 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	217
12.3.1 อุณหภูมิและประเภทเนื้อดิน	217
12.3.2 อินทรีย์วัตถุในดิน	223
12.3.3 ความต้องการออกซิเจนของดินตะกอน	226
12.3.4 pH ดินและความต้องการปูนของดิน	228
12.3.5 สารประกอบไนโตรเจนในดินพื้นบ่อ	235
12.3.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	250
12.3.7 โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	252
12.3.8 เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดิน	256
12.3.9 คาร์บอน คาร์บอนอินทรีย์ ไฮโดรเจน และกำมะถันทั้งหมดในดิน	260
บรรณานุกรม	262
ดัชนี	265
ประวัติผู้เขียน	269

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะของชั้นดินตามระดับความลึก (ดินอาจมีชั้นต่าง ๆ ไม่ครบตามที่แสดงในตาราง)	17
2.2	การแบ่งขนาดของดินและหินตามระบบการจำแนกของ USDA	28
2.3	ลักษณะดินที่จำแนกตามอันดับ (order) ตามระบบของ U.S. Department of Agriculture สหรัฐอเมริกา	49
3.1	ปฏิกิริยาทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างดินและน้ำ (soil-water interface)	59
3.2	รูปที่มีอากาศ (oxidized form) และขาดอากาศ (reduced form) ของธาตุบางตัวในดิน และค่าศักย์รีดอกซ์ (redox potential, Eh) ที่มีการเปลี่ยนรูปในดินที่ pH 6.5	71
8.1	การแบ่งกลุ่มระดับสมบัติทางเคมีของดินพื้นบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืด จำนวน 358 บ่อ	151
8.2	การแบ่งกลุ่มระดับสมบัติทางเคมีของดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำกร่อย จำนวน 346 บ่อ	152
8.3	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สมบัติทางเคมีดินพื้นบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืด 358 บ่อ บ่อเลี้ยงกุ้งน้ำกร่อย 346 บ่อ บ่อเลี้ยงกุ้งน้ำกร่อย ประเทศ Ecuador 74 บ่อ และบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ในเขต 3 จังหวัดอันดามัน (พังงา ภูเก็ต และกระบี่) 30 บ่อ (ค่าดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร)	153
8.4	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมี ดินพื้นบ่อปลาตก 42 บ่อ บ่อกึ่งก้ามกราม 40 บ่อ และบ่อปลาตะเพียน 18 บ่อ (เก็บตัวอย่างดินชั้น S (sediment layer)) เปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลในเขตจังหวัดอันดามัน (ภูเก็ต พังงา และกระบี่) จำนวน 30 บ่อ (เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร)	154
11.1	ระดับข้อจำกัดดินและพื้นที่ สำหรับบ่อเลี้ยงปลาแบบขุดลึกจากระดับดินเดิม หรือบ่อขุด (excavated fish pond) ดินที่ขุดจะนำมาทำเป็นคันบ่อ	199

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11.2	ระดับข้อจำกัดดินและพื้นที่ สำหรับสร้างบ่อแบบ Fish pond embankment : ไม่ขุดดินเดิมเพียงนำดินจากบริเวณข้างเคียงมาสร้างเป็นคันบ่อ, Dike : สร้างคันบ่อด้านเดียวหรือหลายด้านเหนือระดับดินเดิมสำหรับกักเก็บน้ำ และ Levee : ขุดดินทำคันล้อมรอบบริเวณที่จะกักขังน้ำ การขุดดินจะไม่ลึกเท่ากับ บ่อขุด (excavated pond)	200
11.3	ตัวอย่างการประเมินพื้นที่และสมบัติดิน สำหรับสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	201
12.1	ชื่อย่อภาษาอังกฤษ ชื่อภาษาอังกฤษ ชื่อไทยประเภทของเนื้อดิน และกลุ่มเนื้อดิน	223
12.2	ค่าความต้องการปูน (กิโลกรัม/แแฮกแตร์) (CaCO_3 ; neutralizing value = 100%) สำหรับเพิ่มค่า Hardness และ Alkalinity ของน้ำในบ่อให้ได้ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมากกว่า	235
12.3	สัดส่วนของสารละลายอัลคาไลน์และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ เตรียมสารละลายออกซิไดส์ซิ่ง (oxidizing solution)	240

