แนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อการเกษตร

เอกสารวิชาการเลขที่ 03/03/2548

โดย

นายสุทัส โปรษยกุล

ส่วนวิจัยและพัฒนาดินเค็ม

สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย

กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พฤษภาคม 2548

แนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อการเกษตร

เอกสารวิชาการเลขที่ 03/03/2548

โดย

นายสุทัส โปรษยกุล

ส่วนวิจัยและพัฒนาดินเค็ม
สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พฤษภาคม 2548

คำนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญและมีค่ายิ่งต่อมวลมนุษยชาติ เพราะนอกจากจะเป็นที่ตั้งของถิ่นฐานบ้านเรือนแล้ว ยังเป็นแหล่งผลิตอาหารป้อนสิ่งมีชีวิตทุกชนิดให้สามารถดำรงอยู่ได้อย่างปกติสุข มนุษย์มีความต้องการอาหารหลากหลายชนิดแตกต่างกัน กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงแตกต่างกันหลากหลายตามไปด้วย บางกิจกรรมทำแล้วมีผลส่งเสริมให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่บางกิจกรรมทำแล้วมีผลในทางทำลายดิน ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรมจนบางครั้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยเฉพาะการเลี้ยงแบบพัฒนาเป็นกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อดินเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการใช้สารเคมี น้ำทะเลหรือเกลือ และการให้อาหารกุ้งครั้งละมากๆ เมื่อสิ่งเหล่านี้สลายตัวหรือถูกนำไปใช้ไม่หมดจะก่อให้เกิดสารตกค้างมากมาย โดยเฉพาะสิ่งตกค้างจากน้ำทะเลหรือเกลือ จะทำให้ดินมีความเค็มหรือเกลือและโซเดียมสูงขึ้น ยิ่งมีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลานานความเค็มและโซเดียมยิ่งสะสมในดินสูงขึ้นเป็นลำดับ จนในที่สุดทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินจนยากที่จะแก้ไข

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำนอกจากจะมีผลกระทบต่อพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงโดยตรงแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงด้วย เนื่องจากการรั่วซึมของน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งลงไปสู่ระบบน้ำใต้ดิน การระบายน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความเค็มและเต็มไปด้วยเกลือโซเดียมลงไปในคูคลองสาธารณะ การระบายดินเลนขี้กุ้งที่เน่าเสียลงในนาข้าวและสวนไม้ผล ไม้ยืนต้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้คูคลองต่างๆ นาข้าวและสวนเกิดความเสื่อมโทรมตามไปด้วย อย่างไรก็ตามถ้าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการจัดการน้ำและของเสียที่ดีและถูกต้อง เหตุการณ์ดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น

การจัดทำเอกสารวิชาการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการฟื้นฟูดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและถูกทิ้งร้าง ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรมได้อย่างยั่งยืนเช่นเดียวกับในอดีต จึงหวังว่าเอกสารวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน ผู้สนใจ นักวิชาการ ตลอดจนนักเรียน นิสิต นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในสนามของหน่วยงานต่างๆ ใช้เป็นแนวทางและนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขดินเสื่อมโทรมที่เกิดจากผลของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

(นายไพฑูรย์ คดีธรรม)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกัน
การเป็นทะเลทรายและการเตือนภัย

สารบัญ

		หน้า
1.	บทนำ	1
	วัตถุประสงค์	2
2.	การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย	2
	2.1 การเลี้ยงแบบธรรมชาติ	2
	2.2 การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา	2
	2.3 การเลี้ยงแบบพัฒนา	3
3.	ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อทรัพยากรดินและน้ำ	7
	3.1 ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ	7
	3.1.1 ผลกระทบต่อน้ำผิวดิน	7
	3.1.2 ผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน	9
	3.2 ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน	11
4.	แนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างเพื่อการเกษตร	13
	4.1 การดำเนินการปรับสภาพพื้นที่	15
	4.1.1 การปรับสภาพพื้นที่เป็นนาข้าว	15
	4.1.1.1 การเก็บตัวอย่างดิน	15
	4.1.1.2 การแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน	16
	4.1.1.3 การปรับปรุงบำรุงดิน	25
	4.1.1.4 การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสม	25
	4.1.2 การปรับสภาพื้นที่เพื่อยกร่องปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก	26
	4.1.2.1 การเก็บตัวอย่างดิน	30
	4.1.2.2 การปรับปรุงบำรุงดิน	31
	4.1.2.3 การเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสม	32
	4.1.3 การปรับสภาพพื้นที่เป็นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด	35
5.	กรณีศึกษาการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้าง	37
	กรณีศึกษาที่ 1. การดำเนินการฟื้นฟูดินโดยกรมพัฒนาที่ดินร่วมกับ FAO	37
	กรณีศึกษาที่ 2. การดำเนินการฟื้นฟูดินโดยกรมพัฒนาที่ดิน	43
6.	สรุป	51
7.	สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ	51
8.	เอกสารอ้างอิง	52

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด จำนวน 23 จังหวัด ในปีพ.ศ. 2541	4
ตารางที่ 2	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดินจากท่อสังเกตการณ์น้ำใต้ดินลึก 3 เมตร ที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราระหว่างปีพ.ศ. 2543-2545	10
ตารางที่ 3	การคัดเลือกพืชเพื่อปลูกในดินเค็ม	33
ตารางที่ 4	สมบัติทางเคมีของดินในแปลงนาข้าวที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างและแปลงนาข้าวที่เคยได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช	40
ตารางที่ 5	ผลผลิตข้าวที่ได้จากการศึกษาและทดลองฟื้นฟูดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดสุพรรณบุรี และนครศรีธรรมราช	40
ตารางที่ 6	ผลผลิตข้าวทนเค็ม 4 พันธุ์	42
ตารางที่ 7	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงนาข้าว บ้านคลองโพธิ์ ตำบลคลองบ้านโพธิ์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา	45
ตารางที่ 8	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า SAR ของดินบนคันร่องปลูกไม้ผลบ้านคลองบ้านโพธิ์ ตำบลคลองบ้านโพธิ์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา	45
ตารางที่ 9	ผลการวิเคราะห์ดินในนาข้าวก่อนและหลังการปรับปรุงดินตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	47
ตารางที่ 10	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากสันร่องปลูกไม้ผลก่อนและหลังการฟื้นฟูดินตำบลบางศาลา อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	47

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1	การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาโดยใช้ความเค็มต่ำ	3
ภาพที่ 2	การปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงในล้อมผ้าพลาสติกที่ปรับความเค็มของน้ำ	3
ภาพที่ 3	ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ปลูกใกล้บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
ภาพที่ 4	ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ปลูกในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
ภาพที่ 5	ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มที่ระบายทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
ภาพที่ 6	ข้าวที่ไม่มีผลกระทบจากปัญหาน้ำเค็ม	8
ภาพที่ 7	อาการใบไหม้ของข้าวเนื่องจากผลของน้ำเค็มที่นำมาใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
ภาพที่ 8	ส้มที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	8
ภาพที่ 9	ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำถ่ายเทน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำลงในนาข้าว	9
ภาพที่ 10	น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระบายลงสู่คลองสาธารณะและนาข้าว	9
ภาพที่ 11	การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดินที่ติดกับบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	11
ภาพที่ 12	ท่อ piezometer ฝังอยู่ในนาข้าว เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำ	11
ภาพที่ 13	ปูนโดโลไมท์สำหรับใส่บ่อเลี้ยงกุ้งก่อนเตรียมน้ำ	11
ภาพที่ 14	เกลือที่ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำนำมาใช้ปรับความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	11
ภาพที่ 15	เกษตรกรกำลังถ่ายเทโคลนขี้กุ้งลงในนาข้าว	13
ภาพที่ 16	โคลนขี้กุ้งที่เกษตรถ่ายเทลงในนาข้าว	13
ภาพที่ 17	ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำตักโคลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำทิ้งไว้บนคันคูน้ำด้านติดคลองสาธารณะ	13
ภาพที่ 18	นาร้างที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	13
ภาพที่ 19	การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ถูกปรับสภาพเป็นนาข้าว	16
ภาพที่ 20	แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เท่ากับหรือมากกว่า 6	20
ภาพที่ 21	แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) มีค่าระหว่าง 5.3-5.9	21

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 22	แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) มีค่าต่ำกว่า 5.3	13
ภาพที่ 23	ปูนขาวใช้ในการล้างดินเค็มที่มี pH ต่ำ	24
ภาพที่ 24	ปูนโดโลไมท์ใช้ในการล้างดินเค็มที่มี pH ต่ำ	24
ภาพที่ 25	การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาดร่องปลูกพืชกว้าง 5.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.00 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร	27
ภาพที่ 26	การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาดร่องปลูกพืชกว้าง 6.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.50 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร	28
ภาพที่ 27	การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาดร่องปลูกพืชกว้าง 7.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.50 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร	29
ภาพที่ 28	การเก็บตัวอย่างดินของพื้นที่ที่ยกร่องปลูกไม้ผล (เก็บครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 5 ในจุดเดิม)	30
ภาพที่ 29	การเก็บตัวอย่างดินเพื่อฟื้นฟูดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	31
ภาพที่ 30	ภาพตัดขวางบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด	35
ภาพที่ 31	วิธีเก็บตัวอย่างดินจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด	36
ภาพที่ 32	วิธีเก็บตัวอย่างดินบนพื้นบ่อหลังก้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	36
ภาพที่ 33	การวัดค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่อง EM-38 ในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	41
ภาพที่ 34	การขดคูระบายน้ำทิ้งในแปลงนาที่ฟื้นฟูดินที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้าง	41
ภาพที่ 35	ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่เคยเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	41
ภาพที่ 36	ข้าวที่ปลูกในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	41
ภาพที่ 37	ข้าวพันธุ์ กข 1 ในแปลงฟื้นฟูดินจังหวัดนครศรีธรรมราช	42
ภาพที่ 38	ข้าวพันธุ์ กข 7 ในแปลงฟื้นฟูดินจังหวัดนครศรีธรรมราช	42
ภาพที่ 39	ข้าวพันธุ์น้ำสะกุย 19 ในแปลงฟื้นฟูดินจังหวัดนครศรีธรรมราช	43
ภาพที่ 40	ข้าวพันธุ์น้ำสะกุย 105 ในแปลงฟื้นฟูดินจังหวัดนครศรีธรรมราช	43

แนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อการเกษตร

1. บทนำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นอาชีพหนึ่งที่ทำรายได้ให้เกษตรกรผู้เลี้ยงอย่างเป็นกอบเป็นกำ จึงทำให้มีการขยายพื้นที่เลี้ยงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการระบาดของโรคกุ้ง เช่น โรคเรืองแสง ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Vibrio horveyi* และโรคหลังขาว ซึ่งเกิดจากเชื้อโปรโตซัว *Thelohania* sp. (ชูศักดิ์ 2541) และขณะเดียวกันการเลี้ยงที่ขาดการคำนึงถึงการรักษาสภาพแวดล้อมและการบุกรุกทำลายป่าชายเลน ทำให้ระบบนิเวศชายฝั่งทะเลสูญเสียสมดุล เกิดการแพร่กระจายน้ำเสีย จึงทำให้ต้องมีการโยกย้ายและขยายพื้นที่เลี้ยงเข้าไปในพื้นที่น้ำจืดซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในภาคกลาง ทำให้สูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ เช่น นาข้าว สวนผัก และสวนไม้ผล เป็นต้น (สมศรี และรังสรรค์ 2544 รังสรรค์ และคณะ 2544)

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดจำเป็นต้องนำน้ำทะเลเข้ามาผสมกับน้ำจืด เพื่อให้กุ้งกุลาดำมีชีวิตรอดและสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งโดยทั่วไปจะไม่มีการป้องกันการแพร่กระจายน้ำเค็มที่ดี ไม่มีบ่อพักน้ำเสียและบ่อบำบัดน้ำเสีย การเปลี่ยนถ่ายน้ำและการกำจัดดินเลนขี้กุ้ง ผู้เลี้ยงกุ้งจะถ่ายเทลงในนาข้าวและแหล่งน้ำสาธารณะ ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียและน้ำเค็มแพร่กระจายเข้าไปในนาข้าว สวนผัก และสวนไม้ผล โดยเฉพาะสวนส้ม จะก่อให้เกิดปัญหาเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากส้มมีความไวต่อน้ำเค็มมาก แม้ความเค็มเพียงเล็กน้อย ส้มก็จะชะงักการเจริญเติบโต ถ้าน้ำมีความเค็มมากกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ขึ้นไปการเจริญเติบโตของผลก็จะชะงักและหลุดร่วงในที่สุด

สำหรับผลกระทบต่อข้าวพบว่าน้ำเค็มจะทำให้ข้าวไม่ออกรวงหรืออาจมีเมล็ดลีบมาก ถ้าน้ำมีความเค็มสูงข้าวจะไม่เจริญเติบโตใบจะไหม้และตายในที่สุด (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดเป็นการใช้พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเหมาะที่จะใช้เพื่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจมากกว่า เพราะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะใช้พื้นที่ดังกล่าวเลี้ยงได้ผลดีประมาณ 4–5 ปี ถ้าใช้มากกว่านั้นจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาดินเสีย น้ำเสีย และเกิดการสะสมของโรคกุ้ง ซึ่งการจัดการปัญหาดังกล่าวจะต้องใช้ต้นทุนสูง ทำให้กำไรที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำลดลง บางครั้งอาจถึงขาดทุนซึ่งเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ไม่สามารถปฏิบัติได้ ทำให้ต้องย้ายไปหาที่เลี้ยงใหม่ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการทิ้งร้างบ่อเลี้ยงกุ้งที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนได้อีกต่อไป นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงจนไม่สามารถใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่เพาะปลูกได้เช่นเดียวกันอีกด้วย ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมากมาย เนื่องจากการทิ้งร้างที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จึงจำเป็นต้องมีการฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าวเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกได้อีกครั้ง อย่างไรก็ตามการดำเนินการต้องใช้ต้นทุนสูงมาก จึงจำเป็นต้องใช้แนวทางและวิธีที่เหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อให้การฟื้นฟูได้ผลอย่างยั่งยืนและไม่เกิดการสูญเปล่าทางเศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์

การจัดทำเอกสารวิชาการเรื่องแนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อการเกษตร มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อรวบรวมเทคโนโลยีและผลงานที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการจนประสบผลสำเร็จ
2. เพื่อนำไปเป็นกรอบการดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามสมบัติของดินและระดับของผลกระทบ
3. เป็นทางเลือกรูปแบบการฟื้นฟูดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามความพร้อมของเกษตรกรและสภาพของพื้นที่

2. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย

กุ้งกุลาดำ *(Penaeus monodon)* มีชื่อสามัญว่า Giant tiger prawn มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 18–25 เซนติเมตร ชอบกินแพลงค์ตอน หนอน และแมลงน้ำ มีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยหลายชื่อ ได้แก่ กุลา กงลาดำ หรือแขกดำ มีอยู่ทั่วไปในทวีปเอเชีย ในประเทศไทยพบในอ่าวไทย แต่จะพบมากบริเวณเกาะช้าง นอกชายฝั่งทะเลจังหวัดภูเก็ตและระนอง ชอบอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีพื้นดินเป็นทรายปนโคลน หรือทรายปนเปลือกหอยและปะการัง สามารถปรับตัวเข้ากับน้ำกร่อยได้ดี (ชูศักดิ์ 2541)

การเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยเริ่มมานานประมาณ 70 ปีมาแล้ว โดยผู้ประกอบอาชีพทำนาเกลือและนาข้าวที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล และสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ โดยการรวบรวมลูกกุ้งทะเลที่ติดมากับน้ำทะเลไปเลี้ยงไว้ในนาเกลือหรือนาข้าว (สนั่น และชิเนโง 2538 สิริ และลิลา 2535) หลังจากนั้นเป็นต้นมาการเลี้ยงกุ้งทะเลและกุ้งกุลาดำก็ได้มีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

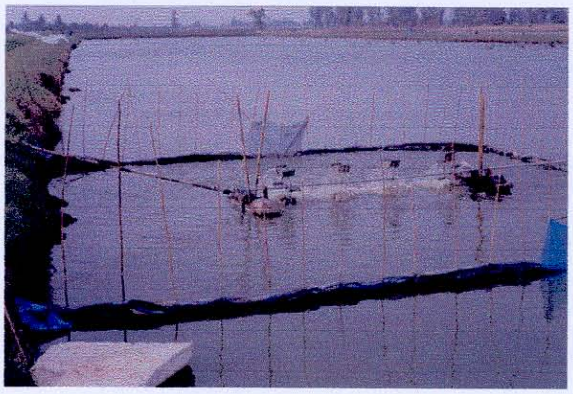
2.1 การเลี้ยงแบบธรรมชาติ (Extensive system) เป็นรูปแบบการเลี้ยงในระยะเริ่มแรกโดยการรวบรวมลูกกุ้งทะเลที่ติดมากับน้ำทะเลที่นำเข้ามาเก็บกักไว้ในพื้นที่ชายฝั่งที่มีน้ำขึ้นลง บริเวณอ่าวไทย ไม่มีการให้อาหารและไม่มีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ เมื่อได้ขนาดจึงปล่อยน้ำทิ้งและจับกุ้งไปจำหน่าย การเลี้ยงโดยวิธีนี้ผลผลิตที่ได้ต่ำและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อระบบนิเวศ

2.2 การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (Semi intensive system) เป็นการเลี้ยงที่คล้ายกับการเลี้ยงแบบธรรมชาติ แต่มีการปล่อยลูกกุ้งที่รวบรวมได้จากธรรมชาติและโรงเพาะฟักลงไปเสริม มีการให้อาหารประเภทรำข้าว ปลาป่น ปลาสดบด หรืออาหารผสมวันละ 2–3 ครั้ง บางแห่งมีการสร้างบ่ออนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน การเลี้ยงรูปแบบดังกล่าวนี้จะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดมลภาวะต่อระบบนิเวศไม่เด่นชัดนัก เนื่องจากการขยายพื้นที่เลี้ยงยังไม่มากและจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลหรือสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเท่านั้น

2.3 การเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive system) เป็นวิธีการเลี้ยงที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากให้ผลตอบแทนเร็วและมีกำไรสูงมาก บางครั้งอาจสูงมากกว่าร้อยละ 100 การเลี้ยงรูปแบบดังกล่าวนี้ได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วหลังจากปี 2519 ที่กรมประมงประสบความสำเร็จในการเพาะฟักลูกกุ้งกุลาดำ (สมศรี และรังสรรค์ 2544 รังสรรค์ และคณะ 2544)

การเลี้ยงแบบพัฒนาขนาดของบ่อเลี้ยงส่วนใหญ่มีพื้นที่ประมาณ 3–6 ไร่ อัตราปล่อยลูกกุ้งขนาด P_{15}–P_{20} ประมาณ 15–20 ตัวต่อตารางเมตร (บางรายอาจสูงกว่านี้) ให้อาหารประเภทปลาสดบดหรืออาหารผสมวันละ 4–5 ครั้ง มีการตีน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน ใช้ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 4 เดือน จึงจับขาย (ชูศักดิ์ 2541)

ภาพที่ 1 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาโดยใช้ความเค็มต่ำ



ภาพที่ 2 การปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงในล้อมผ้าพลาสติกที่ปรับความเค็มของน้ำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเดิมเลี้ยงกันมากแถบชายฝั่งทะเล แต่เนื่องจากผลตอบแทนที่ได้รับสูงมากดังกล่าวแล้ว ทำให้เกิดการขยายพื้นที่เลี้ยงอย่างรวดเร็ว มีการบุกรุกทำลายป่าชายเลนเพื่อนำมาใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ และบางแห่งได้เปลี่ยนแปลงนาข้าวมาใช้ประโยชน์เพื่อการเลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้การเลี้ยงแบบพัฒนาทำให้เกิดของเสียจำนวนมากและขาดการจัดการที่ดีและถูกต้อง จึงทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว เกิดการเน่าเสียของน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งเป็นผลจากผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำปล่อยน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีธาตุอาหารต่างๆ อยู่เป็นจำนวนมากลงไป ทำให้เกิดการระบาดของโรคกุ้งแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว การเลี้ยงกุ้งกุลาดำจึงประสบปัญหาจนต้องเคลื่อนย้ายเข้าไปในพื้นที่น้ำจืด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ในภาคกลางของประเทศ (สมศรี และรังสรรค์ 2544 รังสรรค์ และคณะ 2544)

