ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

รูปแบบ พฤติกรรม และการประเมินสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ภายในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่สืบเนื่องมาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดฉะเชิงเทรา

Pattern , Behavior and Evaluation of Contaminated Toxic Elements in Soils Related to Black Shrimp-Culture in Chachoengsao Province.

โดย

นายกิตติ สว่างกุล

.....

(ผศ.ดร.สุนทร พูนพิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อ.ดร.วัฒนชัย พงษ์นาค)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 12 เดือน มิ.ย. ปี 2540

14949
21 ส.ค. 2541
ปพ.
ก 671 ร
2540
15 ส.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14949

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

รูปแบบ พฤติกรรม และการประเมินสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ภายในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่สืบเนื่องมาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดฉะเชิงเทรา

Pattern , Behavior and Evaluation of Contaminated Toxic Elements in Soils Related to Black Shrimp-Culture in Chachoengsao Province.

T099884

โดย

นายกิตติ สว่างกุล

ปท.
ก671ธ
2539

เสนอ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

รูปแบบ พฤติกรรม และการประเมินสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ภายในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่สืบเนื่องมาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดฉะเชิงเทรา

Pattern , Behavior and Evaluation of Contaminated Toxic Elements in Soils Related to Black Shrimp-Culture in Chachoengsao Province.

การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นการค้าในจังหวัดฉะเชิงเทราได้มีการขยายตัวและพัฒนาอย่างกว้างขวางและรวดเร็วเรื่อยมา จนมีผลกระทบต่อทรัพยากรดิน น้ำ และป่าชายเลน ปัจจุบันพื้นที่ที่เคยใช้เพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ถูกปล่อยให้รกร้างว่างเปล่า เนื่องจากประสบกับปัญหาดินและน้ำเค็มมากขึ้น จนไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำอีกต่อไปได้ อีกทั้งพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการเพาะเลี้ยงที่มีอายุยังไม่มากเท่ากับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ถูกทิ้งร้างไป ก็มีการสะสมสารพิษในปริมาณความเข้มข้นที่น่าเป็นห่วง สารพิษที่เป็นอันตรายต่อกุ้งกุลาดำที่สำคัญที่สุด คือ อลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Al) ซึ่งมีพฤติกรรมเป็นสารที่มีพิษ โดยในบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 527.04 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 368.85 ppm ส่วนเหล็ก (Fe) นั้น บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.41 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.14 ppm และแมงกานีส (Mn) นั้น บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.67 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.92 ppm จะเห็นได้ว่ามีการสะสมในปริมาณความเข้มข้นที่ไม่เด่นชัดเท่ากับอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษารูปแบบ พฤติกรรม ของสารพิษประเภทอลูมินั่มด้วยการประเมิน โดยใช้โปรแกรม SOILSOLN Computer Program ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่คิดค้นโดย ผศ.ดร.สุนทร พูนพิพัฒน์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการศึกษาสมบัติทางเคมี เพื่อวิเคราะห์คุณภาพดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุประจุบวกที่เป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (โซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณซัลเฟต ปริมาณคลอไรด์ ปริมาณอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณเหล็ก และปริมาณแมงกานีส ในดินทั้ง 20 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาภาพรวมของการวิเคราะห์ดินทั้งหมดแล้วจะสนับสนุนข้อมูลที่ได้จากการประเมินสารพิษประเภทอลูมินั่มได้ว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป จะมีปริมาณการสะสมสารพิษในรูปของ "ค่ากิจกรรมของ Al^{+3} (Al^{+3} activity)" ในหน่วยความเข้มข้น mmol/l ในปริมาณความเข้มข้นสูงสุด รองลงมาคือ พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเพาะเลี้ยงมา 1-3 ปี ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่น่าแปลกใจว่า บ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเลี้ยงมา 1-3 ปี กลับได้รับผลกระทบต่อการสะสมระดับของสารพิษ Al^{+3} อย่างจริงจัง และรวดเร็วกว่าที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งคาดว่าในอนาคตอันใกล้นี้คงจะมีวิธีการแก้ปัญหา เพื่อลดระดับสารพิษ Al^{+3} ให้ลดน้อยลง หรืออย่างน้อยก็ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อกุ้งที่เกษตรกรเลี้ยงจนถึงขั้นตายได้ เพื่อให้ธุรกิจประเภทนี้เป็นธุรกิจที่ทำเงินตราให้แก่ประเทศต่อไปได้อีกนานๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณ น้องแอน ที่ได้ให้ทั้งกำลังทรัพย์และกำลังใจเสมอมา จนทำให้ปัญหาพิเศษเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุนทร พูนพิพัฒน์ และอ.ดร.วัฒนชัย พงษ์นาค ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทาง ให้แนวคิด คำแนะนำ และทำให้ข้าพเจ้าไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคใดๆในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์อาจารย์ทุกท่านที่ช่วยให้แนวคิด และคำแนะนำเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ต่าย ภาควิชาสัตวศาสตร์ และพี่โอ๋ (ปริญญาโทเคมี) ที่ได้ช่วยแนะนำการวิเคราะห์อลูมินั่มให้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ที่ได้ให้คำแนะนำในด้านการวิเคราะห์ทางเคมี และวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ขอขอบพระคุณ คุณป้าสำราญ ช้างน้อย และคุณทองม้วน สุนทรา ที่ช่วยให้ความสะดวกในด้านอุปกรณ์ต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณ พี่ดุ๊ด สำหรับคอมพิวเตอร์ และพริ้นเตอร์ ขอขอบคุณ เจน สำหรับคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ หนุ่ม (เพื่อน ม.รามฯ) สำหรับคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ โด่ง สำหรับคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ แมว สำหรับพริ้นเตอร์

ขอขอบคุณ เพื่อนๆภาควิชาปฐพีวิทยา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ทุกคน จนเสร็จสมบูรณ์ด้วยดีเสมอมา

กิตติ สว่างกุล

11 มิถุนายน 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	I
สารบาญตาราง	II
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
ผลการศึกษาและวิจารณ์	25
สรุป	46
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	25
2	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	27
3	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	28
4	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	30
5	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณโซเดียม (Na) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	31
6	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณโปตัสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	32
7	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณแคลเซียม (Ca) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	33
8	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	34
9	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	35
10	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	37
12	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณสารพิษอลูมินั่ม (Exchangeable Al) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	38
13	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณสารพิษเหล็ก (Fe) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	39
14	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณสารพิษแมงกานีส (Mn) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง	40
15	แสดงการรันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN เพื่อประเมินหา Al^{+3} activities ของตัวอย่างดินที่ 13	43
16	แสดงการรันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN เพื่อประเมินหา Al^{+3} activities ของตัวอย่างดินที่ 18	44
17	แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ยของ pAl^{+3} และ Al^{+3} activities (μM) ที่ได้รับจากการรันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN สำหรับพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 ประเภท	45

ตารางผนวกที่

1	ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	53
2	ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	54
3	ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	55
4	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	56
5	ปริมาณโซเดียม (Na) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	57
6	ปริมาณโปตัสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	58
7	ปริมาณแคลเซียม (Ca) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	59
8	ปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
9	ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	61
10	ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	62
11	ปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	63
12	ปริมาณสารพิษอลูมินั่ม (Exchangeable Al) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	64
13	ปริมาณสารพิษเหล็ก (Fe) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	65
14	ปริมาณสารพิษแมงกานีส (Mn) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง	66
15	แสดงค่า pAl^{+3} ที่ได้รับจากการรันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 ประเภท	67
16	เกณฑ์ความสูงต่ำของค่าปฏิกิริยาดิน [(Soil pH) ดิน:น้ำ = 1:1] ที่ใช้ในประเทศไทย	68
17	เกณฑ์ความสูงต่ำของด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeale base) (NH_4OAc)	68
18	เกณฑ์ความสูงต่ำของระดับความเค็มของดิน	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การเลี้ยงกุ้งทะเลของไทยมีมานานกว่า 50 ปีแล้ว คนพื้นบ้านในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด เริ่มรู้จักการทำนากุ้งมานาน จากการสอบถามผู้เฒ่าที่ยังมีชีวิตอยู่ ทราบว่าคนพื้นบ้านแถบนั้นรู้จักทำนากุ้งมาก่อนปี พ.ศ. 2478 (บรรจง, 2530) การเลี้ยงกุ้งในระยะแรกเริ่มจากการทำนาข้าวที่อยู่บริเวณป่าชายเลนที่เป็นนาใหม่ ที่ดินยังเค็มและมีน้ำทะเลท่วมถึง ยังปลูกข้าวไม่ได้ เมื่อน้ำทะเลท่วมถึงบริเวณนั้นจึงมีลูกกุ้งที่ปะปนมากับน้ำเข้ามาอาศัยอยู่ กระทั่งน้ำลดจึงได้พบว่ามีกุ้งเข้ามาเติบโตมากพอที่จะจับไปขายได้ จากจุดเริ่มต้นนี้เองที่ชาวนาคิดดัดแปลงนาข้าวดังกล่าวให้กลายเป็นสภาพสำหรับเลี้ยงกุ้งทำเป็นคันดินล้อมรอบพื้นที่นาแล้วขุดร่องให้ลึก มีการทำประตูระบายน้ำเข้าออก อาศัยธรรมชาติไม่มีการให้อาหารและกำจัดศัตรูแต่อย่างใด และในปี พ.ศ. 2529 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (***Penaeus monodon***) ตามป่าชายเลนริมทะเลได้ผงาดขึ้นมาอย่างชัดแจ้งเป็นต้นมา และคาดว่ากุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่ให้ความสำคัญมากที่สุด อาจด้วยคุณค่าและราคาที่สูงนั้นเองประกอบกับกุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่แข็งแรงสามารถเลี้ยงได้เติบโตเร็ว ในสภาพการเลี้ยงกุ้งตามป่าชายเลน (สมศักดิ์ และคณะ, 2530)