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	บ่อดินสำหรับงานผลิตและทดลองที่ School of Fisheries, Aquaculture & Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Auburn University, USA	2
1.2	ดินพื้นบ่อยังพบสารอินทรีย์ตกค้างจากการเลี้ยงรอบที่ผ่านมา (สีดำ) กระจายอยู่ที่บริเวณต่าง ๆ ภายในบ่อ (ภาพหลังฉีดเลน) สารอินทรีย์ตกค้างสะสมในบ่อก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพดิน น้ำ การเจริญเติบโต และการเกิดโรคในกุ้งได้เมื่อบ่อมีอายุมากขึ้น	3
1.3	เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ (auto feeder)	5
2.1	สัดส่วนองค์ประกอบโดยปริมาตร (volumetric composition) ของดินทั่วไป	16
2.2	ลักษณะหน้าตัดดินสมมติ (soil hypothetical profile) ที่มีชั้นดินต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ หน้าตัดดินตามธรรมชาติอาจขาดชั้นใดชั้นหนึ่งได้	18
2.3	ตัวอย่างหน้าตัดดิน (soil profile) สวนยางพารา ต. ไม้ขาว อ. ถลาง จ. ภูเก็ต	19
2.4	การแลกเปลี่ยนไอออนบวก (ก) และไอออนลบ (ข) ระหว่างคอลลอยด์ดินกับสารละลายดิน	22
2.5	องค์ประกอบของโมเลกุลและโครงสร้างพื้นฐานดินเหนียวซิลิเกต (silicate clay) (ก) tetrahedron แฉกเดี่ยว รูปทรงจะมีสี่ด้าน ออกซิเจน 4 อะตอม ล้อมรอบซิลิกอนไอออน (ข) octahedron แฉกเดี่ยว รูปทรงจะมีแปดด้าน กลุ่มไฮดรอกซีหรือออกซิเจน 6 อะตอม ล้อมรอบอะลูมิเนียม (หรือแมกนีเซียม) ไอออน (ค) ในดินเหนียวแฉก tetrahedron และ octahedron (plane) จำนวนมากจะมาเชื่อมต่อกันเป็นแถบ (plane) ซิลิกอนและอะลูมิเนียม (หรือแมกนีเซียม) ไอออน แถบซิลิกอนจะเชื่อมต่อกับแถบออกซิเจนอะตอม และกลุ่มไฮดรอกซี เกิดเป็นแผ่น tetrahedron และเช่นเดียวกัน แถบอะลูมิเนียมหรือแมกนีเซียมไอออน จะเชื่อมต่อกับแถบออกซิเจนอะตอมและกลุ่มไฮดรอกซี เกิดแผ่น octahedron การรวมกันของแผ่น tetrahedron และ octahedron เรียกว่าชั้น (layer) ดินเหนียวซิลิเกตบางประเภท อาจมีช่องว่างระหว่างชั้น (interlayer) จะพบน้ำและไอออนบวกถูกดูดซับอยู่ และแต่ละโมเลกุลจะพบหลายชั้น	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.6	ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ของแผ่น tetrahedral และ แผ่น octahedral ในแร่ดินเหนียวประเภทต่าง ๆ	26
2.7	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกลุ่มอนุภาคต่าง ๆ ของระบบ จำแนกขนาดอนุภาคที่นิยมใช้กันทั่วไปสามระบบ	29
2.8	ตารางสามเหลี่ยมจำแนกประเภทเนื้อดิน (ก) แบบมาตรฐาน (ข) แบบปรับปรุง	30
2.9	ลักษณะโครงสร้างของดิน (soil structure) ประเภทต่าง ๆ	31
2.10	ลักษณะโครงสร้างของดินแบบ (ก) subangular blocky และ (ข) granular	32
2.11	บ่อเลี้ยงโคพิพอด (ก) ดินพื้นบ่อที่ผิวบนสัมผัสอากาศเปลี่ยนเป็นสื่อน้ำตาล ขณะที่ดินล่างยังอยู่ในสภาพขาดอากาศ (ข) ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งภูเก็ต ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว) เพื่อเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืช สำหรับเป็นอาหารโคพิพอด ทำให้ดินพื้นบ่อมีการสะสมสารอินทรีย์มาก	34
2.12	พื้นที่ดินกรดกำมะถันหรือดินเปรี้ยวจัด (acid sulfate soil) ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต พื้นที่แปลงมีความยาวประมาณ 500 เมตร (ก ถึง ค) บริเวณต้นแปลง ติดถนนเทพกระษัตรี ดินบริเวณนี้จะแห้งตลอดทั้งปี (ก) บริเวณกลางแปลง น้ำท่วมขังบางช่วงของปี (ข) และบริเวณท้ายแปลงเป็นป่าชายเลน ระยะห่างจากทะเลประมาณ 250-500 เมตร น้ำท่วมขังพื้นที่ตามการขึ้นลงของน้ำทะเลในรอบวัน (ค)	38
2.13	บริเวณต้นแปลง ลักษณะดินบน (topsoil) เนื้อดินจะหยาบกว่าบริเวณอื่น ๆ ขณะที่สีดินจะอ่อนกว่าบริเวณอื่น (ก) บริเวณนี้ดินจะแห้งตลอดทั้งปี ดินบริเวณนี้พบเฉพาะสารสีเหลืองฟางข้าวของแร่จำไรต์ (ข-ง)	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.14	บริเวณกลางแปลง ลักษณะดินบน (topsoil) จะมีลักษณะผสม คือ ดินล่างเนื้อละเอียดเหมือนด้านปลายแปลง ขณะที่ดินบนเนื้อหยาบเหมือนด้านต้นแปลง (ก) พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างพื้นที่ต้นแปลง ซึ่งดินแห้งตลอดทั้งปีกับพื้นที่ปลายแปลง ซึ่งเป็นป่าชายเลนมีน้ำท่วมขังเป็นระยะทั้งปี ขณะที่บริเวณนี้น้ำท่วมขังบางช่วงของปี จากระบบนิเวศแบบผสมทำให้สีของแร่ที่แทรกในเนื้อดินมีหลายสี เช่น สีเหลือง จากแร่จาโรไซต์ เช่นเดียวกับที่พบบริเวณต้นแปลง สีแดงหรือน้ำตาลแดง จากแร่เกอไทต์หรือแร่ฮีมาไทต์ที่พบบริเวณปลายแปลง ลักษณะสีของแร่ที่เกิดบริเวณนี้จึงมีความหลากหลายกว่าบริเวณต้นแปลงและปลายแปลง เกิดลักษณะผสม คือ พบสีเดียว เช่น สีน้ำตาล (ง) สีเหลือง (จ) สีน้ำตาลแดง (ข) ในก้อนเดียวกัน และพบทั้งสองสีในก้อนเดียวกัน เช่น เหลืองอ่อนปนแดงอ่อน (ข) เหลืองปนน้ำตาล (ค) เหลืองปนส้ม (ฉ) และเหลืองปนแดง (ช)	40
2.15	บริเวณปลายแปลง ลักษณะดินบน (topsoil) (ก) ชั้นหน้าตัดดินบริเวณปลายแปลง จะพบชั้นอินทรีย์วัตถุหนาประมาณ 30 เซนติเมตร (ข) พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่ป่าชายเลน น้ำทะเลจะท่วมพื้นที่ตามการขึ้นลงของน้ำในรอบวัน ดินมีความชื้นสูง มีสีเทาปนน้ำเงินหรือปนดำ เนื้อละเอียด ดินบริเวณนี้พบสีน้ำตาลแดงของแร่เกอไทต์หรือแร่ฮีมาไทต์ ไม่พบสีเหลืองของแร่จาโรไซต์ และสีอื่น ๆ (ค และ ง)	41