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเริ่มขยายเข้าสู่พื้นที่น้ำจืดในภาคกลางและภาคตะวันออก ประมาณปี พ.ศ. 2534 และได้มีการพัฒนาการเลี้ยงเรื่อยมาจนสามารถเลี้ยงโดยใช้ความเค็มต่ำได้ จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน (โดยกองวางแผนการใช้ที่ดิน) ในปี พ.ศ. 2541 พบว่าใน 23 จังหวัดที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดมีพื้นที่ประมาณ 140,343 ไร่ เช่น จังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครปฐม นครนายก สุพรรณบุรี และพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น (ตารางที่ 1) และมีแนวโน้มขยายพื้นที่เลี้ยงขึ้นมาเรื่อยๆ ทำให้เกิดปัญหาทรัพยากรดินและน้ำเสื่อมโทรม รัฐบาลจึงประกาศใช้มาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพ

สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้ระงับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยการใช้ความเค็มต่ำในพื้นที่น้ำจืดจนกระทั่งถึงปัจจุบัน (รังสรรค์ และคณะ 2544)

ตารางที่ 1 พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด จำนวน 23 จังหวัด ในปี พ.ศ. 2541

จังหวัด	อำเภอ	เนื้อที่ (ไร่)	รวม (ไร่)
1. ฉะเชิงเทรา	บางคล้า	19,968	
	เมือง	10,098	
	บ้านโพธิ์	7,462	
	บางน้ำเปรี้ยว	6,591	
	บางปะกง	3,701	
	ราชสาส์น	2,870	
	พนมสารคาม	1,050	
	แปลงยาว	606	52,346
2. ปราจีนบุรี	บ้านสร้าง	25,794	
	เมือง	1,294	
	ศรีมหาโพธิ	738	
	ศรีมโหสถ	519	
	ประจันตคาม	119	
	กบินทร์บุรี	144	28,608
3. นครปฐม	บางเลน	8,042	
	กำแพงแสน	4,180	
	เมือง	775	
	ดอนตูม	534	
	นครชัยศรี	226	
	สามพราน	18	13,775
4. นครนายก	องครักษ์	8,325	
	เมือง	1,963	
	บ้านนา	378	
	ปากพลี	281	10,947
5. ชลบุรี	พานทอง	7,502	
	พนัสนิคม	2,582	
	เมือง	106	10,193

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	เนื้อที่ (ไร่)	รวม (ไร่)
6. สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	3,784	
	สองพี่น้อง	2,887	
	เมือง	1,108	
	อู่ทอง	266	
	เดิมบางนางบวช	190	
	สามชุก	173	
	ดอนเจดีย์	46	
	ศรีประจันต์	37	8,491
7. สมุทรปราการ	บางบ่อ	2,890	
	บางพลี	350	3,240
8. พระนครศรีอยุธยา	วังน้อย	1,473	
	บางไทร	391	
	บางซ้าย	271	
	อุทัย	242	
	ผักไห่	240	
	บางบาล	104	
	ลาดบัวหลวง	54	
	เมือง	41	2,816
9. ราชบุรี	บางแพ	796	
	โพธาราม	620	
	เมือง	380	
	ปากท่อ	180	
	บ้านโป่ง	170	
	วัดเพลง	40	2,186
10. เพชรบุรี	บ้านแหลม	1,240	
	เมือง	560	
	เขาย้อย	170	
	หนองหญ้าปล้อง	40	2,010

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	เนื้อที่ (ไร่)	รวม (ไร่)
11. ปทุมธานี	คลองหลวง	563	
	ลำลูกกา	550	
	หนองเสือ	274	
	ธัญบุรี	116	
	ลาดหลุมแก้ว	22	1,525
12. สมุทรสงคราม	บ้านแพ้ว	1,038	
	เมือง	239	
	กระทุ่มแบน	11	1,288
13. อ่างทอง	วิเศษชัยชาญ	630	
	เมือง	405	
	แสวงหา	120	
	ป่าโมก	30	
	โพธิ์ทอง	20	1,205
14. กรุงเทพมหานคร	หนองจอก	279	
	ลาดกระบัง	42	321
15. ลพบุรี	เมือง	270	
	บ้านหมี่	30	300
16. ชัยนาท	มโนรมย์	186	
	วัดสิงห์	35	
	สรรพยา	29	
	เมือง	20	
	หันคา	20	290
17. นครสวรรค์	พยุหะคีรี	240	
	ตาคลี	18	
	ชุมแสง	17	275
18. นนทบุรี	บางบัวทอง	126	
	ไทรน้อย	8	
	เมือง	5	139
19. กาญจนบุรี	ท่ามะกา	70	
	ท่าม่วง	50	120

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	เนื้อที่ (ไร่)	รวม (ไร่)
20. สระบุรี	หนองโดน	97	97
21. สิงห์บุรี	เมือง	72	
	ท่าช้าง	6	78
22. อุทัยธานี	หนองขาหย่าง	33	
	เมือง	20	
	ทับทัน	10	63
23. สมุทรสงคราม	เมือง	30	30
รวม			**140,343**

ที่มา : กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2543

3. ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดต่อทรัพยากรดินและน้ำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืดก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรดินและน้ำต่างๆ มากมาย ดังนี้

3.1 ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ดังนี้

3.1.1 ผลกระทบต่อน้ำผิวดิน

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดก่อให้เกิดมลภาวะแก่น้ำผิวดินอย่างชัดเจน เนื่องจากการขาดการจัดการน้ำที่ดีและเหมาะสม ได้แก่

1. ปัญหาการแพร่กระจายของน้ำเค็ม การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดบางแห่งจะดึงน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยเข้ามาตามคูคลองสาธารณะ และบางแห่งจะถ่ายเทน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งลงสู่คูคลองสาธารณะหรือนาข้าว ทำให้น้ำเค็มแพร่กระจายเข้าสู่นาข้าวและสวนจนทำให้เกิดปัญหาน้ำเค็มกระทบต่อข้าว ไม้ดอก ไม้ประดับ พืชผักและไม้ผล เช่น ในจังหวัดนครปฐม ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และสุพรรณบุรี เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภค (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

จากการสำรวจและศึกษาปัญหาการแพร่กระจายของน้ำเค็มที่นำมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่อำเภอบางคล้า และอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี พบว่าข้าวที่ได้รับน้ำเค็มจากการระบายทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จะมีความงอกค่อนข้างต่ำ การเจริญเติบโตช้า ปลายใบไหม้ แคระแกรน และผลผลิตต่ำมาก (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

นอกจากนี้รังสรรค์ และคณะ (2539) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อพื้นที่ทำการเกษตรระหว่างปี พ.ศ. 2537-2539 ที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าความเค็มจะแพร่กระจายจากบ่อเลี้ยงกุ้งและคลองระบายน้ำเสียออกไปสู่นาข้าวเป็นระยะทางประมาณ 600 เมตร ในระยะเวลา 1 ปี และแพร่กระจายไปในทิศทางเดียวกับการไหลของน้ำ

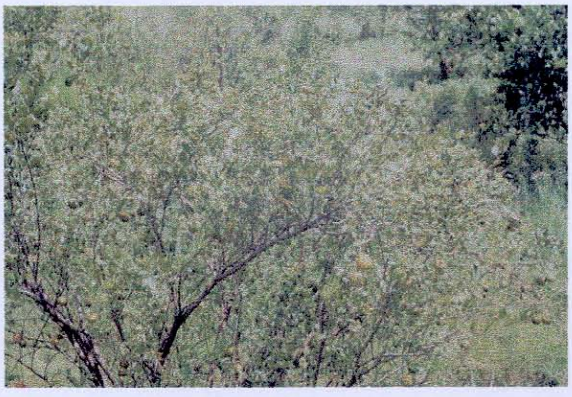
ภาพที่ 3 ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ปลูกใกล้บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ภาพที่ 4 ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ปลูกในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ภาพที่ 5 ข้าวที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มที่ระบายทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ภาพที่ 6 ข้าวที่ไม่มีผลกระทบจากปัญหาน้ำเค็ม

ภาพที่ 7 อาการใบไหม้ของข้าวเนื่องจากผลของน้ำเค็มที่นำมาใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ



ภาพที่ 8 ส้มที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

2. **ปัญหาน้ำเน่าเสีย** การระบายน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำลงในคูคลองสาธารณะและนาข้าว ก่อให้เกิดน้ำเน่าเสีย เนื่องจากน้ำที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะมีอาหารสำหรับจุลินทรีย์และแพลงค์ตอนปะปนอยู่จำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดโรคระบาดกับสัตว์น้ำอีกด้วย (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของเริงชัย (2538) ในเขตอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และในเขตอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เปรียบเทียบกับในเขตอำเภอสทิงพระ ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าน้ำในเขตที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะมีคุณภาพต่ำกว่าเขตที่ไม่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ยังพบว่าการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชหรือเรียกว่าเกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ ขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีผลให้เกิดการเน่าเสียของน้ำอย่างรุนแรง

ภาพที่ 9 ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำถ่ายเทน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำลงในนาข้าว

ภาพที่ 10 น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระบายลงสู่คลองสาธารณะและนาข้าว

3. **ปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดเพื่อการเกษตรกรรม** การขุดบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดเพื่อใช้ในการเกษตร เนื่องจากการขุดบ่อเลี้ยงกุ้งจะต้องขุดคันคูกั้นน้ำ ทำให้ปิดกั้นทางน้ำ นอกจากนี้การเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้ความเค็มต่ำจะต้องใช้น้ำจืดเป็นจำนวนมากผสมกับน้ำเค็มทำให้เกิดการแย่งชิงน้ำจืดระหว่างผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำและเกษตรกรผู้ปลูกพืช เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในจังหวัดจันทบุรี ระหว่างเกษตรกรชาวสวนไม้ผล และผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

3.1.2 ผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำก่อให้เกิดผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน ดังนี้

1. **ทำให้น้ำใต้ดินเค็ม** การเลี้ยงกุ้งกุลาดำทำให้เกิดปัญหาน้ำใต้ดินเค็ม เนื่องจากน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำซึมลงไปผสมกับน้ำใต้ดิน และเกษตรกรบางรายได้นำเกลือมาผสมลงไปในบ่อเลี้ยงกุ้ง

กุลาดำเพื่อรักษาระดับความเค็มให้ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จึงทำให้ความเค็มแพร่กระจายลงไปผสมกับน้ำใต้ดินมากยิ่งขึ้น (สมศรี และรังสรรค์ 2544 รังสรรค์ และคณะ 2544)

ในระหว่างปี 2543-2545 สุทัส และคณะ (2548) ได้ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดินจากท่อสังเกตุการณ์น้ำใต้ดิน (piezometer) ที่ฝังลึก 3 เมตร ในบริเวณที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราที่ฝังห่างจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำตั้งแต่ 5-100 เมตร พบว่าน้ำใต้ดินที่วัดจากท่อสังเกตุการณ์น้ำใต้ดินที่อยู่ติดกับบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูงและจะค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะห่างออกไป (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดินที่วัดจากท่อสังเกตุการณ์น้ำใต้ดินลึก 3 เมตร ที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2545

เดือน / ระยะห่าง	พ.ค. 43	มิ.ย. 43	ก.ค. 43	ส.ค. 43	ก.ย. 43	ธ.ค. 43	ม.ค. 44	ก.พ. 44	มี.ค. 44	เม.ย. 44	พ.ค. 44	มิ.ย. 44	ก.ค. 44	ส.ค. 44	ก.ย. 44	ม.ค. 45	ก.พ. 45	มี.ค. 45	เม.ย . 45	พ.ค. 45
ห่างจากบ่อกุ้ง 5 ม.	4.58	5.15	4.93	4.80	5.55	6.55	3.47	3.45	3.32	3.43	3.13	3.52	3.44	3.57	3.58	6.28	6.55	6.73	6.96	6.56
ห่างจากบ่อกุ้ง 10 ม.	4.15	4.36	6.20	4.90	6.35	4.92	2.58	2.60	2.58	2.68	2.58	2.73	2.73	2.79	2.70	5.13	5.04	4.99	5.26	5.02
ห่างจากบ่อกุ้ง 20 ม.	3.85	3.97	3.75	3.72	4.01	4.62	2.38	2.40	2.33	2.43	2.33	2.43	2.41	2.48	2.46	4.43	4.31	4.28	4.45	4.36
ห่างจากบ่อกุ้ง 30 ม.	4.12	4.33	4.00	3.89	4.17	5.03	2.60	2.58	2.46	2.61	2.56	2.77	2.70	2.59	2.58	4.83	4.57	4.38	4.96	4.65
ห่างจากบ่อกุ้ง 50 ม.	2.69	2.76	5.49	3.95	2.67	3.14	1.63	1.64	1.68	1.72	1.65	1.86	1.96	2.05	2.07	3.17	3.02	3.04	3.08	3.81
ห่างจากบ่อกุ้ง100 ม.	2.15	2.17	2.03	2.04	2.12	1.89	0.97	1.01	1.07	1.22	1.31	1.57	1.60	1.53	1.33	1.96	1.93	1.95	2.19	2.38

2. ทำให้น้ำใต้ดินยกตัวสูงขึ้น การเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะทำให้น้ำใต้ดินขึ้นมาอยู่ใกล้ผิวดินมากขึ้นเนื่องจากน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งจะค่อยๆ ซึมลงไปผสมกับน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดปัญหากับการปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เนื่องจากทำให้รากพืชเน่าและเกลือที่ผสมอยู่ก็ก่อให้เกิดพิษกับพืชนั้นด้วย (สมศรี และรังสรรค์ 2544)

จากการศึกษาของสุทัส และคณะ (2548) ในระหว่างปี 2543-2545 พบว่าระดับน้ำใต้ดินในท่อสังเกตุการณ์น้ำใต้ดิน (piezometer) ที่ฝังอยู่รอบๆ บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จะมีระดับสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงระยะเวลาที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยเฉพาะท่อที่ฝังอยู่ใกล้กับบ่อเลี้ยงกุ้ง 5-10 เมตร นอกจากนี้ยังพบว่าส้มเขียวหวานที่ปลูกในอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม มีอาการชะงักการเจริญเติบโต และผลมีขนาดเล็ก เนื่องจากได้รับผลกระทบจากน้ำเค็มที่ซึมปะปนมากับน้ำใต้ดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่อยู่ห่างประมาณ 50 เมตร

ภาพที่ 11 การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดินที่ติดกับบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ภาพที่ 12 ท่อ piezometer ฝังอยู่ในนาข้าวเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน

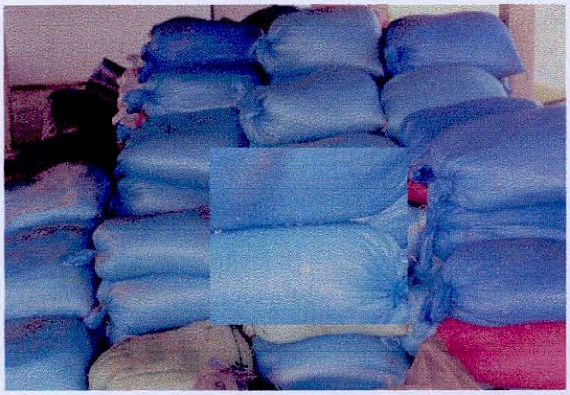
3.2 ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรดิน ดังนี้

1. **เกิดการสะสมเกลือหรือความเค็มในดิน** เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการนำน้ำทะเลเข้ามาผสมกับน้ำจืดเพื่อให้มีความเค็มเริ่มต้นประมาณ 8 ส่วนในพัน (ppt) หรือมากกว่า ต่อการเลี้ยง 1 ครั้ง ดังนั้นเมื่อเลี้ยงติดต่อกันไปหลายๆ ครั้ง จึงทำให้เกิดการสะสมของความเค็มหรือเกลือในดิน ทำให้กลายเป็นดินเค็มที่ไม่สามารถใช้เพื่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้ (สมศรี และรังสรรค์ 2544) นอกจากนี้เมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำบางรายได้นำเกลือมาผสมกับน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อรักษาความเค็มของน้ำให้ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จึงทำให้เกลือหรือความเค็มสะสมในดินมากขึ้น

จากการศึกษาของนฤมล และนันทิยา (2541) เกี่ยวกับการแพร่กระจายของความเค็มในดินในพื้นที่น้ำจืดที่มีการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม โดยเก็บตัวอย่างดินห่างจากบ่อเลี้ยงกุ้งตั้งแต่ระยะ 50 เมตร จนถึง 150 เมตร เปรียบเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บจากระยะห่าง 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร ผลของการศึกษาพบว่าร้อยละ 70 ของตัวอย่างดินที่เก็บห่างจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 50-150 เมตร มีค่าความเค็มสูงขึ้น การแพร่กระจายในช่วงฤดูฝนจะสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง และจะพบการเปลี่ยนแปลงค่าของความเค็มอย่างเด่นชัดในดินบนระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร

ภาพที่ 13 ปูนโดโลไมท์สำหรับใส่ในบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนเตรียมน้ำ



ภาพที่ 14 เกลือที่ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำนำมาใช้ปรับความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

2. โครงสร้างของดินถูกทำลาย น้ำเค็มหรือเกลือที่นำมาผสมกับน้ำจืดที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะมีปริมาณของโซเดียม (Na^+) สูง จึงทำให้เกิดการสะสมของโซเดียมในดิน โซเดียมจะมีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนประจุบวก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแคลเซียม (Ca^{++}) และแมกนีเซียม (Mg^{++}) ดินที่มีสัดส่วนของโซเดียมต่อผลรวมของแคลเซียมกับแมกนีเซียมสูง จะทำให้โซเดียมมีความแอคทีฟ (active) กว่าโซเดียมในดินที่มีสัดส่วนของโซเดียมต่อผลรวมแคลเซียมกับแมกนีเซียมต่ำ สัดส่วนระหว่างโซเดียมกับผลรวมของแคลเซียมกับแมกนีเซียม เรียกว่า Sodium Absorption Ratio (SAR) ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

โซเดียมที่มีความแอคทีฟจะทำให้อนุภาคของดินฟุ้งกระจายไม่จับตัวกันเป็นเม็ดดิน ดินจึงไม่มีโครงสร้างทำให้แน่นทึบ การถ่ายเทอากาศและน้ำของดินจึงเลว ยากต่อการชอนไชของรากพืช พืชที่ปลูกจึงแคระแกรน และแสดงอาการขาดน้ำแม้จะมีการให้น้ำจนมากเกินพอ นอกจากนี้โซเดียมจะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินสูงขึ้น เป็นปัญหาต่อการละลายของธาตุอาหารบางชนิด กล่าวคือทำให้ธาตุอาหารบางชนิดถูกตรึงแต่บางชนิดถูกละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช พืชที่ชอบดินด่างเท่านั้น จึงจะเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความเป็นด่างสูง (สมศรี 2539)

จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน และคณะ (2544) ในบริเวณพื้นที่น้ำจืดที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง พบว่าเมื่อค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ธาตุโซเดียม (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) ซัลเฟต ($SO_4^{=}$) และค่าอัตราการดูดซับโซเดียม (SAR) ก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวของดิน ทำให้ดินแน่นทึบระบายน้ำได้น้อยลง เกิดการสะสมกรด หรือด่างในดินมากขึ้น และก่อให้เกิดผลกระทบต่อพืช และสัตว์ในดิน เช่นไส้เดือน เป็นต้น

3. ผลกระทบจากตะกอนหรือดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะกำจัดตะกอนหรือดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งโดยการถ่ายเทลงในคูคลองสาธารณะและนาข้าว เป็นเหตุให้คูคลองตื้นเขิน และทำให้สมบัติของดินนาเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้ไม่สามารถใช้ปลูกข้าวได้อีกหรือปลูกได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ (สมศรี และรังสรรค์ 2544) ดังเช่นตัวอย่างที่เกิดขึ้นใน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

ภาพที่ 15 เกษตรกรกำลังถ่ายเทโคลนขี้กุ้งลงในนาข้าว

ภาพที่ 16 โคลนขี้กุ้งที่เกษตรกรถ่ายเทลงในนาข้าวหลังจากปล่อยให้แห้ง

ภาพที่ 17 ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำตักโคลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำทิ้งไว้บนคันคูน้ำด้านติดคลองสาธารณะ

ภาพที่ 18 นาร้างที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

4. แนวทางการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างเพื่อการเกษตร

พื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นพื้นที่ตั้งแต่ชายฝั่งทะเลที่มีน้ำทะเลท่วมถึง ได้รับอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ตลอดจนพื้นที่น้ำจืดที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเข้าไป โดยปกติใช้ทำนา การใช้ประโยชน์จากที่ดินเหล่านี้จึงมีความหลากหลายมาก อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูดินของพื้นที่ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม สามารถจำแนกได้เป็น 3 รูปแบบคร่าวๆ ดังนี้