จังหวัดฉะเชิงเทรา มีสภาพทางธรณีสัณฐาน 5 ลักษณะ คือ 1. ที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง พบในบริเวณสองข้างฝั่งปากแม่น้ำบางปะกง ช่วงติดกับฝั่งทะเลของอ่าวไทย 2. ที่ลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อน พบในบริเวณพื้นที่ราบทางด้านทิศตะวันตกที่ติดต่อกับที่ราบภาคกลาง 3. ลานตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัดที่เกิดติดต่อกัน พบในบริเวณพื้นที่ที่เป็นที่ดอนทางด้านทิศตะวันออก 4. พื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน และ 5. เนินเขาและเทือกเขา สภาพภูมิประเทศมีความลาดชันสูงมาก คือ มากกว่า 35 % ได้แก่ ภูเขาและเทือกเขา พบทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของบริเวณพื้นที่สำรวจเกือบทั้งหมด ซึ่ง 2 ลักษณะแรก มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นพวกตะกอนน้ำทะเลและน้ำกร่อยที่ไม่เป็นกรดและเป็นกรดตามลำดับ วัตถุเหล่านี้จะมีขนาดเล็ก อายุน้อย และจะให้เนื้อดินเหนียวมีปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัด บริเวณพื้นที่นี้เกือบทั้งหมด จะมีน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน ฤดูแล้งดินจะแห้งแล้ง ทำให้มีสภาพเหมาะสมต่อการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำชายฝั่งทะเล ต่อมาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหาทั้งคุณภาพดินและน้ำ จนเกษตรกรต้องปล่อยพื้นที่เป็นบ่อกุ้งร้าง และไม่มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าว

พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงบริเวณของพื้นที่ชายฝั่งทะเล และเท่าที่พบกันเป็นอย่างมากก็คือ 80 % ของพื้นที่เพาะเลี้ยงทั้งหมดอยู่ในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนของภาคตะวันออก (จันทบุรี ตราด ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ) ซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเนื้อดินเหนียวที่มีสภาพการระบายน้ำเลว เป็นเขตน้ำกร่อย จึงเป็นแหล่งรวมตะกอนของน้ำทะเลที่ถูกพัดพามาทับถม รวมถึงการสะสมของอินทรีย์วัตถุในเขตพื้นที่ราบชายฝั่ง (สุนทร, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะพบอยู่ในพื้นที่ดินกรดเสื่อมโทรมในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งบางครั้งเรียกว่า "ดินกรดซัลเฟต" ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นแร่ไพไรต์ และเมื่อถูกออกซิไดซ์หรือกระบวนการเติมออกซิเจนแล้วจะกลายสภาพเป็นดินกรดจัด นอกจากนี้ระดับ pH ที่ต่ำเช่นนี้ย่อมส่งเสริมให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษประเภทต่างๆออกมาเป็นปริมาณที่สูงอีกด้วย เช่น ธาตุโลหะหนักพวก Al , Fe , Mn และธาตุอื่นๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของกุ้งกุลาดำ รวมถึงส่งเสริมทำให้พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งดังกล่าวกลายสภาพเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมอย่างสิ้นเชิง

เพราะฉะนั้นในสภาพปัจจุบัน เราจะพบว่า พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งดั้งเดิมหลายแห่ง เมื่อผ่านพ้นการเพาะเลี้ยงไปประมาณ 5-10 ปี จะแปรเปลี่ยนสภาพไปอย่างสิ้นเชิง โดยกลายมาเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมที่ประกอบไปด้วยปัญหาอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ดินที่สะสมสารพิษทั้งมวล คุณภาพของแหล่งน้ำที่เสื่อมลงตามลำดับรวมถึงการสะสมด้วยเชื้อโรค ไวรัส อยู่หลายประเภท ซึ่งมีแนวโน้มส่งผลกระทบทำให้การเพาะเลี้ยงกุ้งแต่ดั้งเดิมเป็นอาชีพที่ทำรายได้ตอบแทนที่สูงมาก ในสภาพปัจจุบันเกษตรกรบางพื้นที่ได้ประสบกับปัญหาการขาดทุนภายในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และทำให้ต้องย้ายพื้นที่การเพาะเลี้ยงออกไปสู่แหล่งอื่นๆต่อไป ส่วนปัญหาของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมก็ยังคงเกิดหมุนเวียนซ้ำลงไปในพื้นที่ใหม่อีกเช่นเดียวกัน ภายหลังผ่านพ้นการเพาะเลี้ยงไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ (จรูญพันธ์, 2537.)

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดในเบื้องต้นนั้น ปัญหาของพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่เป็นผลกระทบโดยตรงจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำภายใต้บริเวณพื้นที่ของภาคตะวันออกนั้นจัดได้ว่าเป็นรูปธรรมที่เกิดขึ้นมาอย่างเด่นชัดแล้ว แต่ส่วนใหญ่ยังไม่มีวิธีการปฏิบัติใดๆที่จะนำมาใช้ตรวจสอบหรือประเมินผลดังกล่าวออกมาได้ในรูปแบบทางหน่วยปริมาณที่แน่ชัด ซึ่งสามารถเข้าใจได้โดยง่าย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อจัดการปรับปรุงหรือแก้ไขพื้นที่สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมได้เป็นอย่างดี วิธีการประการหนึ่งที่ผู้ศึกษาเห็นว่าสมควรจะได้มาใช้ประโยชน์ก็คือ การคาดคะเนทั้งรูปแบบ ประเภท และพฤติกรรมของสารพิษด้วยการอาศัยรูปแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ที่เรียกว่า "Soil Solution Computer Model" หรือ "SOILSOLN Program" ซึ่งจะทำให้เราทราบได้ว่า อะไรเป็นปัจจัยพื้นฐานหลักที่ควบคุมสภาพสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม โดยเฉพาะคุณภาพของพื้นที่ดินบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งปนเปื้อนด้วยสารพิษประเภทต่างๆ รวมถึงศึกษาผลกระทบทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัญหาพื้นฐานของการปนเปื้อนด้วยสารพิษประเภทต่างๆที่เกิดขึ้นจากสภาพเสื่อมโทรมของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดฉะเชิงเทรา

2. เพื่อประเมินผลกระทบของการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. เพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมอันเกิดจากการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นการค้าและแนวทางแก้ไขปัญหาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทย

จุฬาภรณ์ (2532) รายงานว่า ขณะนี้ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเลี้ยงกุ้งประมาณ 500,000 ไร่ แสดงว่าพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงกุ้งได้เพิ่มขึ้นมาก ในด้านผลผลิตก็เช่นกัน จะเห็นได้ว่าผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งได้เพิ่มขึ้นประมาณ 40,000 ตันในปี พ.ศ. 2531

อาจกล่าวได้ว่าการเลี้ยงกุ้งทะเล หมายถึง การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ปัจจุบันมีลักษณะการเลี้ยงจากดั้งเดิมสู่การเลี้ยงแบบพัฒนาขึ้น (สมศักดิ์ และคณะ, 2530) จุฬาภรณ์ (2532) ได้แบ่งการเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยเป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. การเลี้ยงแบบดั้งเดิม (Extensive system)

การเลี้ยงแบบดั้งเดิม หรือที่เรียกว่า การทำนากุ้ง ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานของการเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทย การเลี้ยงแบบนี้อาศัยพื้นที่มาก ส่วนใหญ่ดัดแปลงมาจากนาข้าวและนาเกลือ โดยการขุดร่องน้ำหรือที่เรียกว่าขาวังโดยรอบนากุ้ง มักมีความกว้าง 1-2 เมตร และลึก 30-60 เซนติเมตร (ประจวบ, 2531; Kungvankij, 1986) มีการยกคันดินให้สูงขึ้นเพื่อสามารถเก็บน้ำได้ มีประตูจับกุ้งและประตูดันน้ำ ซึ่งปัจจุบันใช้เครื่องยนต์ติดเพลาและใบพัดผ่านท่อดันน้ำเพื่อดันน้ำและกุ้งเข้าในนา วิธีการเหล่านี้นอกจากจะได้น้ำใหม่ซึ่งอุดมไปด้วยอาหารธรรมชาติแล้ว ยังได้ลูกกุ้งเพิ่มขึ้นอีก (บรรจง, 2530) นับได้ว่าการเลี้ยงกุ้งแบบนี้อาศัยเชื้อกุ้งจากธรรมชาติเป็นหลัก ดังนั้นขนาดเนื้อที่จะอยู่ระหว่าง 50-200 ไร่ ประจวบ (2531) รายงานว่า ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งแบบดั้งเดิมนี้จะให้ผลผลิตประมาณ 60-100 กิโลกรัมต่อไร่ ค่อนข้างต่ำ และการเลี้ยงกุ้งแบบนี้แม้จะลงทุนน้อย แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ว่า นอกจากลูกกุ้งที่เข้ามากับน้ำแล้วยังมีลูกปลาหรือลูกปู ซึ่งเป็นศัตรูของกุ้งติดมากับน้ำด้วย ศัตรูเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาและจำเป็นต้องกำจัดในภายหลัง (บรรจง, 2530)

การเลี้ยงกุ้งแบบดั้งเดิมนี้จะให้ผลดีในช่วงการเลี้ยงระยะเริ่มแรกเท่านั้น เพราะการเลี้ยงกุ้งแบบนี้อาศัยเชื้อลูกกุ้งจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะมีเชื้อลูกกุ้งชุกชุมในช่วงแรกๆเท่านั้น กระทั่งการเลี้ยงครั้งต่อมาเชื้อลูกกุ้งจากทะเลลดน้อยผลผลิตกุ้งจึงลดต่ำลงไปด้วย กุ้งที่ได้เกือบทั้งหมดเป็นกุ้งแชบ๊วย (สมศักดิ์ และคณะ, 2530)

2. การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (Semi-intensive system)

การเลี้ยงแบบนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเลี้ยงแบบปล่อยเสริม ทั้งนี้เนื่องจากนากุ้งในหลายพื้นที่มีเชื้อกุ้งจากธรรมชาติไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่กับชาวนากุ้ง โดยมีสาเหตุจากการขยายพื้นที่การเลี้ยงกุ้งเป็นจำนวนมาก ชาวนากุ้งที่มีความคิดในแนวพัฒนา จึงได้หาวิธีการดัดแปลงรูปแบบนากุ้ง เพื่อนำลูกกุ้งจากโรงเพาะฟักไปปล่อยเสริม โดยดัดแปลงนากุ้งบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นบ่ออนุบาล มีระบบการให้อาหารและการกำจัดศัตรู จนกระทั่งลูกกุ้งที่นำไปปล่อยเสริมโตและแข็งแรงพอจึงเปิดบ่ออนุบาลกุ้งไปเลี้ยงรวมกับลูกกุ้งจากธรรมชาติ ผลผลิตของการเลี้ยงกุ้งตามวิธีนี้ จะสูงกว่าแบบดั้งเดิม คือ ให้ผลผลิตประมาณ 80-240 กิโลกรัมต่อไร่ (วุฒิ และคณะ, 2530) ซึ่งลูกกุ้งที่ปล่อยเสริมทั้งหมดมักเป็นกุ้งกุลาดำ (สมศักดิ์ และคณะ, 2530)

3. การเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive system)

การเลี้ยงแบบนี้รู้จักกันดีในอีกชื่อหนึ่งว่า การเลี้ยงแบบให้ผลผลิตสูง นับเป็นวิธีการเลี้ยงที่ทันสมัย ต้องใช้ความรู้ทางการเลี้ยงสัตว์น้ำตลอดจนการบริหารงานด้านต่างๆมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการ ได้แก่ การเตรียมบ่อ การกำจัดศัตรู การใส่ปุ๋ย การอนุบาลลูกกุ้ง การควบคุมระดับน้ำ การปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงในบ่อ มีอัตราการปล่อยลูกกุ้ง 25-30 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 40,000-50,000 ตัวต่อไร่ (ประจวบ, 2531) อาหารและการให้อาหาร ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่จะทำการเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งดำเนินการโดยเกษตรกรรายใหญ่ เพราะต้องลงทุนสูง รวมทั้งต้องใช้เวลาในการอนุบาลและการเลี้ยงมากขึ้น แต่จะให้ผลผลิตต่อไร่สูง คือ ประมาณ 150-800 กิโลกรัมต่อไร่ (วุฒิ และคณะ, 2530) และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน

บรรจง (2530) แนะนำว่า ไม่ควรเลี้ยงกุ้งในบ่อเดียวจากกุ้งวัยอ่อนจนกุ้งมีขนาดใหญ่ขายส่งตลาด ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 6-12 เดือน ทั้งนี้ก็เพราะในระยะหลังสภาพพื้นบ่อจะสกปรกและเสื่อมโทรมทำให้กุ้งโตช้าและให้ผลผลิตต่ำ

4. การเลี้ยงกุ้งทะเลในกระชัง

การเลี้ยงกุ้งทะเลในกระชัง เป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำกร่อยและแหล่งน้ำตื้นชายฝั่งทะเลให้ได้ผลดีคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนและหลีกเลี่ยงปัญหาขัดแย้งในการใช้ที่ดิน เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีอยู่จำกัดและนับวันจะมีราคาแพงขึ้น ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งทะเลในกระชังจะเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่น้อย แต่ให้ผลผลิตสูง

ลักษณะทางภูมิประเทศของจังหวัดฉะเชิงเทรา

กรมพัฒนาที่ดิน (2528) รายงานว่า สภาพภูมิประเทศของจังหวัดฉะเชิงเทรา เริ่มจากชายฝั่งทะเล ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด มีสภาพราบเรียบ ความลาดชันไม่เกิน 2 % และอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 0-2 เมตร บริเวณนี้มีไม่มากนักเกิดเป็นบริเวณแคบๆติดชายฝั่งทะเลและแม่น้ำบางปะกง พื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำ ในบริเวณนี้จะอยู่ติดกับพื้นที่ราบกว้างใหญ่ ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดมีสภาพพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชันไม่เกิน 2 % สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 2-3 เมตร ต่อจากนั้นพื้นที่จะค่อยๆสูงขึ้นไปทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ก็ยังมีสภาพราบเรียบโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อจากบริเวณทุ่งราบนี้ความสูงจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนจดกับบริเวณที่ดอนซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัด รวมเป็นบริเวณประมาณครึ่งหนึ่งของจังหวัด ในบริเวณนี้จะประกอบไปด้วยพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงปนกับที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นที่ดอน มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเป็นส่วนใหญ่ มีความลาดชัน 2-4 % แต่มีบางแห่งความลาดชันจะสูงขึ้นถึง 6-16 % ในบริเวณนี้จะพบเขาเตี้ยๆเกิดขึ้นได้แต่ไม่มากนัก ต่อจากบริเวณนี้ซึ่งจะอยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดจะเป็นสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ลาดเชิงเขา มีความลาดชันไม่เกิน 30 % บริเวณนี้จะอยู่ติดกับส่วนที่เป็นภูเขาเสียเป็นส่วนมาก มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ต่อจากบริเวณนี้จะเป็นส่วนที่เป็นเขาหรือภูเขา ซึ่งจะอยู่ทางทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด มีความลาดชันมากกว่า 35 % และจะอยู่เป็นบริเวณเขตติดต่อกับจังหวัดปราจีนบุรี ชลบุรี และจันทบุรี

O<u>ลักษณะทางธรณีวิทยาทั่วไป</u>

บริเวณพื้นที่ราบทางทิศตะวันออก ซึ่งติดต่อมาจากพื้นที่ภาคกลาง (Bangkok plain) เกิดขึ้นในยุคเทอเชียรี (Tertiary) อันเป็นยุคที่ที่ราบสูงโคราชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถูกยกตัวขึ้นไป บริเวณที่ราบจะถูกทับถมด้วยตะกอนที่น้ำพามาทับถมในยุคควาเทอนารี (Quaternary) มีความหนามาก ส่วนบริเวณพื้นที่ทางทิศตะวันออกซึ่งเป็นที่ดอนนั้นเกิดในยุคตะนาวศรี (Tanaosi) จะพบที่จัดอยู่ในพวกกาญนบุรีฟอร์เมชัน (Kamchanaburi Formation) ประกอบด้วยหินดินดาน (Shale) หินทราย (Sandstone) หินฟิลไลท์ (Phyllite) และหินควอทไซท์ (Quartzite) นอกจากนี้จะพบหินพวกแกรนิต (Granite) ซึ่งเกิดเป็นแห่งๆ พบตามเนินเขาหรือเขาเตี้ยๆ ซึ่งเกิดในยุคไตรแอสซิก (Triassic)

O<u>การจำแนกลักษณะภูมิอากาศ</u>

ตามระบบการจำแนกของ Koppen " Aw" ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (Tropical savannah climate) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี ในฤดูแล้งอากาศจะแห้งแล้งอย่างเห็นได้ชัด ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่วัดได้ในตัวเมืองฉะเชิงเทรา สูงสุด 35.0 ^{o}C ต่ำสุด 12.3 ^{o}C อุณหภูมิเฉลี่ย 16.2 ^{o}C ปริมาณเฉลี่ยของน้ำฝนที่ตกในจังหวัดฉะเชิงเทราวัดได้ 1,295 มิลลิเมตร ในจำนวนนี้ประมาณ 85 % ตกในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดฉะเชิงเทรา จำแนกตามระบบของ Thornthwaites เป็นแบบกึ่งชื้นแต่แห้งแล้ง โดยมีช่วงขาดน้ำเกือบตลอดทั้งปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

o<u>แหล่งน้ำ</u>

จังหวัดฉะเชิงเทรามีแม่น้ำ คลอง และลำห้วยเล็กๆมากมาย ระบบการระบายน้ำตามธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นแบบขนนก (Dendrite pattern) กล่าวคือ ลักษณะของลำห้วยเล็กๆต่างๆ จะไหลลงสู่คลองใหญ่

o<u>กลุ่มดินต่าง ๆที่พบในจังหวัดฉะเชิงเทรา</u> เท่าที่สำรวจพบแล้วมีดังนี้

1. Sulfaquepts **เป็นดินที่พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล เป็นดินเหนียว มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-Bg-Cg มีการระบายน้ำเลว ภายในหน้าตัดของดินจะมีจุดสีเหลืองฟางข้าว (Jarosite mottles) เกิดขึ้นภายใน 50 เซนติเมตร จากผิวดินมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด ส่วนมากไม่ใช้ทำประโยชน์ ยังคงปล่อยทิ้งไว้ เป็นที่รกร้างว่างเปล่ามีหญ้าและไม้พุ่มเล็กขึ้นหนาแน่น เนื่องจากมีสภาพเป็นดินเปรี้ยวจัด**
2. Hydraquents **เป็นดินใหม่ ดินเหล่านี้จะมีน้ำท่วมขังอยู่ตลอดเวลา ปกติสีพื้นเป็นสีเทาปนน้ำเงินและเทาปนเขียว จะไม่พบสารพวกกำมะถันภายในความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวดิน สำหรับการจัดเรียงชั้นดินจะเป็นแบบ A-C**
3. Tropaquepts **เป็นกลุ่มดินที่พบในบริเวณสภาพพื้นที่ ค่อนข้างราบเรียบถึงราบเรียบจะมีความลาดชันไม่เกิน 2 % ในฤดูฝนจะมีน้ำขังเป็นเวลานาน มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-B (Cambic horizon) สีพื้นเป็นสีเทา และจะพบจุดประสีน้ำตาลแดง หรือเหลืองตลอดชั้นดิน ดินนี้มีการระบายน้ำเลว มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงหรือสูงมาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง**
4. Plinthaquults **เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงชั้นดินเป็นแบบ A-Bt (Argillic horizon) ในดินชั้นล่างจะมีเปอร์เซนต์ประจุบวกที่เป็นด่างน้อยกว่า 35 มีสีพื้นเป็นสีเทา และมีจุดประสีน้ำตาล หรือเหลือง ในดินชั้นล่างจะพบศิลาแลงอ่อน (Plinthite) มากกว่า 50 % หรือติดต่อกันตลอด ซึ่งพวกนี้ถ้าปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งจะแปรสภาพเป็นศิลาแลงแข็ง ดินพวกนี้จัดว่าเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว หรือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ**
5. Paleaquults **เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-Bt (Argillic horizon) ในดินชั้นล่างจะมีประจุบวกที่เป็นด่างน้อยกว่า 25 % สีพื้นเป็นสีเทา และมีจุดประสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดงตลอดชั้นดิน ดินกลุ่มนี้มีการระบายน้ำเลว มักมีน้ำขังตลอดหรือเกือบตลอดฤดูฝน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ**
6. Paleustults **เป็นกลุ่มดินที่มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-Bt (Argillic horizon) เป็นดินลึกถึงลึกมาก มีสีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง หรือสีแดง ดินพวกนี้จัดเป็นดินที่มีการระบาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำดีถึงดีปานกลาง เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผ่านการสลายตัวมาแล้วในอดีตอย่างรุนแรง