2.16	ความแตกต่างของสีดินบนกับดินล่าง บริเวณต้นแปลง (ก) กลางแปลง (ข) และปลายแปลง (ค) สีดินบนปกติจะเข้มกว่าดินล่าง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่า บริเวณกลางแปลง ดินบนส่วนใหญ่มีชั้นอินทรีย์วัตถุหนา 100-30 เซนติเมตรปกคลุม (ภาพที่ 2.18) จะเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างสีของดินบนกับดินล่าง	42
2.17	พืชพรรณที่ขึ้นตลอดความยาวประมาณ 500 เมตรของแปลงพื้นที่ศึกษา (ก-ช) ภาพจะเรียงจากพืชพรรณที่ขึ้นด้าน ㊸ ไปทาง ㊹ ของภาพที่ 2.12	43
2.18	ชั้นอินทรีย์ทับถมเหนือชั้นดินตะกอนน้ำกร่อย ความหนาประมาณ 0.3-1 เมตร แสดงถึงลักษณะที่ลุ่มขึ้นแฉะชายฝั่ง (tidal salt marsh)	44
2.19	ลักษณะของน้ำจะเป็นสีสนิมเหล็ก	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.20	คราบเกลือ Na, Mg, Al และ phosphate ที่มีอยู่จำนวนมากในดินกรด กำมะถันตกค้างที่ผิวดินเมื่อน้ำระเหย	44
2.21	พืชที่ปลูกบนดินกรดกำมะถัน (ไม่ได้ใช้ปูนปรับค่า pH ดิน) (ก-ง) เนื่องจาก พื้นที่เพิ่งปรับหน้าดินสำหรับปลูกพืชได้ไม่นาน ระดับความรุนแรงจากสภาพ ดินเป็นกรดจัดยังไม่เกิดขึ้นในทุกบริเวณ	45
2.22	ค่า pH ดินกับความความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและกิจกรรม จุลินทรีย์ดิน (แถบที่กว้างแสดงถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุนั้นสูง)	46
3.1	ลักษณะการเดินท่ออากาศพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลแบบต่าง ๆ ในเขตจังหวัด ภูเก็ต พังงา และกระบี่	56
3.2	อนุภาคหินและดินขนาดใหญ่ที่ตกบริเวณขอบบ่อเลี้ยงกุ้ง	64
3.3	ตะกอนดินพื้นบ่อเลี้ยงปลาหมอสีอเมริกันสะสมมากบริเวณแอ่งจับ ซึ่งเป็นจุดที่ ลึกสุดของบ่อ และเป็นที่ตั้งของท่อระบายน้ำแบบปรับเอน (stand pipe and elbow) ภาพจาก North Auburn Fisheries Unit, Auburn University, Alabama, USA	64
3.4	สาหร่ายเส้นใย (filamentous algae) ที่ขึ้นบริเวณพื้นบ่อที่แสงส่องถึง เมื่อตายจะลอยเป็นแผ่นที่ผิวน้ำ ถ้ามากจำเป็นต้องตักออก	65
3.5	การแก้ปัญหาการกร่อนและปัญหาการเลี้ยงจากดินพื้นบ่อ (ก และ ข) คันบ่อเทคอนกรีตบางส่วน (ค) คันบ่อปูพลาสติก PE (ง) คันบ่อและพื้นบ่อปู พลาสติก PE	67
3.6	คันบ่อที่ใช้การปลูกหญ้าลดการกัดเซาะหน้าดิน (ก) บ่อเลี้ยงกุ้งทะเลความ เค็มต่ำ Green Prairie Aquafarm, Alabama, USA (ข) สหฟาร์ม กระบี่	68
3.7	เครื่องให้อากาศแบบ propeller- aspirator-pump	68
3.8	ดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อตากแดดจะแตกกระแหง ออกซิเจนจาก อากาศสามารถแทรกซึมลงในดินชั้นล่างที่มีสารอินทรีย์ตกค้างจากการเลี้ยง	70
4.1	การเคลื่อนที่ของมวลน้ำและสารละลายในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	77
4.2	ลักษณะการวางเครื่องตีน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล (ก และ ข) ที่พัดพาของเสียมา รวมกันบริเวณตรงกลางบ่อก่อนดูดทิ้ง (ค)	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3	การแลกเปลี่ยนสารระหว่างดินและน้ำ และกลไกควบคุมสารรีดิวซ์จากดิน พื้นบ่อสูบน้ำข้างบน (ก) กรณีผิวดินพื้นบ่อมีออกซิเจน (oxidized surface layer) (ข) กรณีผิวดินพื้นบ่อขาดออกซิเจน (reduced surface layer)	80
4.4	ตะกอนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เพิ่งระบายน้ำออกเพื่อจับกุ้ง ชั้นบนสุด ตะกอนเป็นรอยต่อระหว่างดินกับน้ำ (water-soil Interface) มีสีเทาหรือ น้ำตาลอ่อน เป็นชั้นที่มีออกซิเจน (oxidized layer) ทำหน้าที่คอยควบคุม ไม่ให้สารรีดิวซ์ (reducing substance) ที่อยู่ด้านล่างแพร่ออกมาสู่น้ำด้านบน	81
4.5	บ่อเลี้ยงกุ้งทะเลที่ปูพื้นบ่อด้วยวัสดุ PE ทั้งบ่อ (ก) ปูวัสดุ PE เฉพาะขอบบ่อ (ข)	83
5.1	สารอินทรีย์ตกค้างในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล	100
5.2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้เสริมแร่ธาตุในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล (ก) แร่ธาตุรวม (ข) แคลเซียม (ค) แมกนีเซียมคลอไรด์	108
6.1	วัฏจักรคาร์บอนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (DOC = dissolved organic carbon; POC = particulate (detrital) organic carbon)	118
6.2	วัฏจักรไนโตรเจนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ① Ammonification ② Nitrification ③ Denitrification ④ Immobilization (algal uptake) ⑤ Ammonia volatilization ⑥ Excretion ⑦ N fixation ⑧ Adsorption-desorption ⑨ Incomplete nitrification	121
6.3	วัฏจักรฟอสฟอรัสในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	124
6.4	วัฏจักรกำมะถันในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	125
6.5	ตะกอนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ รัฐ Alabama สหรัฐอเมริกา ชั้นผิวที่ได้รับออกซิเจน (oxidized soil) จะมีสีน้ำตาลอ่อน ขณะที่ชั้นล่างซึ่งขาดออกซิเจน (reduced soil) จะมีสีดำจากสารอินทรีย์ ตกค้างและเหล็กที่เปลี่ยนรูปจาก ferric iron (Fe^{3+}) เป็น ferrous iron (Fe^{2+}) และตะกอนสีดำจะมีกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	126
7.1	สภาพพื้นบ่อหลังจับกุ้ง บ่อมีระบบดูดตะกอนกลางบ่อ	140
8.1	ชั้นหน้าตัดดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	148
8.2	ลักษณะชั้นหน้าตัดดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	148