1. ปรับสภาพพื้นที่มาใช้ประโยชน์เพื่อการทำนา
2. ปรับสภาพพื้นที่มาใช้ประโยชน์เพื่อการยกร่องปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก
3. ปรับสภาพพื้นที่มาใช้ประโยชน์เพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดและ/หรือบ่อสำรองน้ำจืด

ลักษณะของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยทั่วไปจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3-6 ไร่ ดังกล่าวแล้ว ก้นบ่อจะขุดลึกจากผิวดินเดิมประมาณ 0.50-0.80 เมตร ดินที่ขุดขึ้นมาจะนำไปทำเป็นคันดินสูงประมาณ 2.00-2.50 เมตร จากผิวดินเดิม โดยมีฐานะล่างกว้างประมาณ 6.00 เมตร สันดินบนกว้างประมาณ 3.00 เมตร เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวจัด บางแห่งจะพบชั้นดินเลนที่ระดับความลึกประมาณ 1.50 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมาก โครงสร้างของดินแน่นทึบและการระบายน้ำเลว

พื้นที่ที่ผ่านเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เป็นพื้นที่ข้างเคียงบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และส่วนที่เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ทั้งสองส่วนเป็นผลที่เกิดจากดินได้รับความเค็มและธาตุโซเดียมเพิ่มสูงขึ้นจนเป็นพิษต่อพืช ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ข้าว พืชผัก และส้มเขียวหวาน เป็นต้น ดังนั้น การฟื้นฟูพื้นที่ที่เป็นบ่อกุ้งร้างและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำนอกจากจะต้องทำการปรับสภาพของพื้นที่แล้วยังจะต้องแก้ไขปัญหาความเค็ม โซเดียมในดิน และปรับปรุงบำรุงดินด้วย

ก่อนดำเนินการฟื้นฟูบ่อกุ้งร้างและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จะต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยมีประสิทธิภาพ และไม่มีปัญหาอุปสรรคต่อการดำเนินการ ขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าว ได้แก่

1. สำรวจความต้องการของเกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ดิน และมีความประสงค์ที่จะฟื้นฟูพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมแบบยั่งยืนเป็นหลัก พร้อมทั้งยินยอมร่วมมือในการดำเนินการต่างๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

2. คัดเลือกพื้นที่ดำเนินการโดยพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน สภาพของดินต้องไม่เสื่อมโทรมจนยากที่จะฟื้นฟู มีเส้นทางคมนาคมสะดวกพอควร มีแหล่งน้ำจืด มีคูคลองระบายน้ำ ไม่เป็นที่ลุ่มจนเกินไป และไม่มีปัญหาแรงงาน

3. สำรวจข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจสังคม และทัศนคติในการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร

4. เมื่อได้พื้นที่ที่ต้องการแล้วจึงจัดทำแผนที่ขอบเขตและการถือครองที่ดิน โดยใช้มาตราส่วน 1:1,000

5. ดำเนินการวางแผนการใช้ที่ดิน กำหนดชนิดพืชและระบบการปลูกพืช แล้วนำมาออกแบบระบบโครงสร้าง เป็นพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการ

6. ประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมด

7. นำแผนการดำเนินการต่างๆ ไปทำความเข้าใจกันเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ให้รับทราบและเข้าใจ

8. ปรับสภาพพื้นที่ และก่อสร้างระบบโครงสร้าง ให้เป็นพื้นที่ที่ต้องการตามที่ออกแบบไว้

9. แก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน

10. ปรับปรุงบำรุงดิน

4.1 การดำเนินการปรับสภาพพื้นที่

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่ได้กล่าวไว้เป็นอย่างดีแล้ว จึงดำเนินการปรับสภาพพื้นที่ของบ่อกุ้งร้างและพื้นที่ข้างเคียงที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำให้เป็นพื้นที่ที่ต้องการตามที่ออกแบบไว้แล้ว แต่ละรูปแบบจะมีการดำเนินการ ดังนี้

4.1.1 การปรับสภาพพื้นที่เป็นนาข้าว

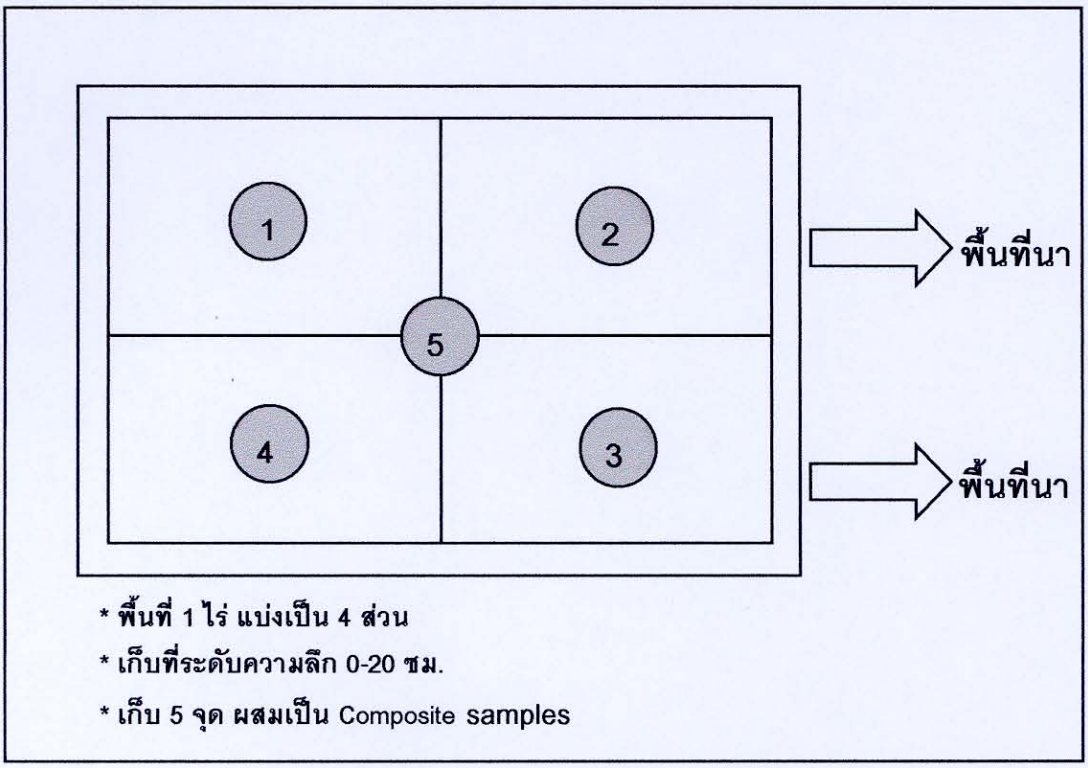
การปรับเปลี่ยนสภาพของบ่อกุ้งร้างให้เป็นนาข้าว มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน 2545)

1. ระบายน้ำออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งให้หมด แล้วตากบ่อทิ้งไว้จนแห้ง ทำการตรวจสอบว่าบริเวณใดเป็นดินเลนหรือดินอ่อน ให้ใช้รถขุดตักดินเลนหรือดินอ่อนดังกล่าวขึ้นมาตากให้แห้ง
2. ทลายคันดินรอบบ่อทั้งหมด เกลี่ยดินให้สม่ำเสมอ บดอัดดินให้แน่นพอควร
3. จัดรูปแปลงนา คันนา และทางระบายน้ำเข้าออกตามแบบที่ได้เขียนไว้
4. เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี
5. แก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน
6. ปรับปรุงบำรุงดินแล้วจึงดำเนินการปลูกข้าว

4.1.1.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ภายหลังจากปรับสภาพพื้นที่และจัดรูปแปลงนาเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน สมบัติทางเคมีของดินที่ต้องทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ความต้องการปูน (LR) หรือยิปซั่ม (GR) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ปริมาณของแคลเซียม (Ca^{++}) แมกนีเซียม (Mg^{++}) โซเดียม (Na^{+}) และคลอไรด์ (Cl^{-}) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และค่า SAR ของดิน

วิธีเก็บตัวอย่างดิน แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยๆ แปลงละ 1 ไร่ ในพื้นที่ 1 ไร่ จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน เก็บตัวอย่างดินจากจุดกึ่งกลางของพื้นที่ 1 ไร่ นั้น 1 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และเก็บอีก 4 ตัวอย่าง โดยการสุ่มจากพื้นที่ทั้ง 4 ส่วน ที่ความลึกระดับเดียวกัน (ภาพที่ 19) นำตัวอย่างดินทั้งหมดมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite samples) แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 19 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ถูกปรับสภาพเป็นนาข้าว

หลังจากเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 แล้ว จะทำการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 หลังจากล้างดินและเตรียมปลูกข้าว ครั้งที่ 3 จะเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ครั้งที่ 4 และ 5 จะเก็บห่างกันครั้งละ 1 ปี และครั้งที่ 4 จะเก็บห่างจากครั้งที่ 3 เป็นระยะเวลา 1 ปี เช่นเดียวกัน แต่ละครั้งจะเก็บที่จุดเดิม ความลึก 0-20 เซนติเมตร นำมารวมกันเป็น composite samples และวิเคราะห์เช่นเดียวกับครั้งแรก (ภาพที่ 19 และ 29) ผลการวิเคราะห์ดินจะใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงบำรุงดินต่อไป

4.1.1.2 การแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน

ภายหลังจากได้รับผลการวิเคราะห์สมบัติของกายภาพและเคมีของดินจากห้องปฏิบัติการแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาว่าแปลงนาที่จัดรูปเรียบร้อยแล้วมีเนื้อดินประเภทใด มีความต้องการปูน (LR) หรือยิปซั่ม (GR) มากน้อยเพียงใด มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของดินสูงหรือต่ำอย่างไร เนื่องจากจะต้องเลือกวิธีการแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน ให้เหมาะสมกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน การเลือกใช้วิธีที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมจะทำให้การฟื้นฟูดินทำได้ยากจนอาจไม่ประสบผลสำเร็จในที่สุด

การแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน วิธีที่สะดวกและทำได้ไม่ยากนักจะใช้วิธีล้างดิน แต่วิธีการล้างดินเค็มแต่ละประเภทจะแตกต่างกันไปตามสมบัติ

ทางกายภาพและเคมีของดิน ซึ่งตามหลักการที่ได้มีการศึกษาและค้นคว้ากันมาเป็นเวลานาน มีการจำแนกดินเค็มไว้ตามสมบัติทางเคมี ดังนี้

ดินเค็ม (Saline soil) เป็นดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำสูงกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP : Exchangeable sodium percentage) น้อยกว่า 15 และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 8.5 เกลือที่พบส่วนใหญ่จะเป็นเกลือคลอไรด์และซัลเฟทของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (สมศรี 2539 , สมศรี 2540)

$$ESP = \frac{Na^{+}}{CEC} \times 100$$

(CEC : Cation Exchange Capacity)

ดินด่างหรือดินโซดิก (Sodic soil) เป็นดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำต่ำกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 8.5-10.00 (หรืออาจต่ำกว่า) เกลือที่พบมักเป็นเกลือคาร์บอเนตของโซเดียม การที่ดินมีปริมาณของโซเดียมสูงจะทำให้อนุภาคของดินฟุ้งกระจายและโครงสร้างของดินถูกทำลาย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการไถพรวนและการซาบซึมของน้ำและอากาศในดิน (สมศรี 2539 , สมศรี 2540)

ดินเค็มโซดิก (Saline sodic soil) เป็นดินที่มีเกลือมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำสูงกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 (สมศรี 2539 , สมศรี 2540)

การวัดค่า ESP ต้องวิเคราะห์หาค่าของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ แต่วิธีวิเคราะห์ค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน จึงอาจใช้ค่าของ SAR แทน โดยค่า SAR กับ ESP จะมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$ESP = \frac{(1.475 \times SAR) - 1.26}{(0.01475 \times SAR) + 0.99}$$

(**ที่มา** : U.S. Salinity Laboratory, 1954)

การล้างดิน

การล้างดินเค็ม ดินด่าง หรือดินเค็มด่าง มีวิธีการดังนี้

การล้างดินเค็ม (Saline soil) สามารถทำได้โดยการใช้น้ำจืดชะล้างแล้วระบายทิ้ง การล้างดินทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและแบบเป็นช่วงเวลา การล้างแบบต่อเนื่องจะใช้ปริมาณน้ำมากกว่าการล้างแบบเป็นช่วงเวลา แต่เวลาที่ใช้จะน้อยกว่าและเห็นผลเร็วกว่า (อรุณี 2544, Fahad และคณะ 1985)

การล้างดินด่าง (Sodic soil) และดินเค็มด่าง (Saline sodic soil) ไม่สามารถใช้น้ำจืดชะล้างได้ทันที เนื่องจากน้ำจะชะล้างเอาแคลเซียม (Ca^{++}) และแมกนีเซียม (Mg^{++}) ออกไปก่อนโซเดียม (Na^{+}) ทำให้โซเดียมถูกดูดยึดไว้ด้วยแรงที่เหนียวแน่นมากยิ่งขึ้น และทำให้การชะล้างทำได้ยาก ดังนั้นการล้างดินที่เป็นดินด่างหรือดินเค็มด่างต้องใส่สารบางชนิดลงไปไล่ที่โซเดียมก่อน แล้วจึงล้างเอาโซเดียมออกไป (ยงยุทธ 2524, อรุณี 2544) สารที่นิยมใช้ไล่ที่โซเดียม ได้แก่

- **ยิปซั่ม (Gypsum : $CaSO_4.2H_2O$)** การใส่ยิปซั่มลงไปในดินด่างหรือดินเค็มด่างจะทำให้ความเป็นพิษของเกลือโซเดียมลดลง โดยจะเปลี่ยนจากเกลือคลอไรด์ของโซเดียม (NaCl) ไปอยู่ในรูปเกลือซัลเฟทของโซเดียม (Na_2SO_4) ซึ่งจะเป็นพิษต่อพืชน้อยลงและละลายน้ำได้ดีขึ้น ทำให้สามารถชะล้างออกไปจากดินได้ง่ายขึ้น

$$2\,NaX + CaSO_4 \rightleftharpoons CaX_2 + Na_2SO_4$$

(X = อนุมูลของเกลือโซเดียม)

- **กรดกำมะถันหรือสารที่เปลี่ยนเป็นกรดกำมะถัน** กรดทำมะถันที่ใส่ลงไปในดินจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนตอิสระ ได้ยิปซั่มและยิปซั่มก็จะทำปฏิกริยากับเกลือโซเดียมได้เกลือซัลเฟตของโซเดียมดังกล่าวแล้ว

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightleftharpoons CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

ถ้าสารที่ใส่เป็นกำมะถันก็จะถูกจุลินทรีย์ *Thiobacillus thiooxidans* ออกซิไดส์ให้เป็น SO_3 ซึ่งจะละลายน้ำให้กรดกำมะถัน

$$S + 3\,O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2H_2SO_4$$

- **แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$ $MgCO_3$)** สารที่ใช้ได้แก่ หินปูน (Limestone) หินโดโลไมท์ (Dolomite) และสารแคลเซียมคาร์บอเนต สารดังกล่าวนี้จะ

ปลดปล่อยอนุมูลแคลเซียมหรือแมกนีเซียมไปไล่ที่โซเดียม แต่จะต้องใส่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากโซเดียมมีขนาดประจุที่เล็กกว่าและถูกตรึงอยู่ในโครงสร้างของดินเหนียวทำให้ถูกไล่ที่ออกไปได้ยาก

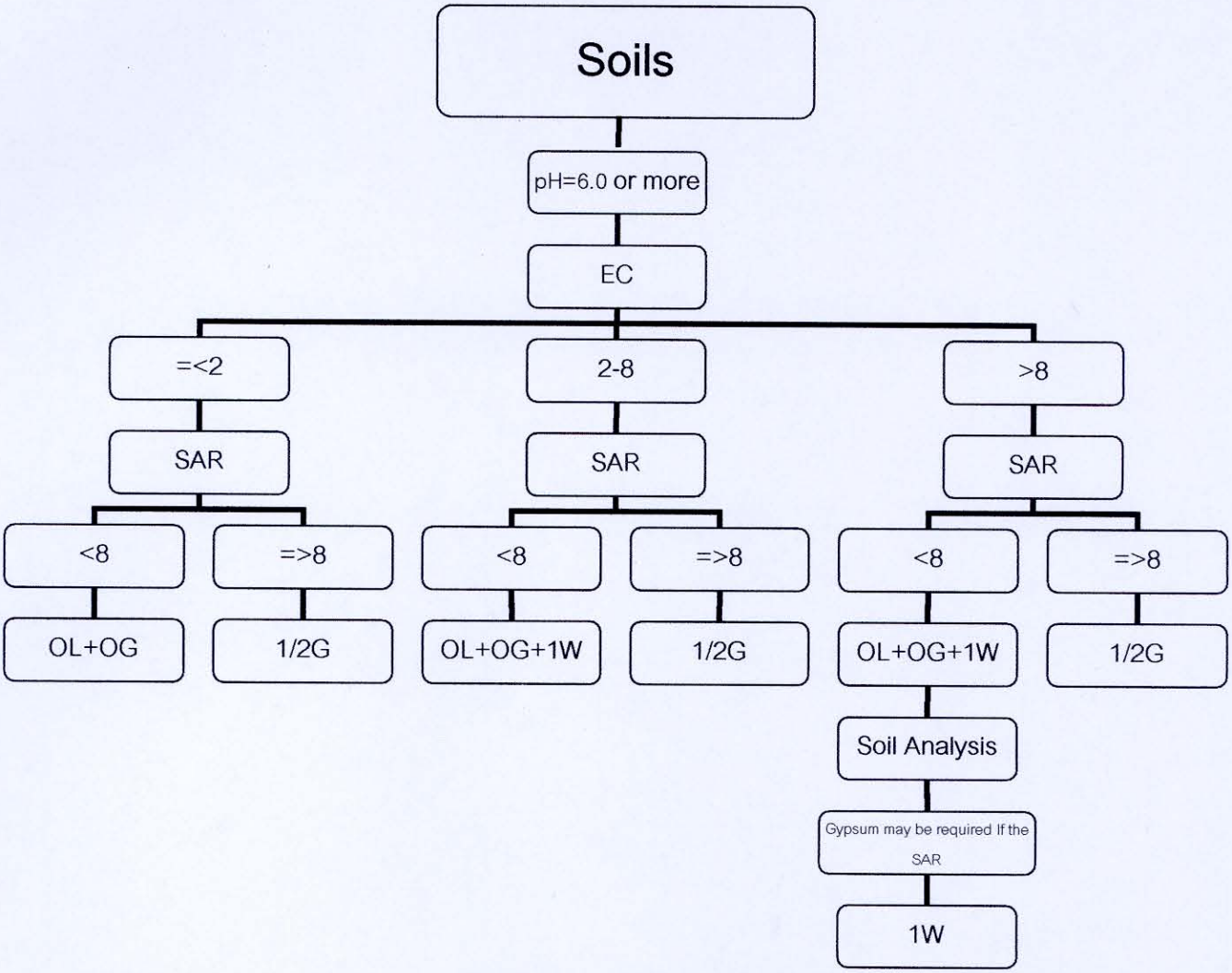
การเลือกใช้ปูนหรือยิปซัม จะพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นปัจจัยแรก ซึ่งแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน 2546)

1. ดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่าหรือเท่ากับ 6.0 ในกรณีนี้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ปูน เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินเท่ากับหรือมากกว่า 6 การจะใช้ยิปซั่มหรือไม่จะพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าของดิน และค่า SAR เป็นปัจจัยถัดมา (ภาพที่ 20)

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เดซิซีเมนต่อเมตร และค่า SAR น้อยกว่า 8 ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้าค่า SAR มากกว่าหรือเท่ากับ 8 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 2-8 เดซิซีเมนต่อเมตร และค่า SAR น้อยกว่า 8 ไม่จำเป็นต้องใช้ยิปซั่ม ล้างด้วยน้ำก็เพียงพอ แต่ถ้าค่า SAR มากกว่าหรือเท่ากับ 8 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่ามากกว่า 8 เดซิซีเมนต่อเมตร และค่า SAR น้อยกว่า 8 ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ยิปซั่ม ล้างด้วยน้ำก็เพียงพอ หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาค่า SAR ของดินอีกครั้ง ถ้าหากมีค่าเพิ่มขึ้นอาจต้องใช้ยิปซั่ม และล้างดินอีกครั้ง และในกรณีที่ค่า SAR มากกว่าหรือเท่ากับ 8 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ



ภาพที่ 20 แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดิน (pH) เท่ากับหรือมากกว่า 6

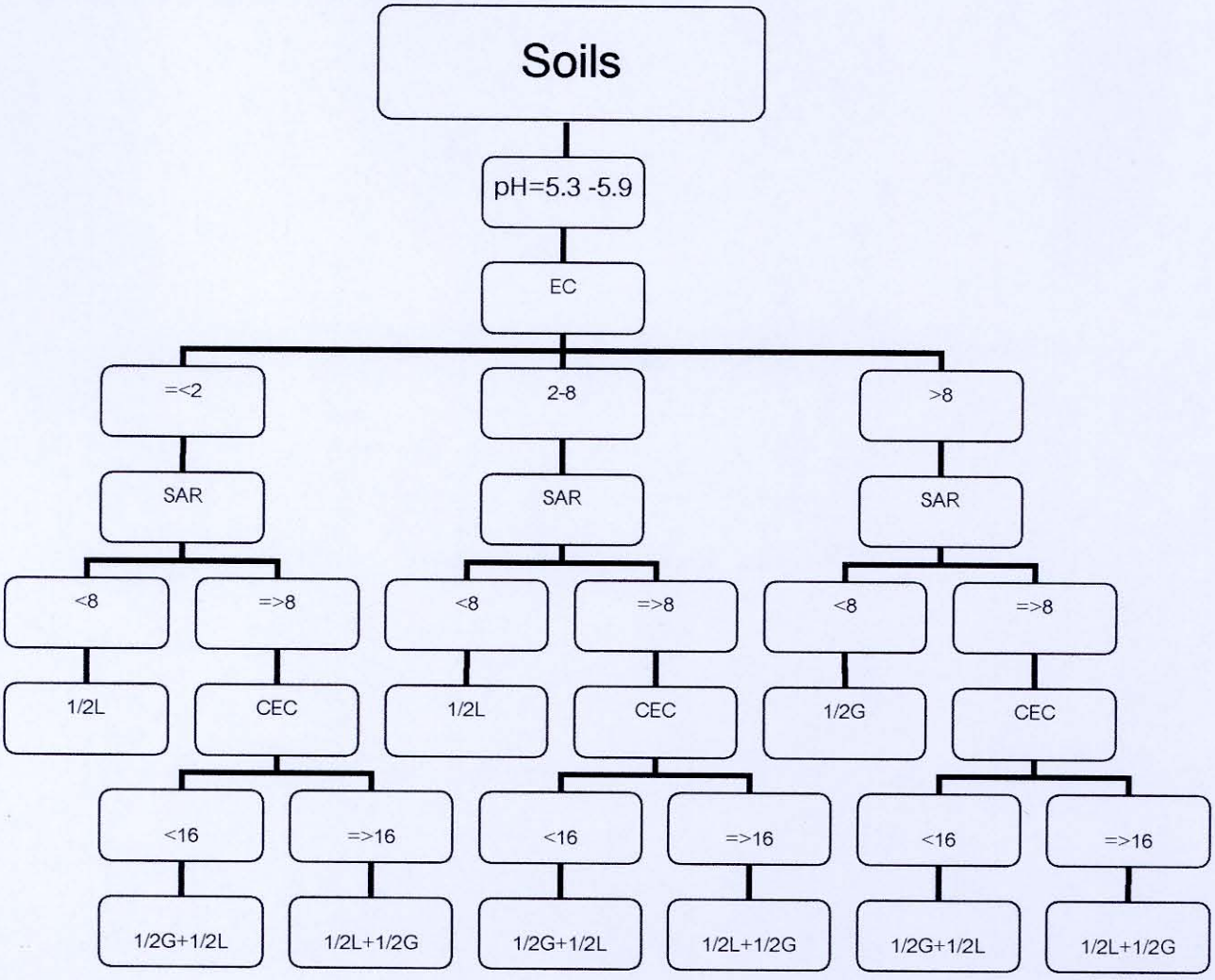
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน 2546

2. ดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.3-5.9 ในกรณีนี้มีความจำเป็นต้องใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ จะใช้ยิปซั่มร่วมด้วยหรือไม่ จะพิจารณาค่า SAR และ CEC เป็นปัจจัยถัดมา (ภาพที่ 21)

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR น้อยกว่า 8 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ โดยไม่ต้องใช้ยิปซั่มร่วมด้วย แต่ถ้าค่า SAR มากกว่าหรือเท่ากับ 8 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้า CEC มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 2-8 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR น้อยกว่า 8 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ โดยไม่ต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้าค่า SAR มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 8 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้าค่า CEC มากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 8 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR น้อยกว่า 8 จะใช้ปูนเพียงครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการโดยไม่ต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้าค่า SAR มากกว่าหรือเท่ากับ 8 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้าค่า CEC มากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ



ภาพที่ 21 แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดิน (pH) มีค่าระหว่าง 5.3-5.9

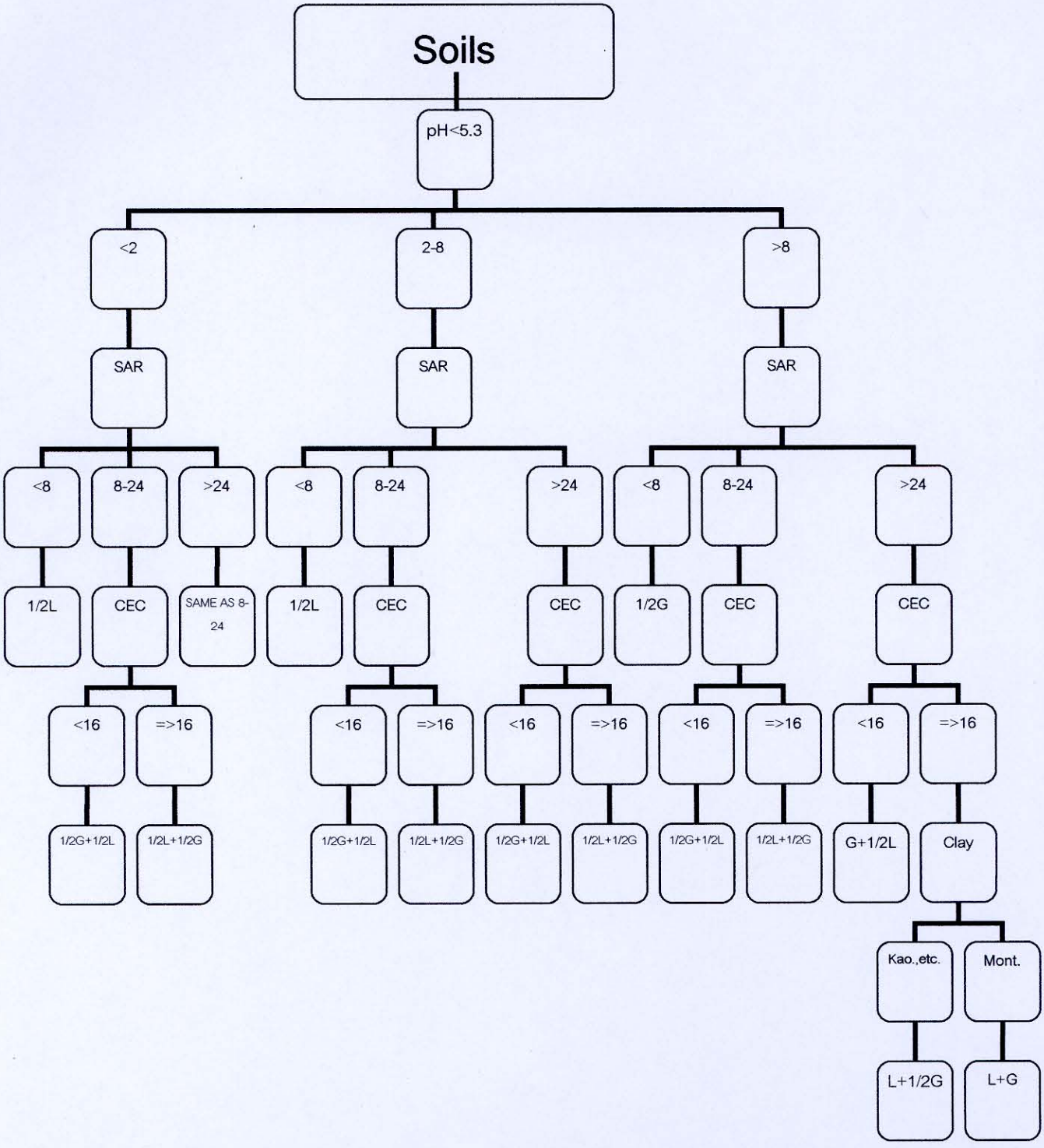
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน 2546

3. ดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 5.3 หรือดินที่เป็นกรดจัด ในกรณีนี้มีความจำเป็นต้องใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ จะใช้ยิปซั่มร่วมด้วยหรือไม่จะต้องพิจารณาค่าการนำไฟฟ้า ค่า SAR ค่า CEC และชนิดของดินเหนียวเป็นปัจจัยต่อมา (ภาพที่ 22)

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR ต่ำกว่า 8 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ โดยไม่ต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้าค่า SAR มีค่าระหว่าง 8-24 หรือมากกว่า 24 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้ามีค่า CEC มากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 2-8 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR น้อยกว่า 8 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการโดยไม่ต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้ามีค่า SAR ระหว่าง 8-24 หรือมากกว่า 24 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้ามีค่า CEC มากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ

- ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่ามากกว่า 8 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR น้อยกว่า 8 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการโดยไม่ต้องใช้ยิปซั่ม แต่ถ้าค่า SAR มีค่าระหว่าง 8-24 และมีค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้า CEC มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 16 จะใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ และถ้าค่า SAR มากกว่า 24 ค่า CEC น้อยกว่า 16 จะใช้ยิปซั่มตามอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ปูนครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ แต่ถ้ามีค่า CEC มากกว่าหรือเท่ากับ 16 และเนื้อดินเป็นดินเหนียวชนิด kaolinite จะใช้ปูนตามอัตราที่ต้องการแล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มครึ่งหนึ่งของอัตราที่ต้องการ ถ้าเนื้อดินเป็นดินเหนียวชนิด montmorillonite จะใช้ปูนตามอัตราที่ต้องการ แล้วตามด้วยการใช้ยิปซั่มตามอัตราที่ต้องการ



ภาพที่ 22 แผนภาพแสดงการพิจารณาการเลือกใช้ปูนหรือยิปซั่มเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) มีค่าต่ำกว่า 5.3

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน 2546

ภาพที่ 23 ปูนขาวใช้ในการล้างดินเค็มที่มี pH ต่ำ

ภาพที่ 24 ปูนโดโลไมท์ใช้ในการล้างดินเค็มที่มี pH ต่ำ

- อินทรียสาร ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกและพืชปุ๋ยสด อินทรียสารที่ใส่ลงไปในดินจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และละลายน้ำให้กรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 + CaCO_3 + 2Na \rightleftharpoons CaX_2 + 2NaHCO_3$$

การใส่อินทรียสารลงไปในดินนอกจากจะช่วยกำจัดโซเดียมแล้ว ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น เนื่องจากอินทรียสารที่สลายตัวจะปลดปล่อยสารเหนียวที่ช่วยให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นเม็ดดิน นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรียสารก็จะสร้างเส้นใยซึ่งจะช่วยให้อนุภาคของดินถูกยึดเข้าด้วยกันเป็นเม็ดดิน พืชปุ๋ยสดที่นำมาใช้ปรับปรุงดิน ได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่างๆ เช่น ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน โสนจีนแดง โสนอินเดีย และโสนคางคก เป็นต้น

วิธีล้างดินในโครงการฟื้นฟูดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ดำเนินการโดยกรมพัฒนาที่ดินมีวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. บ่มดินด้วยวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ปูนหรือยิปซั่มไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วระบายน้ำเข้าจนท่วมผิวหน้าแปลงนาหรือร่องสวนโดยตลอดทั้งแปลง แช่ขังทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วระบายน้ำทิ้ง และล้างน้ำซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยแช่ขังน้ำไว้ครั้งละ 7 วัน เป็นระยะเวลาที่ใช้ในขบวนการล้างดินทั้งสิ้น 28 วัน

2. ถ้าใช้ทั้งปูนและยิปซั่มร่วมกัน จะใช้วิธีบ่มดินด้วยปูนก่อนเป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วจึงบ่มดินด้วยยิปซั่มอีก 7 วัน แล้วทำการล้างดินด้วยน้ำเช่นเดียวกับข้อ 1 เป็นระยะเวลาที่ใช้ในขบวนการล้างดินด้วยวิธีนี้ทั้งสิ้น 35 วัน แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์อีกครั้ง

4.1.1.3 การปรับปรุงบำรุงดิน

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำนอกจากจะเป็นการเพิ่มความเค็มและโซเดียม (Na^+) ให้แก่ดินแล้ว ยังเป็นเหตุให้โครงสร้างของดินถูกทำลายอีกด้วย เนื่องจากโซเดียมมีสมบัติเด่นที่ทำให้อนุภาคของดินฟุ้งกระจายไม่เกาะตัวกันเป็นเม็ดดิน หากมีระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำนานเท่าใด โครงสร้างของดินก็จะถูกทำลายมากขึ้น การแก้ไขและปรับปรุงบำรุงดินดินก็จะยากยิ่งขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน

โครงสร้างของดินที่ถูกทำลายจะมีผลอย่างยิ่งต่อการถ่ายเทน้ำหรือการซาบซึมของน้ำและอากาศภายในชั้นดิน เนื่องจากอนุภาคของดินที่ไม่เกาะตัวกันจะเข้าไปอุดตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินโดยเฉพาะอนุภาคที่เป็นดินเหนียว ทำให้การผ่านเข้าออกของน้ำและอากาศภายในดินเป็นไปด้วยความลำบากยากยิ่ง ดินที่มีลักษณะเช่นนี้จึงมีการระบายน้ำและอากาศภายในดินเลว เมื่อได้รับการให้น้ำหน้าดินจะเหลวเละ และอนุภาคของดินก็จะไปอุดช่องว่างระหว่างเม็ดดินมากขึ้น ทำให้น้ำซึมเข้าไปในดินได้ประมาณ 1-2 นิ้วเท่านั้น พืชจึงแสดงอาการขาดน้ำแม้จะมีการให้น้ำแก่ดินอย่างเกินพอ นอกจากนี้การปรับแต่งและบดอัดผิวหน้าดินก็มีส่วนทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลายลงไปอย่างมากด้วย ดังนั้นภายหลังการล้างดินจึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงโครงสร้างและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลงไปในระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและการล้างดิน การปรับปรุงบำรุงดินได้กล่าวถึงไปบ้างแล้ว จึงขอกล่าวเพิ่มเติม ดังนี้

1. การใช้วัสดุปรับปรุงดินประเภทอินทรียสาร ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก พืชปุ๋ยสด แกลบ ขี้เถ้าแกลบ และอื่นๆ

ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แกลบและขี้เถ้าแกลบ แปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำใช้ประมาณ 1 ตันต่อไร่ เป็นอย่างต่ำ แปลงนาที่เคยเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำใช้ประมาณ 3 ตันต่อไร่ ในระยะเริ่มต้น เนื่องจากดินมีความเสื่อมโทรมมากกว่า พืชปุ๋ยสด ได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่างๆ เช่น ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน โสนจีนแดง โสนอินเดีย และโสนคางคก เป็นต้น จะไถกลบลงดิน เมื่อเริ่มมีดอกหรือโตได้ขนาดตามต้องการ ดินที่มีความเสื่อมโทรมมากอาจต้องปลูกและไถกลบพืชปุ๋ยสดหลายๆ ครั้ง

2. การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ข้าวให้เพียงพอแก่ความต้องการ เนื่องจากปุ๋ยเคมีสามารถสลายตัวให้ธาตุอาหารพืชได้รวดเร็ว และครั้งละมากๆ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมีจะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายแก่พืช และไม่สูญเปล่า ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น โดยไม่จำเป็น นาข้าวส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และแต่งหน้าด้วยปุ๋ยยูเรียที่ละลายให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 5-10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยจะใส่ในระยะที่ข้าวกำเนิดช่อดอกและสร้างรวงอ่อน

4.1.1.4 การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสม

นาข้าวที่ปรับสภาพมาจากบ่อกุ้งร้างหรือพื้นที่ข้างเคียงที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ แม้จะมีการล้างดินและปรับปรุงบำรุงดินมาแล้วก็ตาม ปัญหาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก็ยังคงไม่หมดไป ดังนั้นการปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเจริญเติบโต

และให้ผลผลิตได้ตามต้องการ ข้าวพันธุ์ที่ควรนำมาพิจารณาคัดเลือก ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 1 กข 6 กข 7 กข 8 น้ำสะกุย 19 ข้าวเหนียวสันป่าตอง กอเดียวเบา และขาวตาแห้ง เป็นต้น

4.1.2 การปรับสภาพพื้นที่เพื่อยกร่องปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก

การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนไม้ผลหรือไม้ยืนต้น จะมีขั้นตอนการดำเนินการขั้นต้นคล้ายการปรับสภาพพื้นที่เป็นนาข้าวขั้นตอนที่ 1 และ 2 หลังจากนั้นจึงดำเนินการยกร่องให้ได้ขนาดตามต้องการ ในพื้นที่ลุ่มถ้ามีน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน จะต้องสร้างคันดินกันน้ำท่วมขังด้วย อย่างไรก็ตามถ้าพื้นที่เป็นที่ลุ่มมากก็ไม่ควรสร้างเป็นสวนไม้ผล เพราะจะทำให้มีปัญหาในการจัดการน้ำในฤดูที่มีน้ำหลาก ขั้นตอนการดำเนินการยกร่องและการสร้างคันดินกันน้ำท่วม มีดังนี้

1. การสร้างคันดินกันน้ำท่วมขัง พื้นที่ที่ใช้เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่มักจะเป็นที่ลุ่มต่ำ เนื่องจากเคยเป็นนาข้าวมาก่อน จึงอาจมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน การปรับสภาพพื้นที่เป็นสวนไม้ผลหรือไม้ยืนต้นจึงต้องมีคันดินกันน้ำท่วมขัง เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำในร่องสวนได้ โดยทั่วไปคันดินกันน้ำท่วมขัง จะมีขนาดของฐานล่างกว้างประมาณ 3-4 เมตร มีสันบนคันดินกว้างประมาณ 2-3 เมตร ความสูงของคันดินควรมีขนาดสามารถป้องกันน้ำท่วมขังในระดับสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นได้ (ภาพที่ 25-27) สันคันดินเมื่อถมดินได้ขนาดตามต้องการแล้วต้องบดอัดให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพังทลายของคันดินในภายหลัง

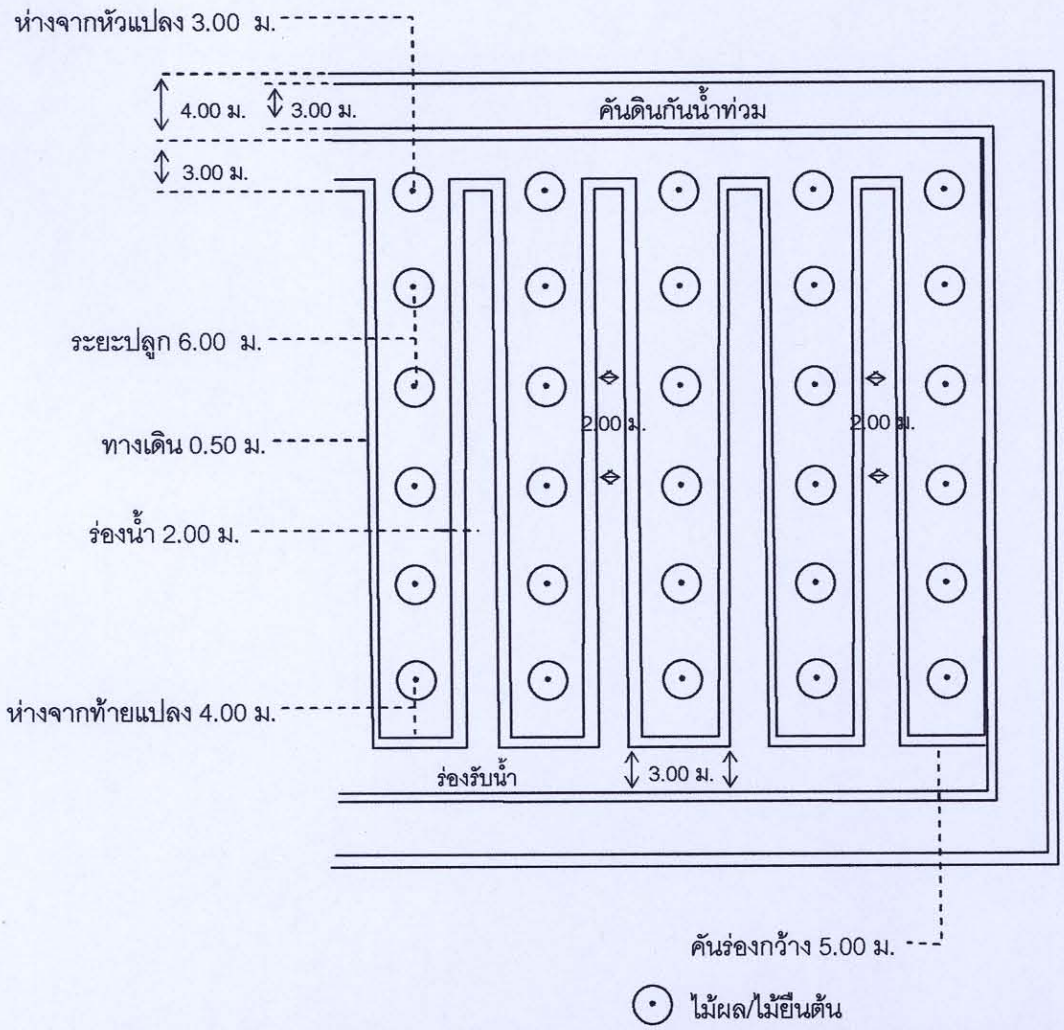
ในกรณีที่เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย คันดินกั้นน้ำท่วมควรมีขนาดใหญ่กว่าปกติ เนื่องจากดินทรายพังทลายได้ง่ายกว่าดินเหนียว

2. การยกร่อง ขนาดความกว้างของสันคันร่องสามารถทำได้ 3 ขนาด ได้แก่ 5 6 และ 7 เมตร การเลือกขนาดของคันร่องสวนควรขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกร ชนิดของพืชที่ปลูก และลักษณะการใช้ประโยชน์ หลักสำคัญของการยกร่องจะต้องใช้รถขุดตักดิน ตักดินขึ้นมาถมกลางคันร่องให้สูงอย่างน้อยประมาณ 0.50 เมตร จากผิวดินที่ปรับสภาพพื้นที่แล้ว โดยเว้นริมขอบไว้ 0.50 เมตร ยาวตลอดแนวคันร่องทั้งสองข้าง ดินที่ขุดตักขึ้นมาถมกลางร่องจะต้องไม่ขุดตักลึกมากกว่าดินที่ถมปรับสภาพของบ่อกุ้งร้าง เนื่องจากถ้าขุดลึกมากกว่านี้จะได้ดินชั้นล่างที่อยู่ลึกลงไป ซึ่งเป็นดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก นอกจากนี้ยังอาจต้องลงทุนแก้ไขและปรับปรุงสูง ทำให้เพิ่มต้นทุนโดยไม่จำเป็น หลังจากขุดตักดินขึ้นมาถมกลางคันร่องจนเพียงพอแล้ว จึงขุดตักดินที่อยู่ลึกลงไปขึ้นมาถมขอบคันร่องที่เว้นไว้ 0.50 เมตร ให้เต็ม โดยร่องน้ำที่ขุดควรลึกประมาณ 1.50 เมตร จากผิวดินที่ปรับสภาพแล้ว เมื่อได้ขนาดตามต้องการแล้วจึงตกแต่งและบดอัดสันคันร่องให้เรียบสม่ำเสมอและแน่นพอประมาณ แต่บริเวณขอบคันร่องที่ขุดตักดินขึ้นมาถมในภายหลังนั้นจะต้องบดอัดให้แน่นทั้งสองข้าง เพื่อไม่ให้เกิดการพังทลายของดิน

3. ร่องน้ำระหว่างคันร่องสวนและร่องรับน้ำท้ายร่อง การยกร่องสร้างสวนไม้ผลหรือไม้ยืนต้นจำเป็นต้องมีการขุดร่องน้ำระหว่างคันร่องสวนและร่องรับน้ำท้ายร่อง เนื่องจากต้องนำดินมาถมบนสันคันร่องและสันคันดินกันน้ำท่วมขัง เพื่อไม่ให้เกิดน้ำท่วมขังหรือแช่ขังบนร่องสวน นอกจากนี้ยังทำให้สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูที่ขาดแคลนได้ การสร้างร่องน้ำระหว่างคันร่องสวนและร่องรับน้ำท้ายร่อง ดำเนินการ ดังนี้

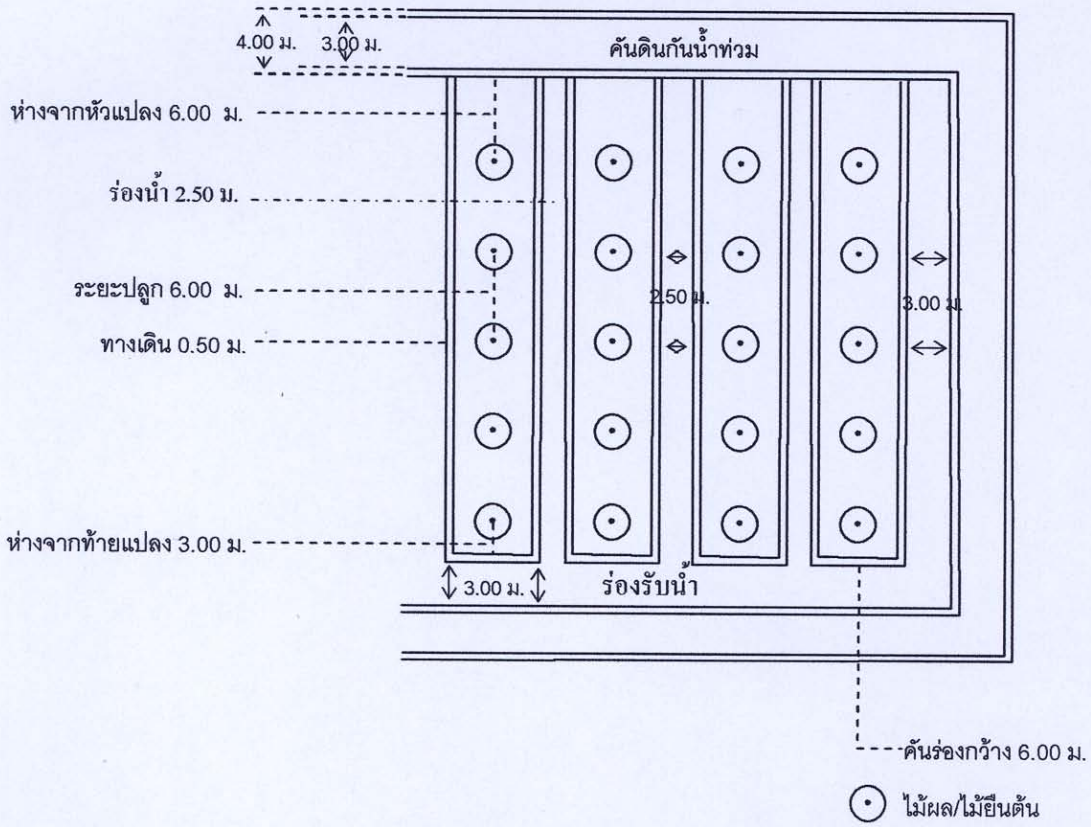
- ร่องน้ำระหว่างคันร่องสวน ร่องน้ำระหว่างคันร่องสวนสามารถสร้างได้ 2 ขนาด กล่าวคือขนาดของปากร่องกว้างประมาณ 2.00 เมตร และ 2.50 เมตร ฐานล่างกว้างประมาณ 1 เมตร ลึกประมาณ 1.50 เมตร จากพื้นผิวดินที่ปรับสภาพพื้นที่แล้ว ดินที่ขุดขึ้นมาจากส่วนที่อยู่ลึกลงไปจะนำมาถมบนขอบบนของสันคันร่องที่เว้นไว้ 0.50 เมตร ยาวตลอดตามขอบคันร่องดังกล่าวมาแล้ว (ภาพที่ 25-27)

- ร่องรับน้ำท้ายร่อง ขนาดของร่องรับน้ำท้ายร่องสวน โดยส่วนใหญ่จะมีความกว้างของปากร่องประมาณ 3.00 เมตร ฐานล่างกว้างประมาณ 2.00 เมตร และลึกประมาณ 2.00 เมตร จากพื้นผิวดินที่ปรับสภาพพื้นที่แล้ว การสร้างร่องรับน้ำจะสร้างไว้ปลายด้านใดด้านหนึ่งของร่องสวน (ภาพที่ 25-27) เพื่อใช้ควบคุมปริมาณน้ำภายในร่องสวน ให้มีปริมาณพอเหมาะกับการใช้ภายในสวนเป็นหลัก



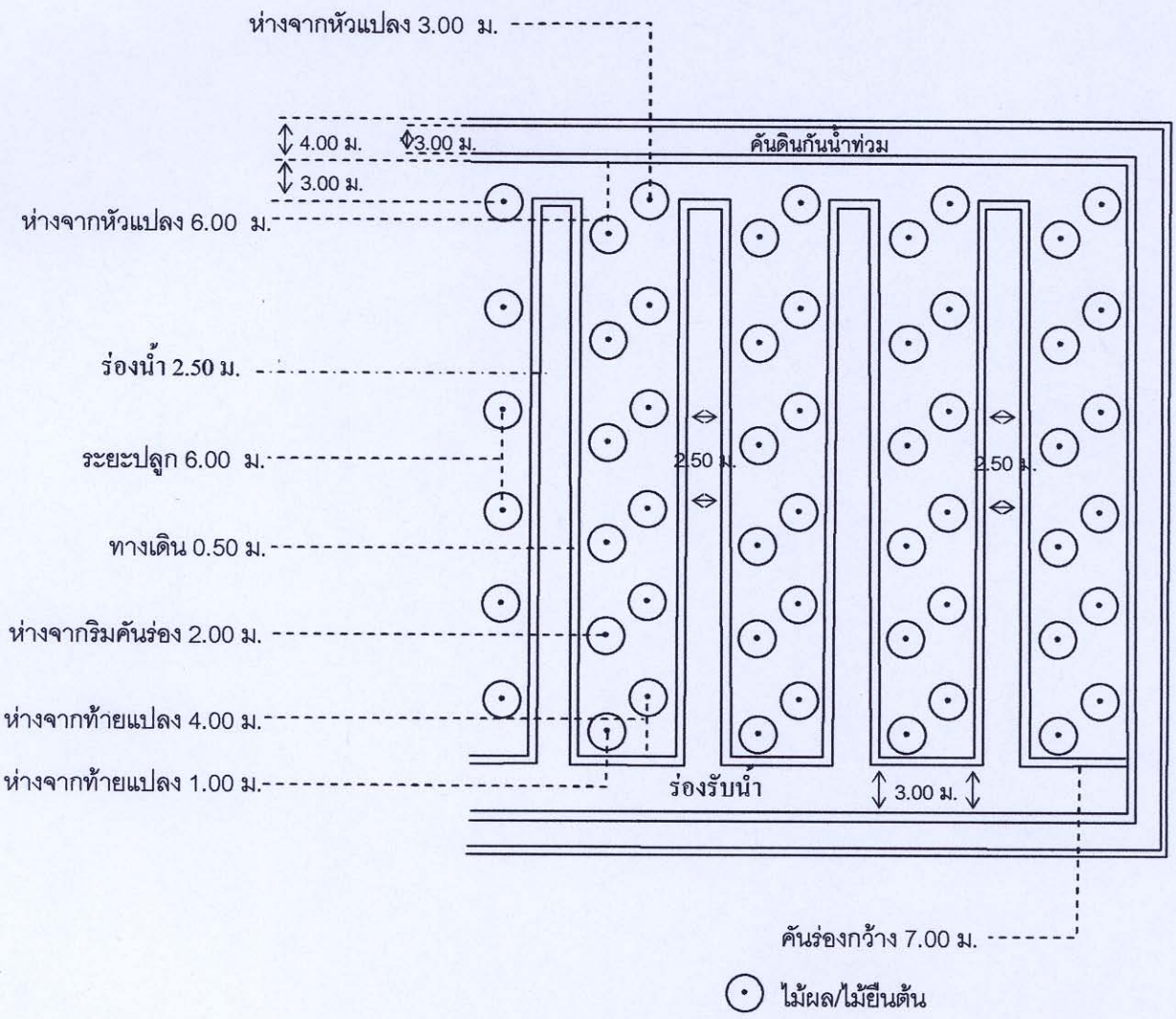
ภาพที่ 25 การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาดร่องปลูกพืชกว้าง 5.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.00 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร

ที่มา : ดัดแปลงมาจากคู่มือปฏิบัติงานโครงการฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 2544 กรมพัฒนาที่ดิน 2544



ภาพที่ 26 การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาดร่องปลูกพืชกว้าง 6.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.50 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร

ที่มา : ดัดแปลงมาจากเอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการจัดการและการฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งร้างและพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการทำนากุ้ง กองแผนงาน 2544



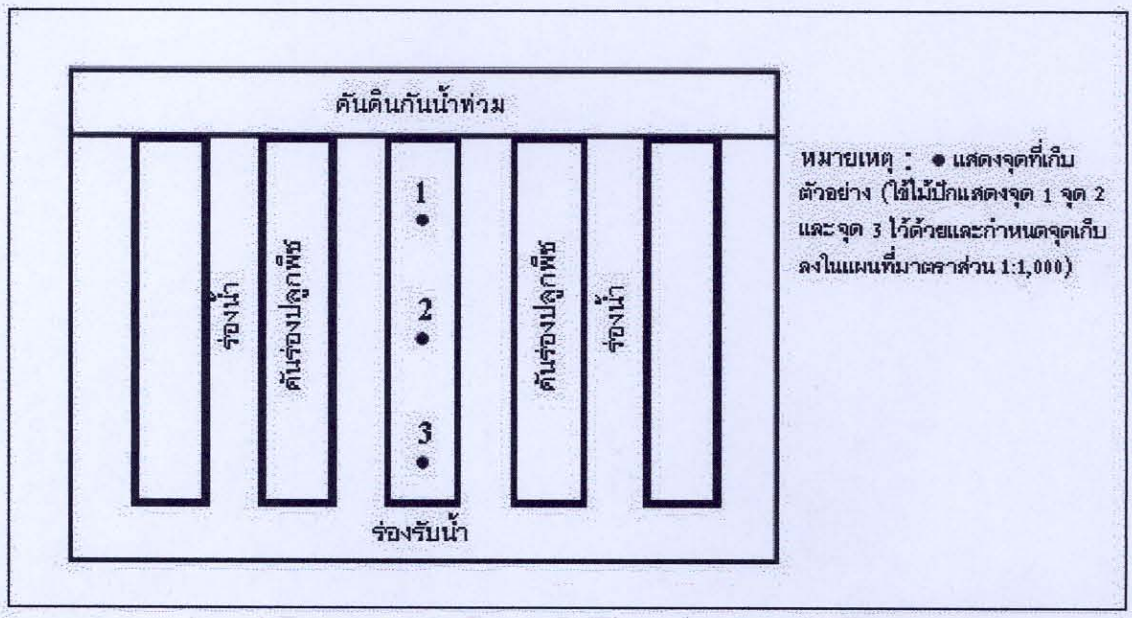
ภาพที่ 27 การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างเป็นสวนปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ขนาด ร่องปลูกพืชกว้าง 7.00 เมตร ร่องน้ำกว้าง 2.50 เมตร ร่องรับน้ำกว้าง 3.00 เมตร

ที่มา : ดัดแปลงมาจากคู่มือปฏิบัติงานโครงการฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 2544 กรมพัฒนาที่ดิน 2544

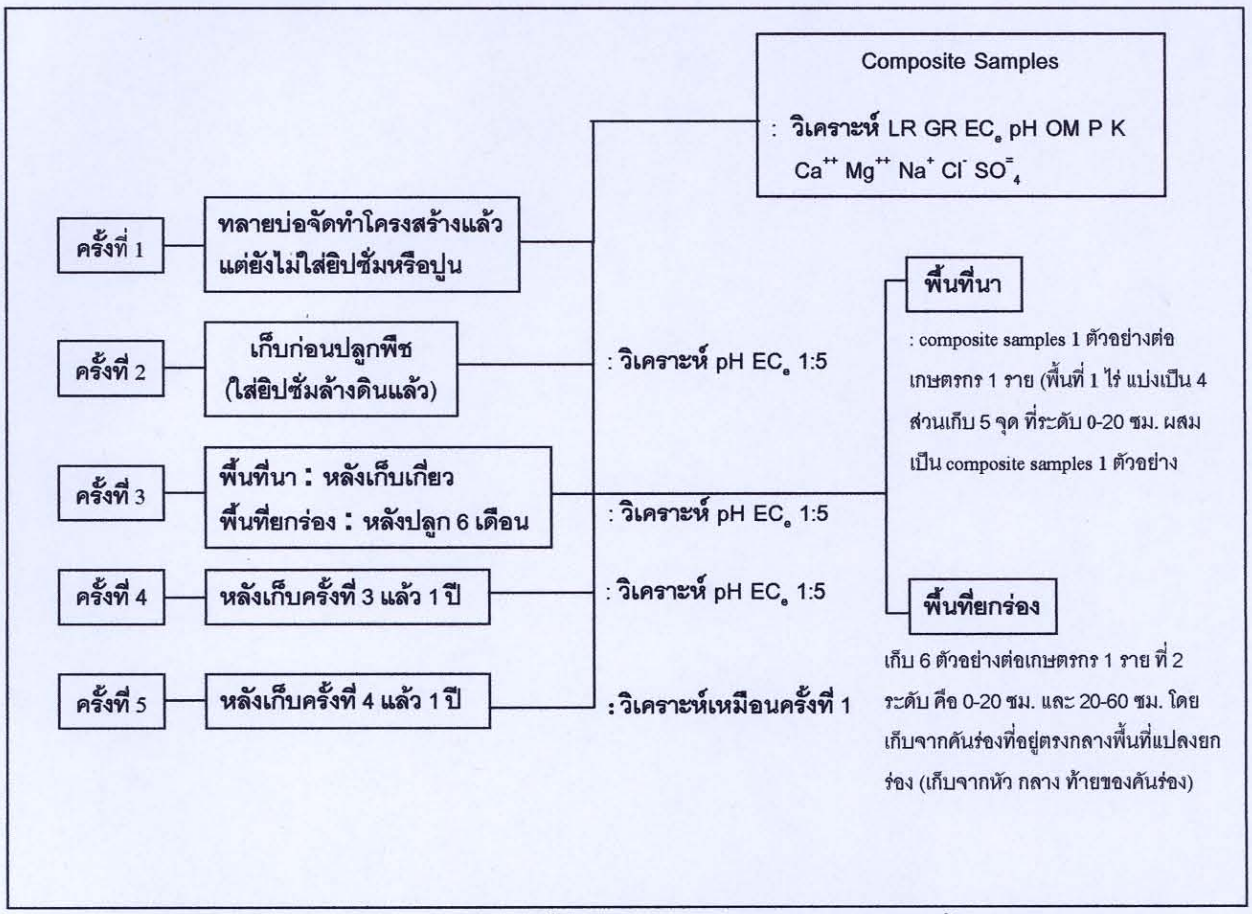
4.1.2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ภายหลังจากปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างให้เป็นร่องสวน เพื่อปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผักแล้ว จะต้องทำการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี เช่นเดียวกับการปรับสภาพเป็นพื้นที่นาข้าว โดยมีวัตถุประสงค์อย่างเดียวกัน การเก็บตัวอย่างดินมีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

แบ่งแปลงไม้ผลที่ปรับแต่งเรียบร้อยแล้วเป็นแปลงย่อยๆ แปลงละ 1 ไร่ คล้ายกับแปลงปลูกข้าวหรือนาข้าวแล้วเลือกเก็บตัวอย่างดินบนร่องที่อยู่ตรงกลางพื้นที่ 1 ไร่นั้น โดยแบ่งพื้นที่ร่องออกเป็น 3 ส่วน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-60 เซนติเมตร จากพื้นที่ทั้ง 3 ส่วน นำตัวอย่างดินที่ได้แต่ละส่วนมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite samples) แยกตามความลึก แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีเช่นเดียวกับตัวอย่างดินที่เก็บจากแปลงนาข้าว ผลวิเคราะห์ที่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน และการปรับปรุงบำรุงดิน (ภาพที่ 28-29)