7. Haplustults เป็นกลุ่มดินที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มดิน Paleustults แต่มีชั้น Argillic horizon บางกว่า หรือมีแร่สลายตัวง่ายอยู่ในชั้นล่าง เป็นปริมาณมากกว่า 10 % ซึ่งแสดงว่าผ่านขบวนการสลายตัวในระดับที่ไม่รุนแรงนัก
8. Dystropepts เป็นกลุ่มดินที่มีการระบายน้ำดี ที่เริ่มมีการพัฒนาชั้นดิน มีการจัดเรียงชั้นแบบ A-B (Cambic horizon) จะพบในเขตชุ่มชื้น และจะแห้งน้อยกว่า 90 วันในรอบปี
9. Plinthustults เป็นดินตื้น ดินชั้นล่างจะเป็นชั้นของกรวด ลูกรัง และมีชั้นของเหล็กที่จับตัวกันยังไม่แข็งอยู่ตอนล่างในความลึกไม่เกิน 125 เซนติเมตรจากผิวดินบน ลักษณะดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างจะเหนียวขึ้นเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนกรวด และดินเหนียวข้างล่างสุดสีแดงปนเหลือง หรือสีเหลืองแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง มีการระบายน้ำดีหรือดีปานกลาง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมักขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก
10. Quartzipsamments เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณหาดทรายเก่าเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะการจัดเรียงชั้นเป็นแบบ A-C เป็นดินทรายตลอดชั้น ดินทรายจะประกอบไปด้วย ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) มากกว่า 95 % ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างมาก จนถึงดีมากเกินไป มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำมาก และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมาก

ลักษณะทางเคมีของดินชายฝั่งทะเล

สิริ (2532) ทำการสำรวจทางวิชาการพบว่า พื้นที่ชายฝั่งทะเลในท้องที่หลายจังหวัดมีลักษณะดินเกิดจากการตกตะกอนน้ำทะเลที่มีปริมาณแร่ไพไรต์สูง แต่มีตะกอนปูนและตะกอนแร่ต่างๆที่มีคุณสมบัติเป็นด่างน้อย สภาพตะกอนดินเช่นนี้เมื่อมีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลาจะไม่มีสภาพเป็นกรด คือ pH ของดินเปียกประมาณ 7.0-8.0 ซึ่งเป็นภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หรือมีสภาพเป็นกลาง แต่ถ้าดินมีโอกาสโผล่พ้นน้ำและสัมผัสกับแสงแดด หรือเมื่อมีการขุดบ่อเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้งหรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ แร่ไพไรต์ก็จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศทันที แยกเป็นเหล็กไอออน (Fe^{2+}) ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) และไฮโดรเจนไอออน (H^+) และเหล็กไอออนจะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนและน้ำเกิดเป็นไฮโดรเจนไอออนทิ้งไว้ในดิน ซึ่งจะทำให้ดินมีสภาพเป็นกรดอย่างแรงหรือเรียกว่าดินเปรี้ยว ปฏิกิริยาทางเคมีสามารถสรุปได้ดังนี้

$$4FeS_2 + 1/2O_2 + H_2O = 4Fe^{3+} + 2S_4O^{2-} + 2H^+$$

$$Fe^{2+} + 1/4O_2 + H = Fe^{3+} + 1/2H_2O$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Fe^{3+} + 3H_2O$ = $Fe(OH)_3 + 3H^+$

$FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O$ = $15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$

สภาพของดินที่เป็นกรดจัดหรือเปรี้ยว จะเป็นอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งดังนี้

ก) ไฮโดรเจนไอออน ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาจะเป็นอันตรายโดยการทำให้กุ้งตายได้

ข) การใช้ปุ๋ยไม่ได้ผล ทั้งนี้เพราะเมื่อใส่ปุ๋ยลงในบ่อจะทำให้แร่ธาตุอาหารต่างๆ ทำปฏิกิริยาตกตะกอนลงสู่พื้นก้นบ่อหมด

ค) กุ้งที่เลี้ยงจะโตช้า ทั้งนี้เพราะไฮโดรเจนไอออนจะเป็นอุปสรรคต่อการลอกคราบของกุ้ง เมื่อกุ้งลอกคราบแล้วเปลือกจะแข็งตัวช้า

<u>คุณภาพดิน-น้ำในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ</u>

คุณภาพดินและน้ำ นับเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นการค้า ดินที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้ง ควรเป็นดินเหนียวสามารถกักน้ำได้ดี มีสารอินทรีย์น้อย ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ที่เหมาะสม คือ 6.5-7.5 ในบางพื้นที่ที่เป็นกรดจัดแบบถาวร จึงต้องมีการใช้ปูนขาวปรับปฏิกิริยาดินให้อยู่ในระดับดังกล่าว (หัสนัย, 2531; บรรจง, 2530) ส่วนคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนีย ซึ่งเกิดจากการเน่าสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในบ่อ และจากสิ่งมีชีวิตขับถ่ายออกมา ถ้ามีแอมโมเนียในน้ำ 0.45 mg/kg จะลดอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งประมาณร้อยละ 50 แอมโมเนียในน้ำ 2 mg/kg กุ้งจะหยุดกินอาหาร และถ้าสูงถึง 5 mg/kg จะทำให้กุ้งตาย รูปของแอมโมเนียที่มีพิษมากต่อกุ้งอยู่ในรูป unionized form คือ NH_3 ความเป็นพิษของแอมโมเนียยังขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิของน้ำ (Boyd, 1989) ดังนั้น การฟื้นฟูแก้ไขคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรม รวมถึงการหาแนวทางในระบบการเลี้ยงกุ้งที่เหมาะสม เช่น การใช้ขบวนการทางชีวภาพ (การใช้ระบบปิด หรือระบบน้ำหมุนเวียน โดยนำน้ำที่ใช้แล้วมาผ่านขั้นตอนต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง) รวมถึงกลวิธีทางเคมี (การใส่ปูนเพื่อแก้ไขลดระดับความเป็นกรดของดิน) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสม โดยเฉพาะเพื่อลดความเสี่ยงในการเพาะเลี้ยงกุ้งทางการค้า จากการทดลองเลี้ยงกุ้งในระบบน้ำหมุนเวียนของเปรมศักดิ์ และคณะ (2537) พบว่า หลักการที่นำมาใช้สามารถช่วยลดปริมาณของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ได้ในสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการนำน้ำนั้นไปใช้เลี้ยงกุ้งต่อไปได้อีก และสามารถทดแทนรายได้จากส่วนของพื้นที่ซึ่งเสียไปเพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้บ้าง ถึงแม้จะไม่มากเท่ากับการเลี้ยงกุ้งก็ตาม นอกจากนี้ในส่วนของคุณภาพน้ำ พบว่า บางขั้นตอนของการเลี้ยงกุ้ง บางค่าของคุณภาพน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น เช่น NO_3^--N, Orthophosphate, Total suspended solid, Total volatile suspended solid, COD และปริมาณ Chlorophyll เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากค่าบางค่าที่เพิ่มสูงขึ้น สามารถส่งผลที่ดีต่อระบบอีกด้วยเช่นกัน เช่น ค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Orthophosphate ช่วยส่งเสริมทำให้มีแร่ธาตุเพียงพอต่อความต้องการของ Phytoplankton ที่เพิ่มขึ้นในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยเฉพาะในช่วง 1-2 เดือน เป็นต้น

วรวิทย์ (2537) กล่าวว่า คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของกุ้งที่เราเลี้ยง เนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางในการดำรงชีพของสัตว์น้ำ ถ่ายทอดพลังงานจากดวงอาทิตย์สู่สิ่งมีชีวิต สารอินทรีย์ และอนินทรีย์ต่างๆ โดยขบวนการสังเคราะห์แสงก่อให้เกิดอาหารธรรมชาติ เช่น แพลงค์ตอนพืชและสัตว์เป็นอาหารกุ้ง และกุ้งเจริญเติบโตเป็นอาหารของมนุษย์ต่อไป

1. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้ง หมายถึง คุณสมบัติทางเคมี ชีวะ และกายภาพของน้ำ เช่น ที่เรามักจะพูดถึงกันได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนในน้ำ สีของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความขุ่นใส ปริมาณแอมโมเนีย และปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น ถ้าน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงดีก็แสดงว่าคุณสมบัติรวมดังกล่าวข้างต้นมีความเหมาะสมที่ทำให้เลี้ยงกุ้งได้ดี คือ โตเร็ว และปราศจากโรคพยาธิต่างๆ แต่ถ้าคุณภาพน้ำไม่ดีก็จะนำมาซึ่งปัญหาทั้งปวง เช่น กุ้งไม่เจริญเติบโต ตาย หรือเป็นโรคพยาธิต่างๆ

คุณสมบัติของน้ำที่เราควรพิจารณาในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ได้แก่

1.1 ความเค็ม (Salinity) หมายถึง ปริมาณเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล 1 กิโลกรัม มีหน่วยเป็น พี พี ที (ppt) หรือส่วนในพันส่วน กุ้งกุลาดำนับเป็นกุ้งที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแลงความเค็มได้ดี ซึ่งถ้าหากความเค็มเปลี่ยนอย่างช้าๆจะอยู่ได้ในช่วงความเค็ม 5-45 ppt แต่ความเค็มที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 15-25 ppt ความเค็มที่เหมาะสมสำหรับลูกกุ้ง P-15 คือ 27-30 ppt , P-30 คือ 20-25 ppt และความเค็มสำหรับกุ้งใหญ่คือ 10-20 ppt จะเห็นได้ว่า เมื่อกุ้งโตขึ้นต้องการความเค็มที่ลดต่ำลง กุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่มีความเค็มสูงนานๆ จะมีสีเขียวออกฟ้า เนื้อจะแน่นแข็งแรง และมีความต้านทานโรคสูง แต่โตช้า (ลอกคราบช้า, เปลือกหนา) ถ้าเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มต่ำนานๆ กุ้งจะมีสีเขียวออกเหลือง หรือสีฟ้า เปลือกบาง ตัวใหญ่ลอกคราบเร็ว กุ้งโตเร็ว กินอาหารได้มาก แต่ไม่แข็งแรง ส่วนกุ้งธรรมชาติที่อยู่ในทะเลลึกจะออกสีน้ำตาล-แดง ดังนั้นก่อนการจับกุ้งขายประมาณ 1-2 อาทิตย์ ควรเพิ่มความเค็มของน้ำให้สูงขึ้น เพื่อให้เปลือกกุ้งมีสีสรรขึ้น

สำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในน้ำจืดนั้น ถ้าเป็นน้ำจืดสนิทนั้นไม่น่าจะเป็นไปได้ เพราะขัดกับหลักทางสรีระวิทยาของกุ้งกุลาดำ น่าจะเป็นการเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มต่ำ และกุ้งมีการปรับตัวเข้ากับความเค็มแบบค่อยเป็นค่อยไปมากกว่า ซึ่งมีรายงานว่า กุ้งกุลาดำสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในความเค็มต่ำถึง 0.2 ppt (เกือบจืด) แต่การเจริญเติบโตช้า หากความเค็มแปรเปลี่ยนอย่างทันทีทันใด ก็สามารถเป็นเหตุให้ลูกกุ้งช็อคตายได้ ดังนั้นก่อนนำลูกกุ้งจากภาชนะขนส่งลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยในบ่อ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง ให้กุ้งปรับตัวเข้ากับความเค็มในบ่อใหญ่ได้ในหน้าฝน ในกรณีที่ฝนตกหนักติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ก็ควรระวังอย่าให้น้ำในนากุ้งเปลี่ยนแปลงมาก อาจจะทำการระบายน้ำที่เค็มน้อยกว่าบริเวณผิวหน้าน้ำทิ้งไป ในฤดูแล้ง พื้นที่บางแห่งความเค็มน้ำขึ้นสูงถึง 40 ppt ก็ต้องทำการปรับความเค็มโดยใช้น้ำจืดหรือน้ำเค็มน้อยกว่าเข้าผสม ซึ่งเกษตรกรฟาร์มเพาะเลี้ยง ควรทำการศึกษาถึงการแปรผันของความเค็มในพื้นที่ที่ทำการเพาะเลี้ยงให้ดีเสียก่อน

1.2 อุณหภูมิ สำหรับลูกกุ้งวัยอ่อนในบ่ออนุบาลควรรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 30-32°C หากต่ำกว่านี้จะมีผลทำให้วิวัฒนาการของลูกกุ้งวัยอ่อนช้าลง หากอุณภูมิลดต่ำกว่า 28°C ลูกกุ้งวัยอ่อนจะเริ่มไม่กินอาหารและตาย

ส่วนกุ้งใหญ่ทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วงกว้าง คือ 18-35°C อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ 28-30°C ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในนากุ้งของไทยเฉลี่ยประมาณ 22-29°C จึงนับได้ว่าเหมาะสำหรับทำนากุ้ง แต่ก็ควรระมัดระวังในฤดูหนาว ราวเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม อุณหภูมิน้ำลด เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของกุ้งชะงัก สำหรับนากุ้งแบบพัฒนาที่มีระดับความลึกของน้ำในบ่อ 1.0-1.5 เมตร น้ำจะช่วยเก็บรักษาความร้อนไว้ จึงไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิมากนัก

1.3 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 3-5 มิลลิกรัม/ลิตร (หรือ ppm หรือส่วนในล้านส่วน) หากปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 1-2 มิลลิกรัม/ลิตร กุ้งจะมีอาการขาดออกซิเจน ซึ่งผู้เลี้ยงจะสามารถสังเกตุเห็นกุ้งมีอาการลอยหัวเมื่อเดินเข้าไปใกล้ กุ้งก็ไม่ดำหนี ในกรณีอย่างนี้ผู้เลี้ยงต้องรีบจัดการแก้ไขอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ เปิดเครื่องให้อากาศ หรือเปลี่ยนน้ำทันที

อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณออกซิเจนในน้ำ บ่อที่มีออกซิเจนสูงจะกินอาหารได้ดี กุ้งจะโตเร็ว และแข็งแรง ถ้าปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร กุ้งจะไม่กินอาหาร

ในการเลี้ยงแบบหนาแน่นจะต้องให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร เสมอ โดยใช้เครื่องตีน้ำ หรือเครื่องให้อากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ ในพื้นที่เลี้ยงแบบหนาแน่น 3,000-4,000 ตารางเมตร ใช้เครื่องให้อากาศขนาด 1 แรงม้า 4 ตัว หรือคำนวณว่าเครื่องให้อากาศ 1 ตัว/กุ้ง 40,000 ตัว สำหรับบ่อเลี้ยงธรรมดาก็อาจลดลงไปตามส่วน

ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ กล่าวคือ ในเวลากลางวันมีการสังเคราะห์แสงของพืชก็จะให้ออกซิเจนกับน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำสูงขึ้นในเวลากลางวัน ส่วนตอนกลางคืนก็จะใช้ออกซิเจนในการหายใจ ทำให้ปริมาณออกซิเจนต่ำลงในเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในบ่อที่มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอแล้ว ก็อาจเปิดเครื่องให้อากาศกับน้ำเฉพาะในช่วงกลางคืน และใกล้รุ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับน้ำได้อย่างดี

1.4 สีของน้ำ น้ำในบ่อเลี้ยงอาจจะพบได้มีหลายสี เช่น สีเขียว สีน้ำตาลอ่อนสีขุ่นโคลน น้ำสีน้ำตาลอ่อนมักพบในน้ำที่มีความเค็มสูง มีการเปลี่ยนแปลงง่าย ยากต่อการควบคุม แต่น้ำชนิดนี้ช่วยให้กุ้งเจริญเติบโตได้ดี น้ำสีเขียวมักพบในน้ำที่มีความเค็มต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ง่ายต่อการควบคุม คุณภาพน้ำด้อยกว่าน้ำสีน้ำตาลอ่อน

ในกรณีที่เลี้ยงไปแล้วน้ำเกิดสีเข้มมากขึ้นเรื่อยๆ ให้ระวังการขาดออกซิเจนในบ่อ ควรเปลี่ยนน้ำ งดให้อาหาร และเปิดเครื่องให้อากาศ การที่น้ำมีคุณภาพคงที่ ทำให้กุ้งมีความเครียดน้อย กินอาหารดี โตเร็ว

1.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอยู่ในช่วง 7.0-8.5 ซึ่งเป็นระดับ pH ของน้ำทะเลทั่วไป ในนากุ้งหากมีแพลงค์ตอนพืชมากเกินไปจะทำให้ค่า pH สูงขึ้นโดยเฉพาะช่วงตอนบ่าย ส่วนตอนกลางคืนค่า pH จะลดลง

ถ้า pH สูงเกินไป สีของน้ำเข้ม วิธีแก้ไข คือ เปลี่ยนน้ำและเปิดเครื่องตีน้ำ ถ้า pH ต่ำแสดงว่าคุณภาพน้ำไม่ดี มีข้อเสียที่เป็นสารอินทรีย์อยู่ในน้ำสูง ในกรณีเช่นนี้จะต้องใส่ปูนขาวช่วย ปกติจะใช้ 4-5 ก.ก./1,000 ตารางเมตร ประมาณ 3-4 วัน เพื่อให้ค่า pH สูงขึ้น

ในนากุ้งบริเวณป่าชายเลนบางแห่ง จะมีน้ำเป็นกรด เพราะว่าดินพื้นบ่อเป็นดินกรดซึ่งสามารถแก้ไขโดยใช้ปูนขาวเช่นกัน จะใช้มากน้อยขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดของดินในบริเวณนั้น แต่โดยทั่วไปใช้ประมาณ 30-80 ก.ก./ไร่

ส่วนในกรณีดินมีฤทธิ์เป็นด่างโดยธรรมชาติ ปกติจะพบน้อยมาก มักไม่มีปัญหากรณีนี้ อย่างไรก็ตามหากเกิดขึ้นก็อาจใช้แอมโมเนียมซัลเฟตหว่านลงไป จะช่วยแก้ไขความเป็นด่างของดินได้

1.6 ความขุ่นใส เกิดจากการละลายของอนุภาคดินตะกอน รวมทั้งการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอน หากน้ำขุ่นมากนอกจากจะทำให้บ่อตื้นเขินเร็ว ยังทำให้สัตว์น้ำตาย อัตราการเจริญเติบโตลดลง และความทนทานต่อโรคน้อยลงด้วย เราสามารถจะวัดระดับความขุ่นใสของน้ำโดยแผ่นวัสดุสีขาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ซ.ม. ผูกกับเชือกหย่อนลงไปในน้ำจนถึงระดับที่มองไม่เห็นแผ่นขาวก็หยุด แล้ววัดระดับความลึกที่หย่อนลงไป ระดับความขุ่นใสที่เหมาะสม คือ สามารถมองลงไปได้ประมาณ 30 ซ.ม.

ถ้าน้ำขุ่นมาก คือ ระดับการมองเห็นแผ่นขาวน้อยกว่า 30 ซ.ม. ควรเปลี่ยนน้ำ แต่ถ้ามองลงไปได้มากกว่า 30 ซ.ม. ควรระงับการเปลี่ยนน้ำหรือเปลี่ยนน้ำน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในนากุ้งที่พัฒนาแล้วมักจะสร้างบ่อเก็บกักน้ำไว้ เพื่อให้น้ำตกตะกอนก่อนปล่อยน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยงนากุ้งที่น้ำมีความขุ่นมาก จะต้องทำการลอกเลน และเตรียมบ่อก่อนการเลี้ยงครั้งต่อไป

1.7 แอมโมเนีย เกิดจากของเน่าเสียของสิ่งมีชีวิตในน้ำขับถ่ายออกมา และประกอบกับสภาพของบ่อที่มีออกซิเจนต่ำ จะทำให้เกิดแอมโมเนียออกมาซึ่งเป็นพิษต่อกุ้ง ถ้ามีแอมโมเนียในน้ำ 0.45 ppm อัตราการเจริญเติบโตลดลงประมาณ 50 % ในระดับความเข้มข้น 2 ppm กุ้งจะหยุดกินอาหาร ถ้าสูงถึง 5 ppm จะทำให้กุ้งตายได้

ในกรณีที่มีแอมโมเนียสูง อาจแก้ไขโดยการเปลี่ยนถ่ายเทน้ำ เปิดเครื่องให้อากาศ หรือใช้สารพวกซีโอไลท์ (Zeolite) ใส่ลงในบ่อเพื่อดูดซึมก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้น

สาหร่ายและไดอะตอมสามารถดูดซับแอมโมเนียไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นในบ่อจึงควรมีพวกสาหร่าย และไดอะตอมในปริมาณที่สมควร นอกจากนี้ต้องตรวจสอบว่าอาหารที่ให้กุ้งแต่ละครั้งนั้น ต้องให้หลงเหลืออยู่น้อยที่สุด