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
8.3	ชั้นหน้าตัดดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (Pacific white shrimp) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งภูเก็ต เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่นต่ำ 50,000 ตัวต่อไร่ ระยะเวลาเลี้ยง 110 วัน จำแนกตาม Munsiri et al. (1995, p. 357)	149
8.4	อนุภาคดินขนาดใหญ่พบมากบริเวณขอบบ่อ (ก และ ข) ขณะที่บริเวณกลางบ่อเป็นตะกอนดินเนื้อละเอียดและตะกอนอินทรีย์ (ค และ ง)	150
8.5	แสดงบริเวณต่าง ๆ ของดินพื้นบ่อ และการแบ่งชั้นความลึกของน้ำตามแสงและอุณหภูมิ	158
9.1	ตะกอนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม <i>Litopenaeus vannamei</i> เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่ำ 50,000 ตัวต่อไร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งภูเก็ต	167
9.2	ตะกอนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เลี้ยงที่ความเค็มต่ำ Green Prairie Aquafarm, Alabama, USA น้ำกร่อยที่ใช้เลี้ยงกุ้งสูบขึ้นมาจากชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer)	168
9.3	แอ่ง (sediment basin) สำหรับดักตะกอนระหว่างการเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ทำให้รูปแบบการกระจายและสะสมสารต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปจากการเลี้ยงแบบดั้งเดิม	171
9.4	ความแตกต่างของดินพื้นบ่อเลี้ยงปลาตกตออเมริกัน (ก) ใส่ปุ๋ยโซเดียมไนเตรด (NaNO_3) (ข) ไม่ใส่ปุ๋ยโซเดียมไนเตรด ที่ North Auburn Fisheries Unit, Auburn University, Alabama, USA	172
11.1	บ่อเลี้ยงปลา Auburn North Fisheries Unit, Auburn University, Alabama, USA เป็นบ่อแบบขุดลึกจากกระดับดินเดิม (excavated fish pond) บ่อตั้งอยู่เขตพื้นที่รับน้ำ (watershed) ที่ลาดเทลงสู่ลำธาร คันบ่อปลูกหญ้าเพื่อลดการกัดเซาะ ด้านข้างของคันบ่อสร้างเป็นพนังกั้นน้ำ ตรงกลางมีท่อระบายน้ำและมีแอ่งจับ	198
11.2	เก็บตัวอย่างดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ที่ดินพื้นบ่อเป็นดินลูกรัง ในเขตอำเภอกระบุรี จังหวัดพังงา (ก ถึง ค) ใช้สปีทาศาสตร์ทำสีน้ำ (ง)	205