ภาพที่ 28 การเก็บตัวอย่างดินของพื้นที่ที่ยกร่องปลูกไม้ผล (เก็บครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 5 ในจุดเดิม)



ภาพที่ 29 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อฟื้นฟูดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

หลังจากเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 แล้ว จะทำการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 หลังจากล้างดินเสร็จแล้ว และจะทำการปลูกพืช จะเก็บตัวอย่างดินอีกครั้งเป็นครั้งที่ 3 หลังจากปลูกพืชแล้ว 6 เดือน ครั้งที่ 4 และ 5 เก็บห่างกันครั้งละ 1 ปี และครั้งที่ 4 จะเก็บห่างจากครั้งที่ 3 เป็นระยะเวลา 1 ปี แต่ละครั้งจะเก็บที่จุดเดิม ความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-60 เซนติเมตร นำมารวมกันเป็น composite samples โดยแยกตามแต่ละส่วนและแต่ละความลึกของดิน นำไปวิเคราะห์เช่นเดียวกับครั้งแรก

สำหรับวิธีล้างดินหรือการแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน จะทำเช่นเดียวกับการล้างดินในนาข้าวภายหลังจากปรับสภาพื้นที่แล้ว

4.1.2.2 การปรับปรุงบำรุงดิน

การปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่ที่ยกร่องปลูก ไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก ภายหลังจากปรับสภาพพื้นแล้วมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากดินที่ถูกขุดขึ้นมาบดอัดเป็นร่องสวนโครงสร้างของดินจะถูกทำลายมากขึ้น ดินจึงแน่นทึบ ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ความอุดมสมบูรณ์

ของดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำมาก และจะมีปัญหาสมบัติทางกายภาพและเคมีดังกล่าวแล้ว การปรับปรุงบำรุงดินที่ยกร่องเป็นสวนปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ และพืชผัก สามารถทำได้ ดังนี้

1. การใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินประเภทอินทรียสาร ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก พืชปุ๋ยสด แกลบ ขี้เถ้าแกลบ และอื่นๆ การปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นจะใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แกลบ หรือขี้เถ้าแกลบ ประมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อหลุม โดยขุดหลุมขนาด 50x50x50 เซนติเมตร นอกจากนี้ควรหว่านปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แกลบ หรือขี้เถ้าแกลบให้ทั่วคันร่องสวน เพื่อปรับปรุงโครงสร้างและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินบนคันร่องสวนทั้งหมด โดยใช้อัตราประมาณ 1-2 ตันต่อไร่

ในกรณีที่การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินทำได้ค่อนข้างยาก อาจต้องใช้การปลูกพืชปุ๋ยสด แล้วไถกลบหลายๆ ครั้ง จนกว่าสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะดีขึ้น เช่น โสนอัฟริกัน โสนคางคก และโสนจีนแดง เป็นต้น

2. การใช้ปุ๋ยเคมี ไม้ผลหรือไม้ยืนต้นจะใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อหลุม พืชไร่หรือพืชผักใช้ตามคำแนะนำของพืชแต่ละชนิด

นอกจากนี้การปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นควรมีการคลุมดินร่วมด้วย ทั้งนี้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้ตลอดเวลา หากปล่อยให้หน้าดินแห้ง อาจมีปัญหาในการให้น้ำครั้งต่อๆ ไปได้

4.1.2.3 การเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสม

การเลือกชนิดของพืชเพื่อปลูกในพื้นที่ที่ผ่านเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากถ้าเลือกพืชที่ไม่มีความเหมาะสมแล้วจะทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมและการฟื้นฟูดิน ดังนั้นจึงควรเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสมกับค่าความเค็มของดินที่วิเคราะห์ได้ภายหลังจากล้างดินแล้ว เช่น พืชผัก ได้แก่ หน่อไม้ฝรั่ง คะน้า ผักบุ้งจีน ชะอม ถั่วลันเตา มะเขือเทศ ผักโขม ฯลฯ ไม้ผล ได้แก่ แตงแคนตาลูป แตงโม มะขามเทศ มะขามหวาน ฝรั่ง ชมพู่ มะพร้าว พุทรา ฯลฯ และอื่นๆ เช่น สะเดา ขี้เหล็ก ทานตะวัน ฯลฯ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การคัดเลือกพืชเพื่อปลูกในดินเค็ม

1. ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์ต่อซม. หรือเดซิซีเมนต่อเมตร)	2 – 4	4 - 8	8 – 16	มากกว่า 16
2. ร้อยละเกลือ (โดยปริมาณ)	0.12 – 0.2	0.2 – 0.4	0.4 – 0.8	มากกว่า 0.8
3. ชั้นคุณภาพของดิน	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มมาก	เค็มจัด
4. อาการของพืช	บางชนิดแสดงอาการ	พืชทั่วไปแสดงอาการ	พืชทนความเค็มบางชนิดเจริญเติบโตและให้ผลผลิต	พืชชอบเกลือเท่านั้นที่เติบโตให้ผลผลิต
	พืชสวน			
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่ลงตรงกับค่าของความเค็มข้างบนแสดงว่าพืชนั้นสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงความเค็มนั้นและให้ผลผลิตลดลงไม่เกิน 50%	- ถั่วฟักยาว - ผักกาด - ขึ้นฉ่าย - พริกไทย - แตงร้าน - แตงไทย	- บวบ - พริกยักษ์ - กะหล่ำดอก - กะหล่ำปลี - ถั่วลันเตา - มันฝรั่ง - น้ำเต้า - กระเทียม - หอมใหญ่ - หอมแดง - ข้าวโพดหวาน - แตงโม - ผักกาดหอม - องุ่น - สับปะรด - ผักชี	- ผักโขม - ผักกาดหัว - มะเขือเทศ - ถั่วพุ่ม - แคนตาลูป	- หน่อไม้ฝรั่ง - คะน้า - กะเพรา - ผักบุ้งจีน - ชะอม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ไม้ดอก			
เค็มน้อย	**ปานกลาง**	**เค็มมาก**	
	- เยอบีร่า	- บานบุรี - บานไม่รู้โรย - กุกหลาบ - ชบา - เฟื่องฟ้า	- คุณนายตื่นสาย - เข็ม - เล็บมือนาง เขียวหมื่นปี - แพรเซียงไฮ้
พืชไร่และพืชอาหารสัตว์			
เค็มน้อย	**ปานกลาง**	**เค็มมาก**	
- ถั่วเขียว - ถั่วลิสง - ถั่วแดง - ถั่วแขก - ถั่วปากอ้า - งา	- ถั่วเหลือง - ป่าน - โสนพื้นเมือง - ทานตะวัน - ปอแก้ว - ข้าวโพด - หม่อน - ข้าวฟ่าง - หญ้าเจ้าชู้ - ถั่วอัญชัน - มันสำปะหลัง - ถั่วพุ่ม - ถั่วพร้า	- ข้าว - โสนอินเดีย - โสนคางคก - ข้าวทนเค็ม - คำฝอย - โสนอัฟริกัน - มันเทศ - หญ้าขน - หญ้ากินนี	- หญ้านวลน้อย - ฝ้าย - หญ้าแพรก - หญ้าไฮบริดเนเปียร์ - หญ้าซันอากาศ - หญ้าแห้วหมู - ป่านศรนารายณ์
ไม้ผลและไม้โตเร็ว			
เค็มน้อย	**ปานกลาง**	**เค็มมาก**	
- อาโวกาโด - กล้วย - ลิ้นจี่ - มะนาว - ส้ม - มะม่วง	- ทับทิม - ปาล์มน้ำมัน - ชมพู่ - มะกอก - แค - มะเดื่อ	- กระถินณรงค์ - ขี้เหล็ก - ฝรั่ง - ยูคาลิปตัส -มะม่วงหิมพานต์ - มะยม - สมอ	- ละมุด - พุทรา - มะขาม - มะพร้าว - อินทผาลัม - สน - สะเดา - มะขามเทศ

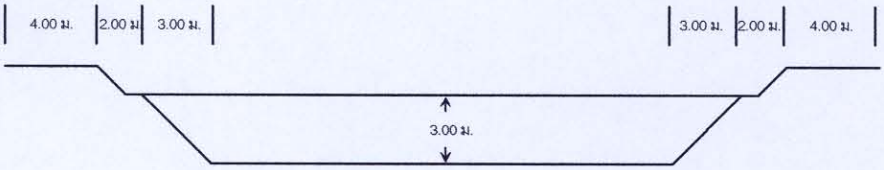
ที่มา : ดร. สมศรี อรุณินท์ 2540 การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก *ใน* เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม

4.1.3 การปรับสภาพพื้นที่เป็นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด

การปรับสภาพของบ่อกุ้งร้างให้เป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืดจะทำได้ง่ายกว่าการปรับสภาพให้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวหรือปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก การดำเนินการต่างๆ มีดังนี้

1. ขุดบ่อเดิมให้ลึกลงไปจากก้นบ่อเดิมประมาณ 1.00 เมตร เพื่อนำดินเค็มหรือดินเลนที่เป็นขี้กุ้ง พร้อมกับสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ตกอยู่ที่ก้นบ่อออกไป และนำดินบางส่วนมาตกแต่งขอบคันบ่อเพื่อไม่ให้เกิดการพังทลายของดินรอบขอบบ่อ โดยการบดอัดดินที่นำขึ้นมาถมให้แน่น (ภาพที่ 30)

2. การแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน เมื่อขุดและตกแต่งบ่อเรียบร้อยแล้วให้เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาค่าความต้องการปูน (LR) หรือยิปซั่ม (GR) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) หลังจากทราบผลแล้ว จึงดำเนินการแก้ไขขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือความเป็นกรดของดิน โดยการล้างดินด้วยน้ำจืด หากจำเป็นอาจใช้ยิปซั่มหรือปูนเข้ามาช่วย เมื่อล้างจนความเค็มหรือความเป็นกรดของดินลดลงจนไม่มีผลต่อสัตว์น้ำหรือน้ำที่จะสำรองไว้แล้ว จึงนำบ่อมาใช้ประโยชน์ได้

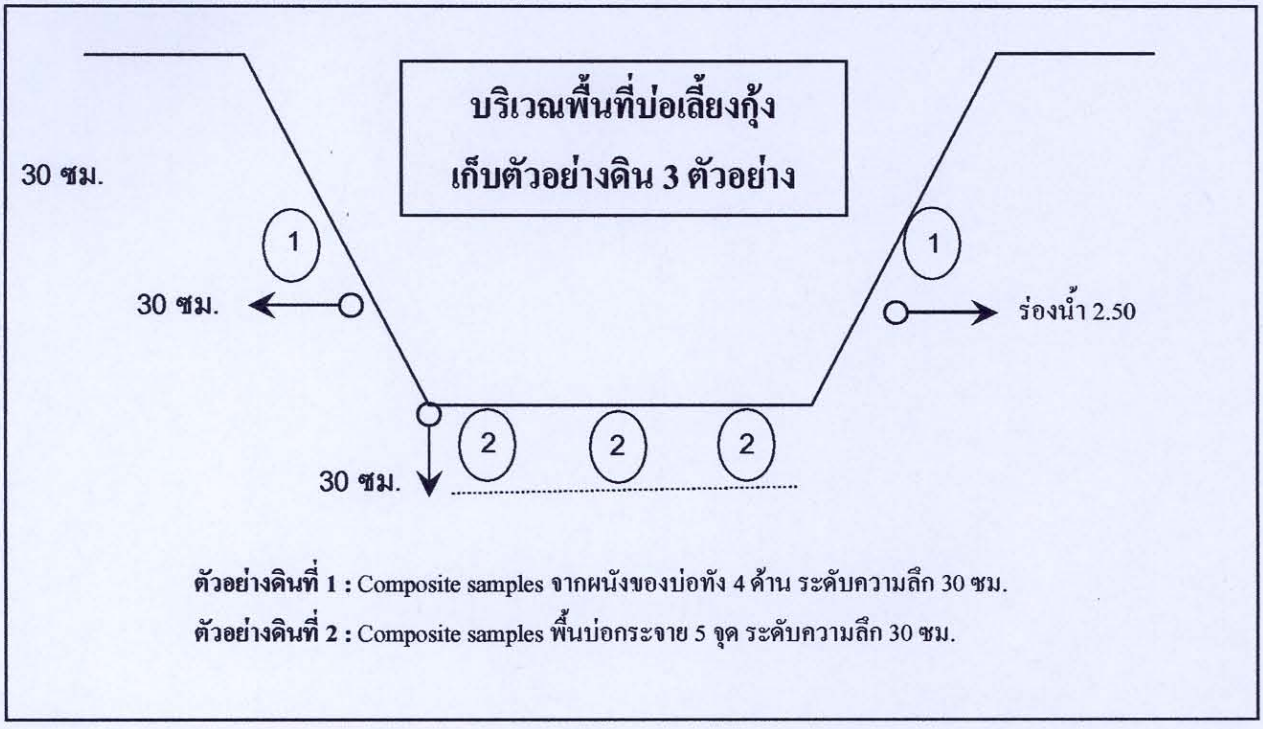


ภาพที่ 30 ภาพตัดขวางบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด

ที่มา : ดัดแปลงมาจากเอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการจัดการและการฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งร้างและพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการทำนากุ้ง กองแผนงาน

การเก็บตัวอย่างดินจากบ่อกุ้งร้างที่ขุดและตกแต่งให้เป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืดแล้วมีวิธีการ คือ แยกพื้นที่ออกเป็นพื้นบ่อหรือก้นบ่อและผนังบ่อทั้ง 4 ด้าน แต่ละพื้นที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน เก็บตัวอย่างดินจากตรงกลางพื้นที่ 1 ตัวอย่าง และอีก 4 ตัวอย่างเก็บจากแต่ส่วนของพื้นที่ความลึกของตัวอย่างดินที่เก็บ 0-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 31 และ 32) นำตัวอย่างดินที่เก็บทั้ง 5 ตัวอย่าง มารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite samples) แต่ละพื้นที่จึงมีตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่าง นำตัวอย่างดินจากผนังบ่อทั้ง 4 ด้านมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินที่ได้ในขั้นสุดท้าย จึงมีเพียง 2 ตัวอย่าง คือตัวอย่างดินจากผนังบ่อแต่ละด้าน 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจากพื้นบ่อหรือก้นบ่ออีก 1 ตัวอย่าง นำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ชนิดหรือประเภทของเนื้อดิน ความต้องการปูน (LR) หรือยิปซั่ม

(GR) ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม (Ca^{++}) แมกนีเซียม (Mg^{++}) โซเดียม (Na^{+}) และคลอไรด์ (Cl^{-})



ภาพที่ 31 วิธีเก็บตัวอย่างดินจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหรือบ่อสำรองน้ำจืด

ภาพที่ 32 วิธีเก็บตัวอย่างดินบนพื้นบ่อหรือก้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

5. กรณีศึกษาการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้าง

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและน้ำอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่เป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการสะสมของเกลือโซเดียม สารพิษต่างๆ และการลดลงของอินทรียวัตถุ ทำให้ต้องมีการฟื้นฟูดินเพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมือนเดิมหรือดีกว่าเดิม หลังจากการประกาศใช้มาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้ระงับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้ความเค็มต่ำในพื้นที่น้ำจืด รัฐบาลจึงมีนโยบายให้กรมพัฒนาที่ดิน ดำเนินการฟื้นฟูดินที่เป็นบ่อกุ้งร้างให้สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรมได้อีกครั้ง ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2545 กรมพัฒนาที่ดินจึงได้เริ่มดำเนินการศึกษาและวิจัยการฟื้นฟูดินที่เป็นบ่อกุ้งร้างและพื้นที่ข้างเคียงที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ นอกจากนี้ยังได้ร่วมมือกับ FAO ทำการศึกษาและวิจัยการฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าวนี้ด้วย ผลการศึกษาและวิจัยการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้าง จึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 : การดำเนินงานฟื้นฟูดินโดยกรมพัฒนาที่ดินร่วมกับ FAO

ในระหว่างปี 2543-2545 กรมพัฒนาที่ดินและองค์การอาหารและเกษตร (FAO) ได้ร่วมกันศึกษาวิจัยและทดลองฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดสุพรรณบุรี ปราจีนบุรี และนครศรีธรรมราช โดยมีกรรมวิธีทดลอง 5 วิธี ได้แก่

1. BMP (Best management practice)
2. BMP - OM (BMP-Organic matter)
3. BMP - G (BMP-Gypsum)
4. BMP - D (BMP – Drainage)
5. Control (แปลงควบคุม)

BMP เป็นกรรมวิธีทดลองที่ประกอบด้วยการใช้อินทรียวัตถุ 3 ตันต่อไร่ การใช้ยิปซั่มหรือปูนอัตราตามความต้องการจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และมีการระบายน้ำ กรรมวิธีทดลองที่ 2-4 จะไม่ใช้อินทรียวัตถุ (BMP-OM) ยิปซั่มหรือปูน (BMP-G) และไม่มีการระบายน้ำ (BMP-D) ตามลำดับ

ทุกกรรมวิธีทดลองจะใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 18-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยยูเรีย 5 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้า

การดำเนินการศึกษาวิจัยและทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก ดำเนินการในพื้นที่ข้างเคียงที่อยู่ติดกับบ่อกุ้งร้างซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนที่สอง ดำเนินการในพื้นที่ที่เคยเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (บ่อกุ้งร้าง) แต่ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเป็นนาข้าวแล้ว ผลการดำเนินงาน มีดังนี้

ผลการฟื้นฟูดินในแปลงนาข้าวที่เคยได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ การดำเนินการฟื้นฟูดินในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยการใช้กรรมวิธี BMP BMP-OM BMP-G และ BMP-D สามารถทำได้ดีในระดับหนึ่ง ผลการดำเนินงานในจังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่าตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์ก่อนดำเนินการปรับปรุงดินของแปลงทดลองที่ใช้วิธีฟื้นฟูดินทั้ง 4 วิธี มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.0-5.8 มีค่าการนำไฟฟ้า ระหว่าง 1.84-2.80 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีปริมาณอินทรียวัตถุ ประมาณร้อยละ 1.09-1.34 แปลงควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.8 มีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 3.47 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 2.48 ภายหลังจากปรับปรุงดินแล้วปรากฏว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแปลงทดลองที่ใช้กรรมวิธีฟื้นฟูดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 0.3-1.2 คือ มีค่าระหว่าง 5.8-6.8 ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง 0.12-0.66 เดซิซีเมนต่อเมตร คือ มีค่าระหว่าง 1.72-2.43 เดซิซีเมนต่อเมตร และปริมาณของอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.01-0.95 คือ มีค่าระหว่าง ร้อยละ 1.27-2.04 แปลงควบคุม ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินค่อนข้างคงที่ มีค่าเท่ากับ 5.7 ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงประมาณ 0.62 เดซิซีเมนต่อเมตร คือ มีค่าประมาณ 2.85 เดซิซีเมนต่อเมตร และ ปริมาณอินทรียวัตถุจะลดลงค่อนข้างมากประมาณร้อยละ 1.72 คือ มีค่าประมาณร้อยละ 0.76 (ตารางที่ 4)

เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างดินภายหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วพบว่าแปลงนาที่ปรับปรุงดินด้วยกรรมวิธีฟื้นฟูดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5.1-5.9 มีแนวโน้มลดลง 0.1-1.7 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 0.78-1.65 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 0.07-1.12 เดซิซีเมนต่อเมตร และปริมาณของอินทรียวัตถุมีอยู่ประมาณร้อยละ 1.05-1.60 มีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 0.22-0.46 ยกเว้นกรรมวิธีทดลอง BMP-D ที่ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.25

สำหรับแปลงควบคุม พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าประมาณ 7.2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 1.5 ปริมาณอินทรียวัตถุมีอยู่ประมาณร้อยละ 0.90 และค่าการนำไฟฟ้ามีค่าประมาณ 0.75 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลงค่อนข้างมากประมาณ 2.10 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 4)

เมื่อนำผลผลิตข้าวมาศึกษาและวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าการฟื้นฟูดินด้วยวิธีฟื้นฟูดินทุกกรรมวิธีทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยการปรับปรุงหรือการฟื้นฟูดินด้วยวิธี BMP BMP-OM BMP-G และ BMP-D จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวประมาณ 357.54-445.70 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุม จะได้ผลผลิตข้าว 273.07 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการนำผลผลิตข้าวจากแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดสุพรรณบุรีมาศึกษาและเปรียบเทียบพบว่าผลที่ได้รับมีลักษณะเช่นเดียวกัน กล่าวคือ การใช้กรรมวิธีฟื้นฟูดินทุกวิธีทำให้ได้ผลผลิตข้าวระหว่าง 448.83-577.88 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าแปลงควบคุม ที่ทำให้ข้าวมีผลผลิตประมาณ 379.00 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างเด่นชัด (ตารางที่ 5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ใช้ฟื้นฟูดินทั้ง 4 วิธีดังกล่าว ช่วยให้สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น โดยเฉพาะค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลงค่อนข้างมากเนื่องจากอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินและวิธีการระบายน้ำ