1.8 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า ก๊าซไข่เน่า เกิดจากสภาพบ่อที่ขาดออกซิเจน และมีการเน่าสลายของสารอินทรีย์ เช่น อาหารที่เหลือมากในบ่อ การเน่าสลายในสภาพที่ขาดออกซิเจน น้ำมีความเป็นกรด และอุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดก๊าซไข่เน่าขึ้น ซึ่งสังเกตุได้ว่าพื้นก้นบ่อเป็นสีดำ และเหม็นเหมือนไข่เน่า ก๊าซนี้มีความเข้มข้นเพียง 0.1-0.3 ppm ก็มีผลเสียต่อกุ้ง ทำให้กุ้งเสียการทรงตัว ถ้าความเข้มข้นถึง 4 ppm กุ้งจะตายทันที วิธีแก้ไขต้องพยายามถ่ายน้ำก้นบ่อให้มาก และใช้สารซีโอไลท์ (Zeolite) 50-125 ก.ก./1,000 ตารางเมตร จะช่วยดูดก๊าซไข่เน่า และทำให้พื้นแข็งขึ้น หรือใช้ปูนขาวโรย 4-5 ก.ก./1,000 ตารางเมตร หรือใช้เครื่องดูดเลนดูดเอาขี้เลนก้นบ่อออกไป ทั้งกรณีของแอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์

2. คุณภาพดิน

คุณภาพดิน เป็นคุณสมบัติที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกก่อนทำ เป็นการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้ง ควรสุ่มตัวอย่างดิน เพื่อตรวจสอบหลายๆจุด ทั้งระดับผิวดิน และลึก 0.5-1.0 เมตร ดินดีควรจะเป็นดินเหนียว เพราะอุ้มน้ำได้ดี รองลงมาคือ ดินเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนเลน

นากุ้งส่วนใหญ่มักเป็นบริเวณป่าชายเลน ซึ่งมีการสะสมของสารอินทรีย์ในดินสูง และมักมีพวกสารเหล็กซัลไฟด์ หรือที่เรียกว่า ไพไรต์ สูง ซึ่งสารพวกนี้เมื่อถูกกับออกซิเจนจะทำให้เกิดกรดกำมะถัน ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องใช้ปูนขาวมาปรับระดับ pH ในบ่อ ปริมาณการใช้ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดบริเวณนั้นๆ ปกติจะใช้ประมาณ 30-80 กิโลกรัม/ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการใช้ปูนขาวแก้ไขสภาพความเป็นกรดระดับต่างๆ

ความเป็นกรดของดิน	ความต้องการปูนขาว ก.ก./ไร่		
	ดินเหนียว	ดินเหนียวปนทราย	ดินทราย
น้อยกว่า 4	640	300	200
4.0-4.5	480	240	200
4.5-5.0	400	200	200
5.0-5.5	240	160	160
5.5-6.0	160	80	40
6.0-6.5	80	80	-

เมื่อเลี้ยงกุ้งไปนานๆ กากอาหารและสิ่งปฏิกูลต่างๆจะหมักหมมตามพื้นบ่อ ทำให้พื้นบ่ออยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรม ถ้าทิ้งไว้ พื้นบ่อจะมีสีดำและมีกลิ่นเหม็นเป็นพิษเป็นภัยต่อกุ้ง การแก้ไขสภาพของน้ำที่เน่าเสียหรือแก้ไขสภาพของพื้นที่บ่อเสื่อมโทรม ขณะที่กำลังเลี้ยงกุ้งอยู่นั้นทำได้ยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ทางที่ดีควรหาทางป้องกันไม่ให้น้ำหรือพื้นบ่อเน่าเสีย แต่จะได้มากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของผู้เลี้ยง ปริมาณอาหารที่ให้และการควบคุมปริมาณของแพลงค์ตอนพืชในบ่อ

<u>ปัญหาคุณภาพดินที่เสื่อมโทรม (Soil problems)</u>

โดยทั่วไปพื้นที่ดินในบริเวณเพาะเลี้ยงกุ้งนั้น ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเนื้อดินเหนียวที่มีสภาพการระบายน้ำเลว ประกอบกับเป็นเขตน้ำกร่อย จึงย่อมเป็นแหล่งรวบรวมตะกอนของน้ำทะเลที่ถูกพัดพามาทับถม รวมถึงการสะสมของอินทรีย์วัตถุในเขตพื้นที่ราบชายฝั่ง เป็นต้น พื้นที่จึงมักเป็นที่รวบรวมของแร่ธาตุอาหารพืช ซากพืชซากสัตว์ และตะกอนของสารประกอบซัลเฟต เนื่องจากในบริเวณดังกล่าวอยู่ในสภาพขังน้ำ ดังนั้นสารซัลเฟตจึงถูกสภาพการลดออกซิเจน (Reduction) โดยอาศัยอิทธิพลของจุลินทรีย์ประเภท anaerobic bacteria ทำการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบซัลไฟด์ (S^{2-}) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาร่วมกับสารประกอบเหล็กทั้งหลาย จะให้สารประกอบ Ferrous sulfide (FeS) ออกมา และต่อไปจะแปรสภาพไปเป็น Disulfide (FeS_2) หรือที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในชื่อที่เรียกว่า " แร่ Pyrite " ถ้าสภาพการขังน้ำในบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะต้องมีการระบายน้ำออกไปเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การทำนากุ้ง ซึ่งจำเป็นต้องกลับหน้าดิน และขุดชั้นดินล่างขึ้นมาข้างบน หรือเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ดินจากดั้งเดิมที่เคยอยู่ใต้น้ำไปอยู่ในสภาพได้รับอากาศ หรือก่อให้เกิดการเติมออกซิเจน (Oxidation) ให้แก่ไพไรต์ ในที่สุดผลลัพธ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีก็คือ สารประกอบเฟอรัสซัลเฟต [$Fe_2(SO_4)_3$] ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจทำปฏิกิริยาอื่นๆในขั้นตอนต่อไป และให้สารประกอบเหล็กและกรดกำมะถัน ตามลำดับ สารประกอบเหล็กที่สำคัญได้แก่ แร่จาโรไซต์ [jarosite, $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$] ที่พบเห็นได้ง่ายในชั้นหน้าตัดของดินในรูปจุดประสีเหลือง (yellow mottles) จากรายงานของ Poolpipatana (1993) ได้บ่งบอกอย่างชัดเจนถึงลักษณะพื้นที่ดินที่ใช้เพาะเลี้ยงกุ้งนั้น จะมีความเป็นกรดจัดค่อนข้างสูงในประเภทที่เรียกว่า "Potential acid sulfate soils" กล่าวคือ ความเป็นกรดจะไม่แสดงผลออกมาในสภาพที่มีน้ำขังอยู่ แต่เมื่อใดก็ตามดินเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะของการระบายน้ำที่ดีแล้ว ศักยภาพของความเป็นกรดจะถูกปลดปล่อย และพร้อมที่จะแสดงผลออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน ลักษณะเช่นนี้ก็คือ "ความเป็นกรดแฝง (Potential acidity)" เป็นเรื่องที่สำคัญมาก จากผลการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรดด่างสำหรับชุดดินบางประเภท เช่น บางปะกง ฉะเชิงเทรา อ่าวลึก ในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนนับตั้งแต่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตรนั้น Poolpipatana (1994 a) รายงานว่า ที่ระดับความลึกประมาณ 10-25 เซนติเมตร พื้นดินให้ค่าความเป็นกรดเกิดขึ้นสูงสุดประมาณ pH 4.0 และที่ระดับความลึก 75-100 เซนติเมตร ค่า pH จะลดต่ำลงมาถึง 3.2-3.3 พร้อมทั้งพบจุดประสีเหลืองของแร่ jarosite ปรากฏอยู่ทั่วไปในชั้นหน้าตัดดิน

Poolpitpatana (1994 b) ทำการวิเคราะห์ดินบริเวณนากุ้งในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออก เพื่อศึกษาปฏิกิริยาดินและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในระดับความลึกตั้งแต่ 0-80 ซ.ม. ปรากฏว่าที่ระดับความลึก 50 ซ.ม. มีค่า pH ต่ำสุดถึง 4.2 และในขณะเดียวกัน ค่าระดับความเป็นกรดแฝงในชั้นดินดังกล่าว จะอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมากอีกเช่นกัน เพราะฉะนั้นจึงแสดงให้เห็นว่า ดินพร้อมที่จะแสดงปฏิกิริยาเป็นกรดได้ตลอดเวลา และจะมีผลกระทบทำให้คุณภาพน้ำในบ่อมีปฏิกิริยาเป็นกรดไปด้วย ประการสำคัญที่สุดก็คือ ระดับ pH ที่ต่ำเช่นนี้ ย่อมก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษประเภทต่างๆออกมาเป็นปริมาณที่สูงมากด้วย เช่น ธาตุโลหะหนักพวก Al , Fe , Mn และธาตุอื่นๆ เป็นต้น จากค่า Al , Fe , Mn ที่วัดได้จะมีสูงถึง 30,500 และ 120 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยสะสมเป็นปริมาณที่สูงมากกว่าตัวอย่างดินที่ระดับอื่นๆ และแสดงให้เห็นว่า ความเป็นกรดของดินนั้น ล้วนเป็นตัวเร่งก่อให้เกิดการปลดปล่อย Al หรือธาตุโลหะหนักอื่นๆ ที่อาจส่งผลลบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำที่เจริญเติบโตอยู่ภายในบ่อเลี้ยงเป็นประการสำคัญ