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11.3	รากพืชที่ยังเหลือตกค้างในดินพื้นบ่อ (ก) และ (ข) จะสลายตัวอย่างช้า ๆ ในเวลาต่อมา พื้นบ่อรับสารอินทรีย์จากสองแหล่ง คือ จากกิจกรรมการเลี้ยง ปกติและจากสารอินทรีย์ดั้งเดิมที่ตกค้าง พื้นบ่อเมื่อขังน้ำจะเกิดสภาพขาด ออกซิเจนรุนแรงกว่าปกติและมักพบปัญหาโรคระบาดในบ่อดังกล่าว	208
12.1	สว่านเจาะดิน (soil auger) (ก) กระบอกลักเก็บดิน (core sampler) (ข)	214
12.2	เครื่องเก็บตะกอนดิน (Ekman grab/dredge) (ก) เก็บตัวอย่างดินพื้นบ่อ ระหว่างการเลี้ยงด้วยกระบอกลักเก็บดิน (core sampler) (ข)	215
12.3	ตัวอย่างรูปแบบการเก็บตัวอย่างดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	216
12.4	อุปกรณ์วิเคราะห์อนุภาคดินและเนื้อดิน ไฮโดรมิเตอร์ (ASTM 152H) (ก) กระบอกตวง (ASTM cylinder) (ข) ฟลักเจอร์ (ค) เครื่องปั่นดิน (soil dispersion mixer) และถ้วยปั่น (dispersing cup) (ง)	221
12.5	USDA Soil Texture Triangle	222
12.6	เครื่องวัด DO (YSI Model Pro 20) และ BOD Probe (YSI Pro-BOD Probe)	228
12.7	NAS reagent ผลิตโดยบริษัท Polysciences จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา	245
12.8	ชุดย่อย (Block digestion unit) (ก) ชุดกลั่น (Kjeldahl distillation unit) (Gerhardt : KT-L 8s & VAPODEST 450) (ข) สำหรับวิเคราะห์ไนโตรเจน ในดิน	249
12.9	Flame photometer (Sherwood : M410)	256
12.10	Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin Elmer : PinAAcle 900)	259
12.11	เครื่องวิเคราะห์ธาตุ CHS (Eltra : CHS580- with TIC Module)	261