ผลการฟื้นฟูดินในแปลงนาข้าวที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้าง การดำเนินการฟื้นฟูดินในแปลงนาที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการใช้วิธีฟื้นฟูดินทั้ง 4 วิธี ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการปรับปรุงดินพบว่าตัวอย่างดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.6-6.4 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 1.40-2.82 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 0.50-1.70 แปลงควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 1.53 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีปริมาณของอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 1.13 ภายหลังจากปรับปรุงดินแล้ว ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงทดลองที่ใช้กรรมวิธีฟื้นฟูดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.0-6.6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 1.36-1.79 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง และมีปริมาณของอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 0.70-1.51 มีแนวโน้มทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง แปลงควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 1.15 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง และมีปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 1.12 มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 4)

เมื่อนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์อีกครั้งภายหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วพบว่าแปลงนาที่ฟื้นฟูดินด้วยกรรมวิธีฟื้นฟูดินทั้ง 4 วิธี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างดินมีแนวโน้มลดลง ประมาณ 0.4-1.5 คือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.6-5.2 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 0.44-1.2 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 0.16-1.24 เดซิซีเมนต่อเมตร และปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.27-0.77 แปลงควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าประมาณ 5.1 มีแนวโน้มลดลง 0.90 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าประมาณ 0.45 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง 0.70 เดซิซีเมนต่อเมตร และปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าประมาณร้อยละ 1.09 มีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 0.03 (ตารางที่ 4)

จากการศึกษาและวิเคราะห์ผลผลิตข้าวในแปลงนาที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าดินในแปลงนาที่ปรับปรุงด้วยกรรมวิธีฟื้นฟูดิน ทำให้ได้ผลผลิตข้าวระหว่าง 367.82-416.49 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าแปลงควบคุม ที่ทำให้ได้ผลผลิตข้าว 318.75 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวจากแปลงนาที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างในจังหวัดสุพรรณบุรีพบว่า การใช้กรรมวิธีฟื้นฟูดิน จะให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม กล่าวคือ ผลผลิตข้าวจากแปลงนาที่ปรับปรุงดินด้วยวิธีฟื้นฟูดิน จะมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 322.16-400.12 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 352.19 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุมทำให้ได้ผลผลิตข้าวประมาณ 360.16 กิโลกรัมต่อไร่

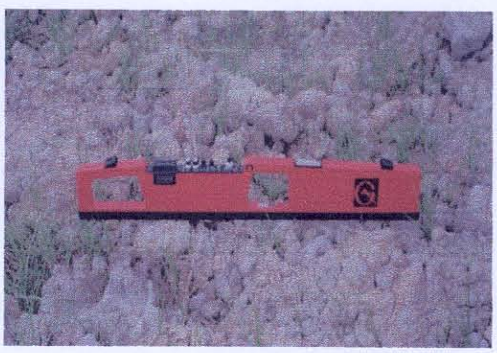
ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินในแปลงนาข้าวที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างและแปลงนาข้าวที่เคยได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

กรรมวิธีทดลอง	ก่อนปรับปรุงดิน			หลังปรับปรุงดิน			หลังเก็บเกี่ยว		
	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC_e (dS/m)	OM (%)	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC_e (dS/m)	OM (%)	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC_e (dS/m)	OM (%)
แปลงนาที่ได้รับผลกระทบ									
BMP	5.5	2.46	1.18	5.8	1.84	1.39	5.7	0.78	1.10
BMP-OM	5.6	1.84	1.23	6.6	1.72	1.27	5.7	1.65	1.05
BMP-G	5.0	2.66	1.34	6.2	2.0	1.35	5.9	1.32	1.60
BMP-D	5.8	2.80	1.09	6.8	2.43	2.04	5.1	1.31	1.58
Control	5.8	3.47	2.48	5.7	2.85	0.76	7.2	0.75	0.90
เฉลี่ย	**5.4**	**2.65**	**1.46**	**6.2**	**2.17**	**1.36**	**5.9**	**1.16**	**1.25**
บ่อกุ้งร้าง									
BMP	6.4	1.90	0.90	6.6	1.36	1.51	5.1	1.20	1.40
BMP-OM	6.2	1.40	1.18	6.3	1.79	0.90	5.0	0.55	1.25
BMP-G	4.6	2.82	0.50	5.0	1.79	0.70	4.6	0.66	1.47
BMP-D	5.0	1.55	1.70	5.2	1.49	1.12	5.2	0.44	1.39
Control	5.5	1.53	1.13	6.0	1.15	1.12	5.1	0.45	1.09
เฉลี่ย	**5.5**	**1.84**	**1.08**	**5.8**	**1.52**	**1.07**	**5.0**	**0.66**	**1.32**

ตารางที่ 5 ผลผลิตข้าวที่ได้จากการศึกษาวิจัยและทดลองฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดสุพรรณบุรี และนครศรีธรรมราช

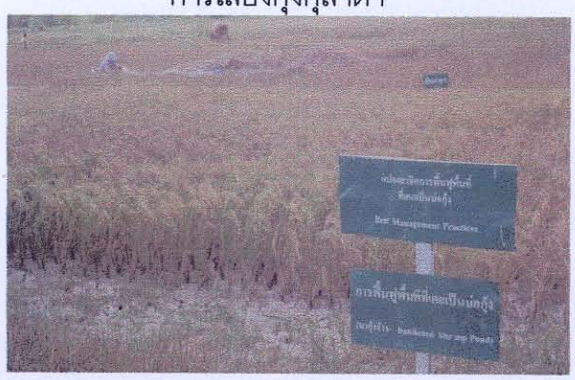
จังหวัด / กรรมวิธีการทดลอง	แปลงนาข้างเคียงที่มีผลการะทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (กก.ต่อไร่)		แปลงฟื้นฟูดินที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้าง (กก.ต่อไร่)	
	สุพรรณบุรี	นครศรีธรรมราช	สุพรรณบุรี	นครศรีธรรมราช
1. BMP	474.00	445.70	400.12	416.49
2. BMP – OM	448.83	435.53	295.33	388.95
3. BMP – Gต่อL	577.88	369.41	391.16	367.82
4. BMP – D	505.33	357.54	322.16	385.03
5. control	379.00	273.07	360.16	318.78

จากผลการศึกษาและทดลองดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีการปรับปรุงดินแต่ละกรรมวิธีมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวโดยเฉลี่ยสูงขึ้นมากกว่าวิธีควบคุม แสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ อินทรียวัตถุ ยิปซั่มหรือปูน รวมถึงวิธีการระบายน้ำ ทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้น สังเกตุได้จากค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีแนวโน้มสูงขึ้น และค่าการนำไฟฟ้าลดลง (ตารางที่ 4) อีกประการหนึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีก็มีส่วนช่วยให้ข้าวได้รับธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตข้าวที่ได้จากแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ มีแนวโน้มสูงกว่าผลผลิตข้าวที่ได้จากแปลงนาที่เคยเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยเฉพาะผลผลิตข้าวจากจังหวัดสุพรรณบุรี จะเห็นได้ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งอาจเนื่องมาจากดินในบ่อเลี้ยงกุ้งถูกขุดและคลุกเคล้ากันระหว่างดินชั้นบนและดินชั้นล่างทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ด้อยกว่าดินในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ นอกจากนี้ดินในแปลงนาที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างได้รับผลโดยตรงจากการเลี้ยงกุ้ง ศักยภาพในการให้ผลผลิตของดินจึงด้อยกว่าดินในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งเป็นพื้นที่ข้างเคียง ผลผลิตของข้าวที่ได้จากแปลงนาข้าวที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างจึงต่ำกว่า



ภาพที่ 33 การวัดค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่อง EM-38 ในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ภาพที่ 34 การขุดคูระบายน้ำทิ้งในแปลงนาที่ฟื้นฟูดินที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้าง



ภาพที่ 35 ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่เคยเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

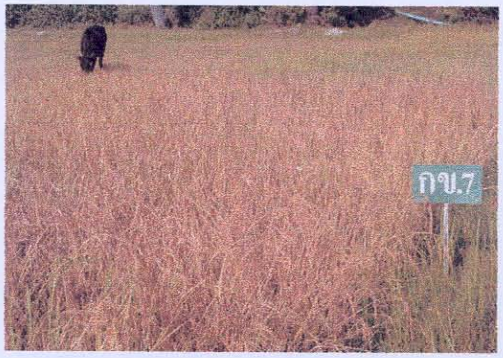
ภาพที่ 36 ข้าวที่ปลูกในแปลงนาที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

นอกจากจะมีการศึกษาและเปรียบเทียบกรรมวิธีทดลองทั้ง 5 วิธีดังกล่าวแล้วข้างต้น สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 ยังได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตของข้าว 4 พันธุ์ ในแปลงบ่อกุ้งร้างและแปลงที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้กรรมวิธี BMP และวิธีควบคุม ปรากฏว่ากรรมวิธี BMP จะทำให้ผลผลิตของข้าวสูงขึ้นมากกว่ากรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 6) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าวิธีฟื้นฟูดิน สามารถฟื้นฟูดินที่เคยเป็นบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างได้ผล และยังแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้าวพันธุ์ กข 1 และ กข 7 จะมีความเหมาะสมกว่าการใช้ข้าวพันธุ์น้ำสะกุย 19 และ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะข้าวขาวดอกมะลิ 105 น่าจะมีความเหมาะสมที่จะใช้ปลูกในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มากกว่าภาคใต้

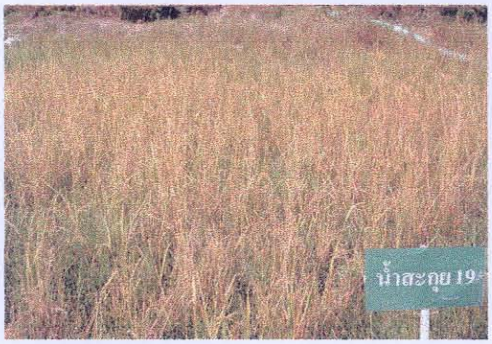
ตารางที่ 6 ผลผลิตข้าวทนเค็ม 4 พันธุ์

พันธุ์ข้าว	กรรมวิธีทดลอง		ผลต่าง
	BMP (กก.ต่อไร่)	control (กก.ต่อไร่)	(กก.ต่อไร่)
แปลงนาที่ได้รับผลกระทบ			
1. กข 1	467	281	186
2. กข 7	459	296	163
3. น้ำสะกุย 19	352	304	48
4. ขาวดอกมะลิ 105	296	240	56
เฉลี่ย	**393.50**	**280.25**	**113.25**
แปลงนาบ่อกุ้งร้าง			
1. กข 1	478	352	126
2. กข 7	482	376	106
3. น้ำสะกุย 19	366	280	86
4. ขาวดอกมะลิ 105	312	267	45
เฉลี่ย	**409.50**	**378.75**	**90.75**

ภาพที่ 37 ข้าวพันธุ์ กข 1 ในแปลงฟื้นฟูดิน จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 38 ข้าวพันธุ์ กข 7 ในแปลงฟื้นฟูดิน จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 39 ข้าวพันธุ์น้ำสะกุย 19 ในแปลงฟื้นฟูดิน จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภาพที่ 40 ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในแปลงฟื้นฟูดิน จังหวัดนครศรีธรรมราช

กรณีศึกษาที่ 2 : การดำเนินงานฟื้นฟูดินโดยกรมพัฒนาที่ดิน

ในระหว่างปีงบประมาณ 2543-2545 กรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการฟื้นฟูดินในบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 เขต ได้แก่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 ดำเนินการในจังหวัดนครนายก ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี และนครปฐม สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2 ดำเนินการในจังหวัดชลบุรี ตราด จันทบุรี ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และระยอง สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ดำเนินการในจังหวัดอุทัยธานี สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 ดำเนินการในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี และสมุทรสาคร สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 ดำเนินการในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ระนอง นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ และพังงา และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 ดำเนินการในจังหวัดปัตตานี สงขลา และตรัง ซึ่งผลการดำเนินการฟื้นฟูดิน มีดังนี้

จากการศึกษาผลของการฟื้นฟูดินของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขตต่างๆ ทั้ง 6 เขต พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่มีความประสงค์ที่จะทำการเกษตรแบบผสมผสาน กล่าวคือ มีทั้งขอปรับสภาพพื้นที่ของบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นนาข้าว ยกร่องปลูกไม้ผล เลี้ยงปลาน้ำจืด และบ่อสำรองน้ำจืด อย่างไรก็ตามผลของการฟื้นฟูดินบางพื้นที่มีการคัดเลือกพื้นที่ไม่เหมาะสม เป็นที่ลุ่มต่ำมีปัญหาน้ำท่วมขังในฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก บางแห่งมีปัญหาน้ำเค็มเข้าถึง และซึมเข้านาข้าวหรือสวนไม้ผลทางน้ำใต้ดิน บางแห่งมีปัญหาดินทรุดตัวทำให้ต้องทำการแก้ไขเพื่อให้สามารถใช้พื้นที่ปลูกพืชได้ตามวัตถุประสงค์ บางแห่งเป็นพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำมานาน การแก้ไขฟื้นฟูดินทำได้ค่อนข้างยาก นอกจากนี้เกษตรกรบางรายขาดความมุ่งมั่นและขาดความตั้งใจที่จะฟื้นฟูดิน ทำให้เกิดการทิ้งร้างพื้นที่ไว้เช่นเดิมอีกครั้ง

การคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการฟื้นฟูดินเป็นปัจจัยสำคัญอันดับต้นๆ ที่ต้องนำมาพิจารณา เนื่องจากจะมีผลอย่างยิ่งต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวของการดำเนินการ จากการศึกษาจากพื้นที่ตัวแทนของสำนักพัฒนาที่ดินเขต 2 ที่บ้านคลองบ้านโพธิ์ ตำบลคลองบ้านโพธิ์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา สภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่มต่ำน้ำเค็มสามารถซึมเข้ามาได้ตามน้ำใต้ดิน ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำมานานหลายปี หน้าดินมีน้อยมาก ดินในแปลงนาข้าวก่อนการปรับปรุงมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 6.40 มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 15.60

เดซิซีเมนต่อเมตร หลังจากปรับปรุงดินตามกรรมวิธีทดลองแล้ว ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.30-5.70 ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าระหว่าง 7.00-9.10 เดซิซีเมนต่อเมตร หลังจากการปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 2 ข้าวตายหมดทั้งสองครั้ง จึงนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ทั้งสองครั้ง ครั้งแรกพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง คือ มีค่าระหว่าง 5.90-6.80 ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น คือ มีค่าระหว่าง 17.90-24.30 เดซิซีเมนต่อเมตร หลังจากข้าวตายครั้งที่ 2 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ คือ มีค่าระหว่าง 6.00-7.00 ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย คือ มีค่าระหว่าง 8.50-15.00 เดซิซีเมนต่อเมตร ในขณะที่การปรับปรุงดินตามวิธีของเกษตรกรจะมีผลการฟื้นฟูดินไม่แตกต่างจากวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน กล่าวคือ ก่อนปรับปรุงดินตามวิธีของเกษตรกร ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 6.40 มีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 15.60 เดซิซีเมนต่อเมตร หลังจากปรับปรุงดินแล้ว ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.70 มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 8.80 เดซิซีเมนต่อเมตร หลังจากข้าวตายครั้งที่ 1 ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.50 มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 18.60 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มสูงขึ้นค่อนข้างมาก ประมาณ 9.80 เดซิซีเมนต่อเมตร และหลังจากข้าวตายครั้งที่ 2 ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.90 และมีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 12.20 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง ประมาณ 6.40 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 7)

ในปีที่ 2 จึงได้ทำการล้างดินตามกรรมวิธีทดลองอีกครั้งและนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์พบว่าดินมีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.73-6.07 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 19.07-28.75 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 7) มีแนวโน้มสูงขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากน้ำเค็มเข้าถึงและซึมเข้าแปลงนาโดยปะปนเข้าไปพร้อมกับน้ำใต้ดิน ซึ่งจะไม่มีความแตกต่างกับวิธีของเกษตรกร ที่ทำให้ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.73 มีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 24.55 เดซิซีเมนต่อเมตร และผลจากการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าได้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 74.00-102.00 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปค่อนข้างมาก และวิธีของเกษตรกรจะทำให้ได้ผลผลิตของข้าวประมาณไร่ละ 76.17 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวโดยทั่วไปค่อนข้างมากเช่นเดียวกัน

สำหรับดินในแปลงที่ยกร่องปลูกไม้ผล (มะพร้าว) พบว่าผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการปรับปรุงดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.20-4.70 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 5.30-8.42 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR ระหว่าง 25.87-35.14 หลังจากปรับปรุงดินแล้ว ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.38-3.73 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 6.74-7.43 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR ระหว่าง 55.62-75.76 หลังจากปลูกพืช 6 เดือน ตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.55-6.40 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 5.03-5.55 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง และมีค่า SAR ระหว่าง 30.61-38.73 (ตารางที่ 8)

ดินที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ก่อนปรับปรุงมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.40-5.50 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 5.37-7.36 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่า SAR ระหว่าง 26.68-56.41 หลังจาก

ปรับปรุงแล้ว ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.75-4.70 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 6.54-7.66 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีค่า SAR ระหว่าง 45.87-65.28 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงนาข้าวบ้านคลองบ้านโพธิ์ ตำบลคลองบ้านโพธิ์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา (ค่าเฉลี่ย)

กรรมวิธีทดลอง	ผลวิเคราะห์ดิน ปีที่ 1								ผลวิเคราะห์ดินปีที่ 2 ก่อนปลูกข้าว	
	ก่อนปรับปรุงดิน		หลังปรับปรุงดิน		หลังข้าวตายครั้งที่ 1		หลังข้าวตายครั้งที่ 2			
	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	pH (1:1)	EC_e (dS/m)
C_0	6.40	15.60	5.70	8.80	5.50	18.60	5.90	12.20	5.73	24.55
C_1	6.40	15.60	5.70	7.70	6.50	17.90	6.50	13.00	5.80	21.58
T_5	6.40	15.60	5.30	7.80	5.90	24.30	6.70	15.00	5.83	21.43
T_8	6.40	15.60	5.60	7.00	6.30	19.70	6.00	10.60	5.87	19.07
T_9	6.40	15.60	5.30	9.10	6.80	18.20	6.60	15.00	5.95	28.75
T_{12}	6.40	15.60	5.60	8.80	6.20	23.70	7.00	8.50	6.07	25.50
เฉลี่ย	**6.40**	**15.60**	**5.48**	**8.20**	**6.20**	**20.40**	**6.45**	**12.38**	**5.88**	**23.48**

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าและค่า SAR ของดินบนคันร่องปลูกไม้ผลบ้านคลองบ้านโพธิ์ ตำบลคลองบ้านโพธิ์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

กรรมวิธีการทดลอง	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง			หลังปลูกพืช 6 เดือน			ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
	0-20 ซม.			0-20 ซม.			0-20 ซม.			20-60 ซม.			20-60 ซม.		
	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	SAR	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	SAR	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	SAR	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	SAR	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	SAR
C_0	4.20	5.30	31.6	3.38	6.79	75.76	5.65	5.13	40.51	4.60	5.37	33.77	3.90	6.54	64.48
C_1	4.00	6.40	35.14	3.53	6.98	68.36	5.93	5.03	38.11	4.40	6.01	36.07	3.75	7.27	56.28
T_5	4.70	6.25	29.58	3.73	7.15	74.89	6.40	5.36	35.74	5.50	6.40	56.41	4.70	7.04	60.51
T_8	3.20	8.42	25.87	3.65	6.74	56.82	6.10	5.12	30.61	3.40	7.68	30.17	4.13	6.90	54.48
T_9	4.00	5.36	26.32	3.58	7.22	55.62	5.55	5.55	38.73	4.80	6.25	26.68	4.70	6.54	45.87
T_{12}	3.50	7.23	29.19	3.68	7.43	69.72	5.88	5.52	33.52	4.60	7.36	47.4	3.93	7.66	55.62

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าพื้นที่ตัวแทนที่คัดเลือกมาทำการฟื้นฟูนั้น ไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาฟื้นฟู เพราะนอกจากลักษณะและสภาพพื้นที่จะไม่เหมาะสมแล้ว สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก็ไม่เหมาะสมด้วย เนื่องจากใช้เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งมานาน ทำให้ต้องใช้วัสดุปรับปรุงดินจำนวนมาก และใช้เวลานานในการฟื้นฟู จะเห็นได้จากแม้จะมีการล้างดินถึง 2 ครั้ง ค่าการนำไฟฟ้าของดินนอกจากจะไม่ลดลงแล้วยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกด้วย แตกต่างจากพื้นที่ตัวแทนที่ดำเนินการฟื้นฟูดินโดยสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 ที่คัดเลือกพื้นที่ดำเนินการที่ตำบลบางศาลา และตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีสภาพพื้นที่ราบลุ่มเล็กน้อย ไม่มีปัญหาน้ำท่วมขังและน้ำใต้ดินเค็มซึมเข้าแปลงนาและสวน จากการดำเนินการฟื้นฟูพบว่านาข้าว (ตำบลบ้านใหม่) ก่อนดำเนินการปรับปรุงดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 6.25-6.87 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 6.25-9.56 เดซิซีเมนต่อเมตร ภายหลังจากปรับปรุงดินแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีค่าระหว่าง 6.82-7.10 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 5.46-6.62 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง 0.82-2.94 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉลี่ย 1.86 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 9).