<u>ปัญหาของคุณภาพน้ำ (Water quality)</u>

จากที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นนั้น เมื่อสภาพพื้นดินเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยถูกนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ คุณภาพของน้ำย่อมได้รับผลกระทบกระเทือน และคาดว่าสิ่งที่น่าจะเกิดเป็นปัญหาก็คือ ความเป็นพิษของ Al และธาตุโลหะหนักทั้งหมดเป็นประการสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับลักษณะและคุณภาพน้ำในปัจจัยประการอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งนั้น ปรากฏว่ามีรายงานอยู่บ้างดังเช่น อัมพันธ์ (2537) กล่าวว่า ดินในบริเวณนากุ้งจะมีปริมาณ N อยู่ในรูปของ NH_4^+-N อยู่สูงมากกว่า NO_3^--N เนื่องจากพื้นดินอยู่ในสภาพขังน้ำ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ NH_4^+-N ที่ผิวดินกับที่ระดับล่างแล้ว ปรากฏว่า NH_4^+-N ย่อมสะสมตัวอยู่ที่บริเวณผิวดินเป็นปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากอิทธิพลของการเติมออกซิเจนของอากาศที่ผิวดิน และเปลี่ยนรูปไปเป็น NO_3^--N ซึ่งอาจถูกจุลินทรีย์ และพืชน้ำนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงการสูญเสีย N ในรูปก๊าซ NH_3 โดยเฉพาะที่ระดับ 80 ซ.ม. ซึ่งเป็นระดับที่ผิวน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งสัมผัสกับดินโดยตรง และเกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมใช้หินปูน ($CaCO_3$) เพื่อปรับปรุงค่า pH ของน้ำให้สูงขึ้น เมื่อดินเป็นด่างจึงเกิดขบวนการระเหิด (Volatilization) อย่างต่อเนื่องและกลายสภาพเป็นก๊าซ NH_3สูญหายขึ้นไปสู่บรรยากาศ นอกจากนี้จากการศึกษาคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่เลี้ยงกุ้งแถบจังหวัดจันทบุรี โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนจากบริเวณบ่อเลี้ยงกุ้ง และคลองระบายน้ำชายฝั่ง ซึ่งมีป่าชายเลนเป็นแนวกั้น ตลอดจนตะกอนในอ่าวไทย กิจการ (2537) รายงานว่า ปริมาณ Total N ในบริเวณชายฝั่งที่มีป่าชายเลนปกคลุม จะมีค่าสูงที่สุด สำหรับน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีปริมาณ Total N สูงนั้น อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการให้อาหาร และยาปฏิชีวนะแก่กุ้งเลี้ยงโดยเกษตรกร เมื่อมีการระบายน้ำทิ้งออกไปจากแหล่งกำเนิดคือบ่อเลี้ยงกุ้ง ปริมาณ Total N จะเริ่มมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากระดับน้ำในคลองช่วยเจือจางธาตุอาหารโดยตรง ส่วนบริเวณชายฝั่งที่มีป่าชายเลนปกคลุมอยู่ ยังเป็นการช่วยเก็บกักธาตุอาหารที่ถูกระบายมาจากแหล่งกำเนิด และส่งผลทำให้ระดับธาตุอาหารในอ่าวไทยมีปริมาณไม่สูงมากเกินไป สำหรับปริมาณ PO_4^{3-}-P ที่มีอยู่น้อยในดิน กลับปรากฏว่าบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนมีค่าไม่สูงมากนัก และมีแนวโน้มลดลงตามระยะทาง ส่วนบริเวณกลางอ่าวที่ให้ค่า PO_4^{3-}-P สูงกว่าบริเวณชายฝั่งนั้น อาจเป็นผลมาจากการระบายน้ำทิ้งของเขตชุมชนชายฝั่ง โดยเฉพาะน้ำทิ้งที่เหลือจากการใช้เพื่อบริโภคและอุปโภค แต่อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุ N ในบริเวณกลางอ่าวกลับมีค่าลดลง ซึ่งสืบเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่มากในช่วงที่น้ำทะเลหนุนตัวขึ้นอยู่ในระดับสูง เป็นต้น

<u>การสลายตัวของสารอินทรีย์</u>

การสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี (aerobic condition) มักมีสาร Intermediate Product เกิดขึ้นเสมอ สารที่เกิดขึ้น ได้แก่ กรดต่างๆและแอลกอฮอลล์จะสะสมอยู่ไม่นานก็จะสลายต่อโดยจุลินทรีย์ ส่วนดินที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี (anaerobic condition) สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการสลายจะสะสมอยู่เป็นเวลานาน ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) และ simple organic ตัวอื่นๆ (สมศักดิ์, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยควบคุมการสลายตัวของสารอินทรีย์ทั้งองค์ประกอบทางเคมีของสารอินทรีย์เองจนถึงสภาพแวดล้อม

การเน่าเสียของพื้นบ่อกุ้ง

ดีพร้อม (2531) กล่าวว่า การเน่าเสียที่ก้นบ่อ ส่วนหนึ่งจะเกิดจากตะกอนกากโสโครก (Sludge) คำว่า "สลัดจ์" หมายถึง กากตะกอนของสารอินทรีย์ที่ได้ปล่อยให้มีการย่อยสลายจนเหลือกากขั้นสุดท้าย เรามีการเติมอาหารกุ้งลงไปใหม่ทุกวัน ดังนั้นจึงมีของเสียที่สะสมกันมากขึ้นทุกที่ๆ และสลัดจ์ หรือตะกอนก้นบ่อนี้ก็จะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ซับซ้อนร่วมกันไปกับจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก มีแบคทีเรียมากที่สุดและฟังไจรองลงมา และก็มีโปรโตซัวและอื่นๆ ประกอบด้วย เมื่อเราทราบว่าตะกอนของเสียนี้เป็นสารอินทรีย์ที่สามารถจะย่อยได้ เราจึงอาจจะเร่งขบวนการให้มีการย่อยเร็วขึ้น โดยการให้มีจุลินทรีย์มาก ก็จะมีการย่อยเร็วขึ้น การทำงานของจุลินทรีย์ที่จะได้พลังงาน ก็โดยการที่ได้รับออกซิเจนมาก ดังนั้นการเติมออกซิเจนให้แก่น้ำด้วยวิธีการใดๆก็ตาม ก็จะทำให้การย่อยตะกอนของเสียนั้นเกิดเร็วขึ้น เมื่อกากตะกอนเกิดย่อยแล้วก็อาจจะเกิดสารที่เป็นผลเสียต่อกุ้ง เป็นพิษต่อกุ้งได้ สิ่งที่ติดตามมาอย่างแน่นอนก็คือ มีจุลินทรีย์เกิดเพิ่มขึ้นอย่างมากมายซึ่งก็จะมีผลเสียทางอ้อม คือ การแย่งใช้ออกซิเจน มีการสลายตัวของสารอินทรีย์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งในขั้นสุดท้าย ก็จะทำให้เกิดเป็นปุ๋ยแก่สาหร่าย ทำให้เกิดน้ำเขียวติดตามมาได้ ของเสียบางอย่างที่มีอยู่ไม่ได้เคลื่อนย้ายออกไป ไม่ได้สลายให้หมดไป ก็อาจจะถูกแผ่นดินซับเอาไว้ได้ ดังนั้นพื้นก้นบ่อก็อาจจะสะสมของเสียเพิ่มขึ้น

สภาพปัจจุบันทุกวันนี้ ผู้เลี้ยงกุ้งในประเทศไทยมักจะปฏิบัติ โดยการหมักหมมของเสียเอาไว้ในบ่อ ไม่ทยอยนำออก แต่ปล่อยให้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มขึ้นเรื่อยๆก็จะทำให้กุ้งนั้นเกิดความเครียดมากขึ้นตามลำดับผู้เลี้ยงกุ้งไปแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ เมื่อกุ้งกินอาหารน้อยลง ตายง่ายขึ้น ก็พยายามแก้ไขโดยการใช้อาหารเป็นสิ่งล่อมากขึ้น ในปัจจุบันนี้มักจะมีลักษณะการสะสมของเสียมากขึ้น และกุ้งก็อ่อนแอมากขึ้นจนกระทั่งไปถึงจุดหนึ่งซึ่งกุ้งจะทนไม่ได้

ดีพร้อม (2531) กล่าวว่า การเลี้ยงกุ้งนั้นต้องมีการเติมออกซิเจนแก่น้ำให้พอ ทำให้มีโอกาสที่จะออกซิไดซ์แร่ไพไรต์ให้เป็นกรดซัลฟูริก ซึ่งก็จะเพิ่มความเปรี้ยวแก่ดิน โอกาสที่จะตรึงค่ากรดด่างให้คงที่โดยการเลี้ยงกุ้งสมัยใหม่ จะทำได้ยากจำเป็นต้องใช้ปูนแก้กรดของดินให้ดินมีความเป็นกลาง หรือด่างเล็กน้อยตามที่กุ้งชอบเสมอ

ดีพร้อม (2531) กล่าวว่า กรดมีผลเสียต่อกุ้งทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง คือ เป็นภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อแร่ธาตุสารเคมีต่างๆในตัวกุ้งเอง แร่ธาตุบางตัวจะละลายออกมามากเกินไปจนอยู่ในระดับที่เป็นพิษ ในขณะที่บางอย่างถูกตรึงจนทำงานไม่ได้ การสร้างเปลือกกุ้งก็จะทำได้ยาก ในธรรมชาติกุ้งจะไม่ไปอาศัยอยู่ในบริเวณที่เป็นกรดเลย แต่กุ้งซึ่งเลี้ยงในบ่อไม่มีทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
39884

เลือกอื่นก็ต้องอยู่แต่จะอ่อนแอมาก ตายไป หรือไม่โต หรือโตช้า ด้านอาหารธรรมชาติ คือ ระบบแพลงค์ตอนในสายโซ่อาหารก็ผิดไปจากเดิม ผู้เลี้ยงกุ้งจะเลี้ยงสีของน้ำได้ยากที่สุด การมีซัลเฟตมากที่พื้นบ่อ เมื่อมีของเสียและเชื้อจุลินทรีย์มากก็จะเกิดการรีดิวซ์เกลือซัลเฟตเกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือ ก๊าซไข่เน่า ซึ่งเป็นอันตรายต่อกุ้งได้ง่ายอีกด้วย

วิธีลดกรดในดิน

ดีพร้อม (2531) กล่าวว่า ใช้วิธีหว่านปูนต่างๆ แล้วปล่อยน้ำเข้าไปแช่ จากนั้นก็ถ่ายน้ำออกไป ทำหลายๆครั้ง จะลดความเป็นกรดของผิวดินได้มาก แต่ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำทิ้งหลายครั้งก็มากด้วย การแก้กรดโดยการใช้ปูนครั้งเดียวให้มากไปเลยนั้น นับว่าไม่ดีสำหรับการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ เพราะจะทำให้แร่ธาตุที่มีประจุเหมือนกันหลายอย่างถูกแย่งที่การทำงานจึงเกิดภาวะขาดแร่ธาตุนั้นๆขึ้นชั่วคราว เป็นผลเสียต่อกิจกรรมการดำรงชีพของกุ้งเอง และต่อการเจริญของแพลงค์ตอนในน้ำได้ การใส่ปูนเท่าที่จำเป็นโดยไม่ต้องแก้ความเป็นกรดของดินลงไปลึกนักกลับเป็นผลดีกว่า