บทที่ 1

บทนำ

รูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันมีหลายประเภท สามารถแบ่งเป็นระบบใหญ่ ๆ ได้ดังต่อไปนี้ การเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง (cage aquaculture) การเลี้ยงสัตว์น้ำระบบน้ำไหล (flow-through raceway) การเลี้ยงสัตว์น้ำระบบน้ำหมุนเวียน (recirculating aquaculture) การเลี้ยงสัตว์น้ำระบบเลี้ยงตะกอน (biofloc-based aquaculture) การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบแบ่งส่วน (partitioned aquaculture) การเลี้ยงสัตว์น้ำรวมกับการปลูกพืช (aquaponics) การเลี้ยงสัตว์น้ำในคอก (pen culture) และการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อซีเมนต์หรือวัสดุกักขังประเภทอื่น ๆ เช่น ถังไฟเบอร์ ตู้กระจก และการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดิน (earthen pond)

การเลี้ยงสัตว์น้ำในที่กักขังที่ไม่ใช่บ่อดินมีข้อดีหลายประการ เช่น การควบคุมสภาวะต่าง ๆ สามารถทำได้ง่ายกว่า เช่น การกำจัดของเสีย การควบคุมคุณภาพน้ำ การให้อาหาร การควบคุมปริมาณอาหาร เป็นต้น สามารถเลี้ยงแบบหนาแน่นสูงได้ ถ้ามีการจัดระบบให้สมดุลกันภายในบ่อ เช่น ปริมาณออกซิเจน ปริมาณอาหาร เป็นต้น ขณะที่การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดินมีความได้เปรียบในเรื่องของดินที่สามารถดูดซับ ปลดปล่อย หรือเปลี่ยนสภาพสารต่าง ๆ ที่สะสมภายในบ่อ ช่วยลดความเป็นพิษของสารบางตัวลงได้ ในบ่อดินมีอาหารธรรมชาติเกิดขึ้น ไม่จำเป็นต้องให้อาหารหรือให้อาหารเสริมเป็นครั้งคราวสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบางชนิด จะแตกต่างกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในภาชนะกักขัง ต้องมีการให้อาหารสำเร็จรูปเป็นหลัก คุณภาพน้ำในบ่อดินมักเสื่อมโทรมช้ากว่าบ่อปูนเนื่องจากมีกระบวนการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบนิเวศภายในบ่อเองจากแพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำประเภทต่าง ๆ หรือจากการดูดซับ ย่อยสลาย และเปลี่ยนสภาพภายในดินพื้นบ่อเอง การให้อาหาร

มักไม่จำเป็นต้องให้ตลอดเวลาสำหรับบ่อดิน เนื่องจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช ในช่วงกลางวัน รวมถึงสัตว์น้ำค่อนข้างโตเร็วกว่า เนื่องจากอาหารธรรมชาติภายในบ่อดังที่กล่าวมาแล้ว (ภาพที่ 1.1)

อย่างไรก็ตามการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดินมีข้อเสียเช่นเดียวกัน ถ้าดินพื้นบ่อมีการสะสมของสารต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น สารอินทรีย์ ธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส สารเคมีหรือยา สารชีวภาพ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่ใส่เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน หรือช่วยในการเติบโตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสารอินทรีย์ตกค้างในบ่อ ซึ่งอาจตกค้างในดินพื้นบ่อเดิมหรือเกิดขึ้นระหว่างการเลี้ยง (ภาพที่ 1.2) ที่มีการจัดการไม่เหมาะสมในแต่ละรุ่น จนมีปริมาณมากเกินไป ประกอบกับสารอินทรีย์ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ย่อยสลายง่าย (easily decomposable organic matter) ต้องการออกซิเจนสูงในการย่อยสลาย ถ้าออกซิเจนไม่เพียงพอ ดินพื้นบ่อจะเกิดสภาวะขาดออกซิเจน (anaerobic condition) เกิดสารเมแทบอลิต์ (สารที่เกิดระหว่างกระบวนการสร้างและสลายหรือเมแทบอลิซึม แต่ไม่ใช่สารสุดท้ายของกระบวนการนี้) และเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (toxic metabolite) เช่น



ภาพที่ 1.1 บ่อดินสำหรับงานผลิตและทดลองที่ School of Fisheries, Aquaculture & Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Auburn University, USA



ภาพที่ 1.2 ดินพื้นบ่อยังพบสารอินทรีย์ตกค้างจากการเลี้ยงรอบที่ผ่านมา (สีดำ) กระจายอยู่ที่บริเวณต่าง ๆ ภายในบ่อ (ภาพหลังฉีดเลน) สารอินทรีย์ตกค้างสะสมในบ่อ ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพดิน น้ำ การเจริญเติบโต และการเกิดโรคในกุ้งได้ เมื่อบ่อมีอายุมากขึ้น

แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เป็นต้น และเนื่องจากการแลกเปลี่ยนสารกันระหว่างดินพื้นบ่อกับน้ำที่อยู่ด้านบน จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในด้านต่าง ๆ น้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ หรือมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อมากเกินไป (excessive plankton bloom) จากปริมาณธาตุอาหารที่ละลายในน้ำและดินปลดปล่อยออกมา ส่งผลให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงมากในรอบวัน โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อ (ค่า pH จะสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำในรอบวัน) จะแตกต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืน และทั้งสองค่าเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลกระทบจะเกิดต่อเนื่องไปถึงสัตว์น้ำที่เลี้ยง จำเป็นต้องปรับตัว เกิดความเครียด อ่อนแอ โตช้า เป็นโรค หรือตายในที่สุด