ดินในร่องปลูกไม้ผล (ละมุด : ดำเนินการที่ตำบลบางศาลา) ก่อนการปรับปรุงที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.80-5.42 มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 12.52-17.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ภายหลังจากปรับปรุงแล้วมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.87-5.47 มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 6.79-10.37 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลง 3.74-7.40 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉลี่ย 5.90 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ก่อนการปรับปรุงดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.10-5.77 มีค่าการนำไฟฟ้า ระหว่าง 12.02-19.07 เดซิซีเมนต่อเมตร ภายหลังจากปรับปรุงดินแล้วมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.07-5.32 โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อย มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 8.50-9.13 เดซิซีเมนต่อเมตร มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 2.96-9.94 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉลี่ย 6.08 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่10) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการฟื้นฟูดินในแปลงนาจะมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงแต่ผลผลิตของข้าวที่ได้ยังค่อนข้างต่ำมาก มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 86-122 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดินในนาข้าวก่อนและหลังการปรับปรุงที่ตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

กรรมวิธีทดลอง	ปริมาณความต้องการยิปซั่ม	ก่อนการปรับปรุงดิน		หลังการปรับปรุงดิน	
		pH (1.1)	EC_e (dS/m)	pH (1.1)	EC_e (dS/m)
C_0	1,426	6.25	8.35	6.82	6.41
T_1	1,459	6.40	9.56	6.95	6.62
T_3	1,027	6.75	9.11	6.97	6.56
T_4	2,487	6.87	7.22	7.02	6.15
T_1	1,824	6.82	6.28	7.10	5.46

C_0 = Control (วิธีของเกษตรกร)

C_1 = ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (แกลบ+ปุ๋ยเคมี) 16-20-0 อัตรา 40 กก.ต่อไร่ + ยูเรีย 10 กก.ต่อไร่

T_3 = C_1 + ½ G

T_4 = C_1 + G + ½ L

T_1 = C_1 + ¼ G

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน จากสันร่องปลูกไม้ผลก่อนและหลังการฟื้นฟูดิน ตำบลบางศาลา อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

กรรมวิธีทดลอง	ปริมาณความต้องการยิปซั่ม	ก่อนปรับปรุงดิน				หลังปรับปรุงดิน			
		pH (1.1)	EC_e (dS/m)	pH (1.1)	EC_e (dS/m)	pH (1.1)	EC_e (dS/m)	pH (1.1)	EC_e (dS/m)
		0-20 ซม.		20-60 ซม.		0-20 ซม.		20-60 ซม.	
C_0	1,194	4.87	14.52	5.27	13.96	5.22	7.57	5.27	8.50
C_1	1,791	5.42	14.11	5.77	15.83	5.47	10.37	4.67	8.65
T_3	1,658	5.10	17.04	5.45	19.07	5.20	9.64	5.32	9.13
T_4	1,326	4.42	13.55	5.10	13.29	4.80	7.87	5.20	8.45
T_{13}	846	3.80	12.52	5.52	12.02	3.87	6.79	4.07	9.06

จากกรณีตัวอย่างการฟื้นฟูดินดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าการฟื้นฟูดินสามารถทำได้ดีระดับหนึ่ง เนื่องจากยังมีปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่ต้องทำการแก้ไขอีกหลายประการ ซึ่งแต่ละแห่งจะมีปัญหาและอุปสรรคที่แตกต่างกัน พอสรุปได้ ดังนี้

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค
1. เกษตรกรขาดความตั้งใจและความมุ่งมั่น มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นที่ใหม่หลังจากปรับเปลี่ยนโครงสร้างจากบ่อเลี้ยงกุ้งไปแล้ว	1. ควรคัดเลือกเกษตรกรที่มีความตั้งใจจริงในการฟื้นฟูดิน เพื่อทำการเกษตรแบบยั่งยืน
2. สภาพพื้นที่ไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาฟื้นฟู เนื่องจากเป็นที่ลุ่มต่ำเกินไป มีปัญหาน้ำท่วมขังและน้ำใต้ดินเค็ม	2. ควรศึกษาข้อมูลต่างๆ ของพื้นที่โดยละเอียด ได้แก่ สภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ถ้ามีน้ำท่วมขังมากไม่ควรเลือก ถ้ามีน้ำทะเลขึ้นถึงและไหลซึมเข้าไปในระบบน้ำใต้ดินโดยง่าย เนื่องจากเนื้อดินมีดินเหนียวน้อยก็ไม่ควรเลือก
3. ดินฟื้นฟูได้ยาก การแก้ไขปรับปรุงใช้เวลายาวนาน เนื่องจากเป็นบ่อเก่าใช้เลี้ยงกุ้งมานาน ดินเสื่อมโทรมมาก	3. สอบถามประวัติการใช้บ่อเลี้ยงกุ้งอย่างละเอียด ควรวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนคัดเลือก
4. เกิดการทรุดตัวของคันดินง่าย	4. ไม่ควรเลือกพื้นที่ที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย ควรเลือกพื้นที่ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่หรือสร้างคันดินให้มีขนาดใหญ่กว่าปกติ มีการป้องกันการพังทลายของดิน โดยการปลูกพืชคลุมดิน เช่น หญ้าแฝก
5. ไม่สามารถแก้ไขความเป็นกรดของดินได้	5. ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่เป็นดินเปรี้ยวจัดและมีวัตถุต้นกำเนิดของดินเปรี้ยว
6. การเพิ่มธาตุอาหารพืชด้วยปุ๋ยเคมี ได้ผลค่อนข้างต่ำ	6. ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก บำรุงดินก่อนปลูกพืชหลักหรือปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบหลายๆ ครั้ง
7. มีน้ำจืดไม่เพียงพอเพื่อใช้ล้างดินและปลูกพืช	7. ควรเลือกพื้นที่ที่ใกล้กับแหล่งน้ำจืด หรือพื้นที่ที่มีระบบชลประทานค่อนข้างดี
8. เกษตรกรมีส่วนร่วมในกระบวนการฟื้นฟูน้อยและขาดการเอาใจใส่ดูแลหลังจากปลูกพืชแล้ว	8. ให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือกระบวนการฟื้นฟูดินมากขึ้นคัดเลือกเกษตรกรที่ขยันและมีความตั้งใจ
9. ขาดแคลนแรงงานช่วยทำงาน	9. ก่อนการดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ควรสอบถามเกษตรกรเกี่ยวกับที่มาของแรงงานที่จะมาช่วยทำงานในนาหรือสวน เนื่องจากอาชีพเกษตรกรรมต้องจ้างคนงานมาช่วยทำงาน

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไขปัญหา
10. ไม่มีแบบมาตรฐานแนบพร้อมแบบก่อสร้าง ทำให้การก่อสร้างโครงสร้างใหม่ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์	10. ต้องแนบแบบมาตรฐานแต่ละแบบที่ใช้ทำการก่อสร้างมาพร้อมแบบก่อสร้างที่ขออนุมัติ
11. ไม่มีข้อมูลปริมาณงานปรับสภาพพื้นที่ให้ราบเรียบพร้อมบดอัด	11. ให้ใส่ปริมาณงานลงในตารางแสดงปริมาณงานในแบบก่อสร้างทุกแปลง
12. ไม่แสดงเครื่องหมายตำแหน่งที่จะปลูกไม้ผลลงในแบบก่อสร้าง	12. ให้แสดงเครื่องหมายจุดที่จะปลูกไม้ผลพร้อมทั้งชนิดของพืชและจำนวนต้น ลงบนคันร่องปลูกพืชลงในแบบพิมพ์เขียวด้วย
13. มีความล่าช้าในการก่อสร้าง	13. เร่งรัดการออกแบบระบบโครงสร้าง เร่งรัดการทำสัญญากับผู้รับเหมา เร่งรัดให้ผู้รับเหมาทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด
14. การก่อสร้างระบบโครงสร้างใหม่ไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ในคู่มือ	14. ให้คำแนะนำและควบคุมการก่อสร้างอย่างใกล้ชิด
15. การตกแต่งพื้นที่ไม่เรียบร้อย เนื่องจากผู้รับเหมาขาดความชำนาญ	15. หัวหน้าหน่วยในสถานีพัฒนาที่ดินที่รับผิดชอบโครงการจะต้องควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาอย่างใกล้ชิดและสามารถที่จะให้คำแนะนำในรายละเอียดที่ต้องดำเนินการได้อย่างดีและถูกต้อง โดยหัวหน้าหน่วยดังกล่าวจะต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับโครงการดังกล่าวเป็นอย่างดี
16. ไม่แสดงความต้องการปูนหรือยิปซั่มไว้ในแบบก่อสร้าง เนื่องจากการวิเคราะห์ดินล่าช้า	16. เร่งรัดให้วิเคราะห์ตัวอย่างดินเร็วขึ้น และจ้าของตัวอย่างดินต้องช่วยบดตัวอย่างดินให้ด้วย
17. เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการไม่มีความเข้าใจระบบโครงสร้างตามแบบก่อสร้าง	17. เจ้าของแบบก่อสร้างต้องชี้แจงให้เจ้าหน้าที่ได้เข้าใจถึงหลักการของระบบโครงสร้างตามแบบมาตรฐานที่ตรวจสอบแล้ว
18. การทลายคันล้อมรอบบ่อเลี้ยงกุ้งทำได้ไม่ดีหรือไม่มีการทลายคันบ่อ ทำให้ปริมาณดินไม่พอ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังสวนไม้ผลในช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก เนื่องจากร่องสวนต่ำกว่าพื้นผิวหน้าดินเดิม	18. ต้องมีการควบคุมงานอย่างใกล้ชิดตั้งแต่เริ่มดำเนินการปรับพื้นที่ การก่อสร้างต้องเป็นไปตามแบบก่อสร้าง

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
19. คำนวณปริมาณความต้องการยิปซั่มต่อปูน เต็มอัตราที่ต้องการตามผลการวิเคราะห์ดิน	19. คำนวณปริมาณความต้องการยิปซั่ม/ปูน เพียงครึ่งเดียว
20. คำนวณปริมาณของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีใส่ลงในบ่อเลี้ยงปลา บ่อสำรองน้ำจืด และที่อยู่อาศัยด้วย	20. คำนวณใส่เฉพาะในนาข้าวและคันร่องสวนเท่านั้น
21. การจัดซื้อยิปซั่ม ปูน ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี พันธุ์พืช และวัสดุจำเป็นอื่นๆ ล่าช้า	21. เร่งรัดการจัดซื้อและดำเนินการโดยเร็ว
22. การดำเนินการล้างดินทำได้ล่าช้า เนื่องจากการก่อสร้างระบบโครงสร้างล่าช้า และการจัดซื้อวัสดุปรับปรุงดินล่าช้า	22. เร่งรัดการออกแบบระบบโครงสร้าง การทำสัญญารับเหมา การก่อสร้างและเร่งรัดการจัดซื้อวัสดุปรับปรุงดินต้องให้ทันก่อนปลายฤดูฝน
23. การล้างดินไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ เนื่องจากการก่อสร้างระบบโครงสร้างไม่เป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้	23. ผู้ควบคุมงานต้องดูแลและควบคุมการก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบก่อสร้างและคู่มือที่กำหนดไว้
24. การเพิ่มธาตุอาหารพืชด้วยปุ๋ยเคมีได้ผลค่อนข้างต่ำ	24. ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก บำรุงดินก่อนปลูกพืชหลัก หรือปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบหลายๆ ครั้ง

6. สรุป

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาโดยใช้ความเค็มต่ำ และได้ผลผลิตสูง แต่การขาดการจัดการที่ดีทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินและน้ำขึ้นอย่างรวดเร็ว จนต้องมีการเคลื่อนย้ายการเพาะเลี้ยงจากตามชายฝั่งทะเลเข้ามาสู่เขตพื้นที่น้ำจืด โดยเฉพาะในภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะข้าว ไม้ผล และพืชผัก ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินและน้ำ เนื่องจากการคุกคามของน้ำเค็มและปริมาณของโซเดียมในดินที่เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันการเลี้ยงกุ้งกุลาดำก็เกิดปัญหาการระบาดของโรคกุ้ง เมื่อเลี้ยงติดต่อกันมาเป็นระยะเวลา 3-5 ปี จนในที่สุดต้องทิ้งร้างที่ดินที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรมได้ต่อไปอีกอย่างคุ้มค่า ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถทำกินในที่ดินนั้นได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องฟื้นฟูดินที่ได้รับความเสื่อมโทรมเนื่องมาจากผลของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

การดำเนินการฟื้นฟูดินบ่อกุ้งร้างและดินที่ได้รับผลกระทบมาจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำดังกล่าวแล้ว มีการลงทุนค่อนข้างสูงและมีขั้นตอนต่างๆ มากมาย เริ่มตั้งแต่การสำรวจความต้องการของเกษตรกร ทัศนคติต่อการประกอบอาชีพเกษตรกรรม การปรับสภาพของพื้นที่จากบ่อเลี้ยงกุ้งไปเป็นนาข้าว สวนไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือพืชผัก และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืด หรือบ่อสำรองน้ำจืด ดินที่ถูกปรับสภาพดังกล่าวนี้จะต้องผ่านกระบวนการล้างดินด้วยน้ำจืดร่วมกับการใช้ปูนหรือยิปซัม หรือทั้งสองชนิดร่วมกัน เพื่อขจัดความเค็ม โซเดียมในดิน และ/หรือ ความเป็นกรด ออกไปจากดิน อย่างไรก็ตามความสำเร็จในการฟื้นฟูดินขึ้นอยู่กับความตั้งใจจริงของเกษตรกรและการคัดเลือกพื้นที่อย่างถูกต้องและเหมาะสม หลังจากนั้นจึงทำการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และทำให้เกิดโครงสร้างของดินโดยใช้อินทรียสารต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แกลบ ขี้เถ้าแกลบ พืชปุ๋ยสดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะทำให้สามารถใช้พื้นที่นั้นเพื่อการเกษตรกรรมได้อย่างยั่งยืน

7. สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

ความยั่งยืนในการฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นอันดับแรกในการดำเนินการ เนื่องจากต้องใช้ต้นทุนในการฟื้นฟูสูงและใช้เวลานานกว่าจะประสบผลสำเร็จ การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมและมีความพร้อมหลายๆ ด้าน เช่น มีทางคมนาคมสะดวกพอควร มีแหล่งน้ำจืดที่เพียงพอ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่ต้องนำมาพิจารณาก่อนปัจจัยอื่นๆ ปัจจัยถัดมาจะต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงานที่ดีและคัดเลือกรูปแบบโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดกับพื้นที่นั้น และประการสุดท้ายที่สำคัญที่สุดคือความตั้งใจจริงของเกษตรกร จะต้องอธิบายให้เกษตรกรเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการฟื้นฟูดินอย่างถ่องแท้จนมองเห็นความสำคัญ และเกิดความตั้งใจจริงในการพัฒนาและฟื้นฟูดินที่เสื่อมโทรมจนสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกได้อย่างยั่งยืน

8. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน 2544 พื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด การศึกษาและดูงานของคณะกรรมาธิการ กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สภาผู้แทนราษฎร กรุงเทพฯ 29 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน 2544 สรุปการศึกษาผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคมจากกการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง หน้า 37-50 *ใน* รายงานสรุปโครงการศึกษาผลกระทบและรูปแบบการแพร่กระจายดินเค็มจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบน้ำเค็มต่ำ ในปีงบประมาณ 2543

กรมพัฒนาที่ดิน กรมประมง และกรมควบคุมมลพิษ 2544 รายงานสรุปโครงการศึกษาผลการกระทบและรูปแบบการแพร่กระจายความเค็มจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำในพื้นที่น้ำจืด ปีงบประมาณ 2543 50 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน 2545 เทคนิควิธีการฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ สู่ความยั่งยืนทางการเกษตร เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ ระหว่างวันที่ 22-24 สิงหาคม 2545

กรมพัฒนาที่ดิน 2546 คู่มือการดำเนินงานฟื้นฟูพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ สำหรับเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน 112 หน้า

ชูศักดิ์ แสงธรรม 2541 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ฐานเกษตรกรรม กรุงเทพฯ 86 หน้า

ไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์ 2544 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดต่อทรัพยากรดินและแนวทางการฟื้นฟูดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ 24 หน้า

นฤมล เวียงวัง และนันทิยา ก้านสังวร 2541 การแพร่กระจายของความเค็มและการสะสมของกำมะถันในดินในพื้นที่น้ำจืดบริเวณการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ กรณีศึกษา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 44 หน้า

ยุงยุทธ โอสถสภา 2524 ดินเค็มและโซดิก ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 98 หน้า

รังสรรค์ อิ่มเอิบ สุทัส โปรษยกุล และเมธี มณีวรรณ 2544 ผลกระทบจากการทำนากุ้งกุลาดำในพื้นที่กสิกรรม *ใน* ผลงานวิชาการกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน 2544 กรุงเทพฯ หน้า 17-25

รังสรรค์ อิ่มเอิบ 2548 การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการจัดการดินเค็มในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 93 หน้า

รังสรรค์ อิ่มเอิบ สุทัส โปรษยกุล และประสิทธิ์ ตันประภาส 2539 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งต่อพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณดินเค็มชายทะเล เอกสารประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ณ โรงแรมโกลเดนแซนด์ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 14 หน้า

เริงชัย ตันสกุล 2538 ผลกระทบของการทำนากุ้งต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลระบบนิเวศวิทยาบางประการของจังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช หน้า (1V-02) 1-7 ใน การสัมมนาระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ณ โรงแรมภูเก็ตเมอร์ลิน จังหวัดภูเก็ต

สนั่น ร่วมรักษ์ และดุนิติโกะ ซิเงโน่ 2538 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในญี่ปุ่นและไทย สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ 2- chome, Homagome, Banyo-KU, Tokyo , Japan.

สิริ ทุกข์วินาศ และลิลา เรืองแป้น แนวทางการจัดทำระบบบำบัดน้ำทิ้ง จากบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 2ต่อ2535 สำนักงานพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกรมประมง

สมศรี อรุณินท์ 2540 การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก ใน เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ หน้า 19-20

สมศรี อรุณินท์ และรังสรรค์ อิ่มเอิบ 2544 ผลกระทบการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ: กรณีศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการระดมความคิดเห็น เรื่อง การแก้ไขปัญหาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด ณ โรงแรมดิเอมเมอรัลด์ ถนนรัชดาภิเษก กรุงเทพฯ 24 หน้า

สุทัส โปรษยกุล ชัยนาม ดิสถาพร และปราโมทย์ แย้มคลี่ 2544 การศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 223 หน้า

อนุสรณ์ จันทรโรจน์ 2543 การใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat-TM เพื่อสำรวจพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้ง กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 65 หน้า

อรุณี ยูวะนิยม 2544 การแก้ไขดินเค็มโดยการล้างดิน ***ใน*** เอกสารคู่มือเจ้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 235-243.

Fahad, A.A., I.B. Razap, J.S. Mahmood, and H.A. Tawfeek.1985 Comparison of three methods of water application in leaching of salt – affected soil by means of Na-22 tracer ,pp 615-621. *In* Proceeding of the International Symposium on the Reclamation of Salt- Affected Soils: PartII. Jinan China.