นอกจากปัญหาดังกล่าว ยังมีปัญหาเกี่ยวกับสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินเองที่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างบ่อดิน เช่น ดินเป็นดินทราย อัตราการซึมน้ำสูง ความสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติต่ำ ดินเป็นดินอินทรีย์ เช่น ดินในป่าพรุ หรือดินเป็นกรดกำมะถัน (acid sulfate soil) เป็นต้น ต้องมีการแก้ไขปัญหาล่วงหน้าก่อนทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัญหาการกักเซาะหรือทับถมอนุภาคต่าง ๆ ทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์ จำเป็นต้องลอกบ่อ หรือปรับแต่งคันบ่อใหม่ เมื่อเลี้ยงไประยะหนึ่งรายละเอียดเพิ่มเติมจะอยู่ในบทที่ 9 การจัดการดินพื้นบ่อ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดินนอกจากความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระบบนิเวศภายในบ่อ การตลาด และด้านอื่น ๆ แล้ว ยังจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านปฐพีวิทยาพอสมควร เนื่องจากลักษณะและสมบัติของดินแต่ละประเภทเมื่อนำมาขุดเป็นบ่อเพาะอนุบาลลูกพันธุ์ หรือบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจะให้ผลที่แตกต่างกัน หลัก ๆ ได้แก่ ความสมบูรณ์ของกำลังผลิตเบื้องต้นภายในบ่อ ต้นทุน ผลผลิตสัตว์น้ำ และกำไรจากการประกอบการ รวมถึงการจัดการต่าง ๆ ระหว่างการเลี้ยง หรือการเตรียมบ่อที่แตกต่างกันตามสมบัติและประเภทของเนื้อดิน สิ่งสำคัญอีกประการของศาสตร์ทางด้านปฐพีวิทยาที่ควรศึกษา คือ ลักษณะเฉพาะของดินน้ำขัง ดินเมื่อขังน้ำ ปฏิกิริยา กระบวนการต่าง ๆ จะแตกต่างจากดินแห้งอย่างสิ้นเชิง ปฏิกิริยาและกระบวนการต่าง ๆ ในดินน้ำขังจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันเป็นหลัก เช่นเดียวกับดินนา ซึ่งมีการศึกษาไว้ค่อนข้างมาก แต่ทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำยังมีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับดินนา ขณะที่การแพร่ (diffusion) และการพาความร้อน (convection) มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารระหว่างชั้นต่าง ๆ ภายในบ่อ (ภาพที่ 4.3) รวมถึงปฏิกิริยาและกระบวนการอื่น ๆ ตามที่ปรากฏในตารางที่ 3.1

กิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของดินตะกอนพื้นบ่อหลายประการ เช่น การกัดเซาะหรือตกตะกอนของอนุภาคอินทรีย์และอนินทรีย์ขนาดต่าง ๆ ภายในบ่อทำให้บ่อตื้น ตะกอนขนาดใหญ่จะตกบริเวณคันบ่อ ขณะที่บริเวณกลางบ่อจะเป็นตะกอนขนาดเล็ก สำหรับบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล มีการใช้เครื่องให้อากาศแบบแขนยาว หลายใบพัด ทำให้น้ำในบ่อเกิดการเคลื่อนที่เป็นวงกลม พัดพาตะกอนมาตกสะสมบริเวณกลางบ่อ ทำให้ดินกลางบ่อมีการสะสมสารอินทรีย์สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ของบ่อ อย่างไรก็ตามปัจจุบันฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลส่วนใหญ่มีระบบดูดของเสียบริเวณกลางบ่อ คล้ายกับระบบดูดตะกอนกลางบ่อ (central drain) ในอดีต ประกอบกับการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติหนึ่งจุดหรือสองจุดต่อบ่อ (ภาพที่ 1.3) ทำให้รูปแบบการสะสมสารอินทรีย์อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปสำหรับฟาร์มที่มีระบบดังกล่าว กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำมีการใช้สารต่าง ๆ เช่น ปูนขาวปรับสภาพดินพื้นบ่อ เมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินสะสมแคลเซียมเพิ่มขึ้น (สุวณิช ชัยนาท, 2540, น. 74) การใช้ยา สารเคมี จุลินทรีย์ หรือสารต่าง ๆ เช่น แร่ธาตุรวม ก็มีส่วนทำให้ดินพื้นบ่อเสื่อมโทรมหรือมีการสะสมสารต่าง ๆ เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1.3 เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ (auto feeder)

การปรับปรุงแก้ไขลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำต้องอาศัยฐานความรู้ทางด้านปฐพีวิทยาค่อนข้างมาก เพื่อการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สร้างในดินที่เป็นกรดจัดหรือดินอินทรีย์ เช่น ดินบริเวณป่าพรุ ป่าชายเลน ซึ่งสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมหลายประการต่อคุณภาพน้ำในบ่อและต่อตัวสัตว์น้ำเอง เช่น ในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด ถ้าไม่แก้ไขโดยการปรับ pH ให้สูงขึ้นก่อนปล่อยสัตว์น้ำลงเลี้ยง จะเกิดปัญหาการเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อหรือทำให้น้ำไม่ขึ้น เนื่องจากขาดธาตุอาหารบางตัว โดยเฉพาะฟอสฟอรัส จะถูกตรึงโดยอะลูมิเนียมและเหล็กที่ละลายออกมามากในสภาพที่เป็นกรดจัดจนมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการใช้ เป็นต้น ในทางกลับกันถ้าดินที่นำมาใช้สร้างบ่อมี pH สูงกว่าปกติ เช่น ดินด่างจัด ฟอสฟอรัสจะถูกจับไว้โดยแคลเซียมและแมกนีเซียมที่พบมากในดินด่าง เกิดปัญหาลักษณะเดียวกัน ดังนั้นความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารสำหรับแพลงก์ตอน รวมถึงความเป็นพิษของสารบางกลุ่ม (ละลายออกมามากหรือมีมากที่ค่า pH บางระดับ) จะอ้างอิงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช ตามค่า pH ดิน เหมือนกับดินเกษตรทั่วไป ตามภาพที่ 2.22

อย่างไรก็ตามการใส่ปูนเพื่อปรับ pH ดินพื้นบ่อให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มค่า pH ดินให้เป็นกลางหรือสูงกว่า เนื่องจากทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะ

ใช้ค่าความเป็นด่างรวม (total alkalinity) และค่าความกระด้างรวม (total hardness) ของน้ำเป็นเกณฑ์หลัก การเลี้ยงสัตว์น้ำจืดโดยทั่วไป จะปรับค่า pH ดินพื้นบ่อถึงระดับที่ทำให้น้ำในบ่อมีค่าความเป็นด่างและค่าความกระด้างรวมไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับดังกล่าวมักไม่พบปัญหาเรื่องการเจริญเติบโต ระบบบำบัดฟอรัของน้ำ การฟักและการพัฒนาของตัวอ่อน สำหรับกลุ่มกุ้งปูน้ำจืด (freshwater crustacean) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมมีความสำคัญต่อการลอกคราบมาก ค่าความกระด้างรวมในน้ำไม่ควรต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boyd & Tucker, 1998, pp. 110-112) การเลี้ยงกุ้งทะเลในน้ำความเค็มต่ำ ค่าความเป็นด่างรวมไม่ควรต่ำกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boyd et al, 2002, p. 45) และค่าความเป็นด่างไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเลทั่วไป (Boyd et al., 2010, p. 296)

ดังนั้นการปรับค่า pH ดินพื้นบ่อ เพื่อให้มีค่าความกระด้างรวม และค่าความเป็นด่างรวมสูงถึงระดับที่ต้องการ อาจไม่จำเป็นต้องปรับค่า pH ขึ้นมาที่ 7 ก็ได้ โดยเฉพาะกับบ่อเลี้ยงปลาจืด เช่น ดินพื้นบ่อรัฐ Alabama ค่า pH ดินเมื่อขังน้ำและน้ำในบ่อมีค่าความกระด้างรวมไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 5.9 (Boyd & Tucker, 1998, p. 210) ค่า pH ที่ระดับดังกล่าวจะแตกต่างกันตามประเภทของดิน ซึ่งจะสัมพันธ์กับสัดส่วนของแคตไอออนชนิดกรด (acidic cations; H^+ , Fe^{3+} และ Al^{3+}) ที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน เทียบกับปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity, CEC) หรือค่าความไม่อิ่มตัวเบส (base unsaturation) ของดิน รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากหนังสือ Pond Aquaculture Water Quality Management ของ Prof. Dr. Claude E. Boyd

วิธีการหาปริมาณปูนที่ต้องใช้ที่ดีที่สุด คือ การหาค่าความต้องการปูนของดิน (lime requirement) (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 12) จะทำให้ทราบถึงปริมาณปูนขั้นต่ำที่ต้องใช้เพื่อปรับค่า pH ของดินให้สูงขึ้น และเพิ่มค่าความเป็นด่างและความกระด้างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อไป สำหรับดินที่มีปัญหาอื่น ๆ จำเป็นต้องใช้ความรู้และวิชาการด้านปฐพีวิทยา การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือศาสตร์ด้านอื่น ๆ เข้ามาแก้ไขให้ถูกต้องเช่นเดียวกัน เพื่อให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประสบความสำเร็จ

มลพิษดินพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัจจุบันมีการศึกษาหรือรายงานกันน้อยมาก อย่างไรก็ตามเป็นหัวข้อที่ควรให้ความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากดินหรือน้ำที่นำเข้าบ่ออาจมีการปนเปื้อนสารมลพิษประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มโลหะหนัก ยาปราบศัตรูพืช ฯลฯ จากแหล่งเลี้ยงที่อยู่ใกล้แหล่งปล่อยสารมลพิษ อย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรมหรือพื้นที่การเกษตร เป็นต้น โดยเฉพาะแหล่งเลี้ยงชายฝั่งที่มีแม่น้ำไหลลงทะเล สารมลพิษกลุ่มนี้มีการสะสมในดินพื้นบ่อ และอาจมีการเคลื่อนย้ายผ่านห่วงโซ่อาหารสู่ผู้บริโภคได้