นั่นคือ ของเสียที่ตกลงยังพื้นบ่อกุ้งเป็นพวกโปรตีนจากเศษอาหาร และโปรตีนในขี้กุ้ง ย่อยและดูดซึมไปใช้ได้ไม่หมด ของเสียเหล่านี้จะถูกจุลินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียย่อยให้แตกสลายลง เกิดเป็นแอมโมเนีย เรียกว่า ขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น (Ammonification) แอมโมเนียเมื่อละลายน้ำเป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แตกตัวแล้วให้ฤทธิ์เป็นด่าง ดังนั้นก็จะมีด่างที่จะแก้กรดเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ

ค่าปฏิกิริยาของดินและน้ำ

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ต้องการค่าความเป็นกรด-ด่างที่พอเหมาะ แบคทีเรียสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีในภาวะที่เป็นกรดอ่อนและเป็นกลาง ราย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ในภาวะที่เป็นกรด ส่วนสาหร่ายเซลล์เดียว (algae) ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีในภาวะที่เป็นกรดจัดถึงด่างจัด ในภาวะปกติการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีในภาวะที่เป็นกรดอ่อน หรือเป็นกลาง ทั้งนี้เพราะกิจกรรมการย่อยสลายส่วนใหญ่เป็นของแบคทีเรีย (สมเจตน์และคณะ, 2526; ไพบูลย์, 2528)

ความสำคัญของสารอินทรีย์ต่อคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญมากต่อผลผลิตสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อดินมีปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง คือ คุณภาพของดินพื้นบ่อ (ยนต์, 2530; ยนต์และคณะ, 2532) ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ เช่น ค่า COD (Chemical Oxygen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Demand), ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3), ค่า DO (Dissolved Oxygen), ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand), ไนไตรท์ (NO_2) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ยนต์, 2530 ก.; Boyd, 1979; Boyd, 1989)

การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยา (pH) ของดินเลนพื้นบ่อในขณะเลี้ยง

จากผลการศึกษาค่าปฏิกิริยาดินของยนต์ และคณะ (2530 ก.) ปฏิกิริยาของดิน (pH) ในบ่อบริเวณป่าชายเลนมีค่าต่ำกว่าที่อยู่บริเวณรอบๆป่าชายเลนที่ระดับผิว ค่า pH ของดินบริเวณป่าชายเลนอยู่ในช่วง 4.08-5.62 ส่วนดินในบริเวณรอบๆป่าชายเลน พบค่า pH อยู่ในช่วง 5.61-7.04 และที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ค่า pH ของดินในบ่อบริเวณป่าชายเลนอยู่ในช่วง 3.21-4.40 ส่วนค่า pH ของดินในบ่อบริเวณรอบๆป่าชายเลน อยู่ในช่วง 4.87-5.78 ทั้งนี้เนื่องจากบ่อบริเวณป่าชายเลนเป็นดินซึ่งส่วนใหญ่มีสารไพไรต์ (pyrite) ปะปนอยู่เมื่อสัมผัสกับอากาศและถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรีย จะเกิดกรดกำมะถันส่งผลทำให้ดินเป็นกรดจัด (ยนต์, 2530 ก.)

จากผลการศึกษาค่า pH ที่ระดับความลึก 3 ระดับโดยยนต์ (2530) พบว่า ดินพื้นบ่อที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรของทั้ง 2 บริเวณมีค่า pH สูงสุด ซึ่งหมายถึงดินมีความเป็นกรดสูง ส่วนดินที่ระดับผิวของทั้ง 2 บริเวณ พบว่า มีค่า pH สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ระดับความลึก โดยบ่อบริเวณรอบๆป่าชายเลนที่ระดับผิวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.61-7.04 ส่วนที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร pH อยู่ในช่วง 3.21-4.40 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการใส่ปูนขาวปรับสภาพดินในช่วงเตรียมบ่อซึ่งจะมีผลต่อ pH ของดินพื้นบ่อในขณะเลี้ยง จากการศึกษา พบว่า ค่า pH ทั้ง 2 บริเวณมีแนวโน้มสูงขึ้นทั้ง 3 ระดับความลึก ซึ่งหมายถึง สภาพความเป็นกรดในดินพื้นบ่อลดลงตามอายุการเลี้ยง ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณกรดบางส่วนถูกทำลายด้วยน้ำทะเลและเกิดปฏิกิริยามากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณการถ่ายน้ำ (ยนต์, 2530; Boyd, 1989)

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเนื้อดิน

จากการจำแนกประเภทของเนื้อดินโดยนิวุฒิ (2534) พบว่า เนื้อดินในบ่อเลี้ยงกุ้งบริเวณรอบๆป่าชายเลน จัดเป็นประเภทดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งประกอบด้วยทราย (sand) ร้อยละ 59.73-65.28 ทรายแป้ง (silt) ร้อยละ 21.52-24.68 และดินเหนียว (clay) ร้อยละ 13.20-15.59 ส่วนในบ่อบริเวณป่าชายเลนจัดเป็นประเภท ดินร่วนปนทราย (sandy loam) เช่นกัน ซึ่งประกอบด้วยทราย ร้อยละ 56.68-61.95 ทรายแป้ง ร้อยละ 22.33-24.92 และดินเหนียว ร้อยละ 14.64-16.40 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณดินเหนียว (clay) ตลอดการเลี้ยงจะพบว่า ปริมาณดินเหนียวจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยเริ่มต้นก่อนการปล่อยกุ้ง (เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 0) ปริมาณดินเหนียวที่ผิวดินมีค่า ร้อยละ 15.59 และลดลงถึงร้อยละ 14.27 ในเดือนที่ 4 ส่วนบริเวณป่าชายเลนปริมาณดินเหนียวลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเริ่มต้นก่อนการปล่อยกุ้ง (เดือนที่ 0) พบปริมาณดินเหนียว ร้อยละ 15.66 และลดลงถึงร้อยละ 11.01 ในเดือนที่ 4 การลดลงของปริมาณดินเหนียวคงเนื่องมาจาก ตะกอนบางส่วนที่อยู่ในรูปของดินเหนียวถูกระบายออกไปจากการถ่ายน้ำ และบางส่วนเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไป

การปนเปื้อนของโลหะหนักจากการเลี้ยงกุ้ง

โลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำไม่สามารถสลายตัวได้โดยขบวนการธรรมชาติ และบางส่วนจะตกตะกอนสะสมอยู่ในตะกอนดิน นอกจากนี้โลหะหนักยังสามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆด้วย ซึ่งการสะสมดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามระดับขั้นอาหาร (Trophic levels) ของระบบนิเวศน์ จากการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักโดย Katz (1975) ด้วยวิธีการทดสอบความเป็นพิษ (Toxicity test) แสดงว่า การปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่าความเข้มข้นที่ปลอดภัย (Safe concentration) เป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยตรง ซึ่งหมายรวมถึง ความเป็นพิษที่ทำให้สัตว์น้ำตาย (Sublethal effect) แต่มีผลกระทบที่เป็นอันตราย (Harmful effect) ต่อการเจริญเติบโต (Growth) การเจริญวัย (Development) การสืบพันธุ์ (Reproduction) พฤติกรรม (Behavior) และระบบต่างๆทางสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ

SOILSOLN Computer Program

ในสภาพปัจจุบันวิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างชัดแจ้งเกือบทุกวงการ เพราะฉะนั้นเมื่อเรารู้ว่าปัญหาที่แท้จริงของการเพาะเลี้ยงกุ้งนั้นได้รับผลกระทบมาจากปัจจัย "คุณภาพดินและน้ำ" เป็นเรื่องสำคัญแล้ว จะมีวิธีปฏิบัติอย่างไรจึงจะนำผลการวิเคราะห์ ทั้งคุณภาพดินและน้ำมาสร้าง และอธิบายเป็นความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้งสองได้ โดยอาศัยรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการจำลองต้นแบบ (Model Simulation) โดยเฉพาะเพื่ออธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปทางเคมี (chemical speciation) สถานะ (state) และระดับความเข้มข้น (levels of concentration) ที่ปรากฏอยู่ภายในดินและน้ำ ในขณะเดียวกันมีนักวิจัยหลายๆท่านได้พยายามนำเอาผลของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ค่าของคุณภาพดินหรือน้ำนั้น มาสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สำเร็จรูปหลายประเภท ดังเช่น จากรายงานของ Poolpipatana (1994 b.) ได้พัฒนาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ "SOILSOLN" ขึ้นมาจากความรู้พื้นฐานทางด้านภาษาเบสิค และแฟ้มข้อมูลทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic files) เพื่อใช้ประเมินหาค่าวิเคราะห์คุณภาพดินและน้ำเป็นเบื้องต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้คาดคะเน และทำนายถึงสาเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14949

และต้นตอของปัญหาสารพิษต่างๆที่เกิดขึ้นภายในสิ่งแวดล้อม ประกอบกับจากรายงานของ Poolpipatana (1994 c.) ได้กล่าวไว้อีกเช่นกันถึงการนำ SOILSOLN Computer Program มาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินถึงสถานะ และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินบางประเภทที่เป็นปัญหาต่อการผลิตทางการเกษตร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาประเมินครั้งนี้ได้ทำการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา จากบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นจำนวนทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ให้คลอบคลุมเกือบทุกอำเภอ (ไม่ได้เก็บในบางอำเภอ) โดยเก็บในระดับความลึกจากผิวดินลงไปแบบตื้นๆทั้งขอบบ่อ และก้นบ่อ แล้วจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งตามประวัติการเพาะเลี้ยงออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) 5 ตัวอย่าง 2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) 9 ตัวอย่าง และ 3. บ่อเลี้ยงกุ้งเกิดใหม่ (1-3 ปี) 6 ตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งที่เป็นบ่อทิ้งร้าง (> 5 ปี) ได้แก่

ตัวอย่างดินที่ 3 คลองนาเกลือ ต.บางบัว อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 11 บ้านท่าสะอ้าน อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 13 บ้านท่าสะอ้าน อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 14 บ้านคลองนา อ.เมือง

ตัวอย่างดินที่ 17 บ้านสถานีใหม่ อ.เมือง

2. พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเพาะเลี้ยงมา 3-5 ปี ได้แก่

ตัวอย่างดินที่ 1 ต.บางบัว อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 9 ข้างวัดลาดยาว ต.บางสมัคร อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 10 ต.บางสมัคร อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 12 คลองต้นไทร ต.บ้านโพธิ์ อ.บ้านโพธิ์

ตัวอย่างดินที่ 15 วัดหนองแดง ต.บ้านโพธิ์ อ.บ้านโพธิ์

ตัวอย่างดินที่ 16 บ้านคลองใหม่ อ.บ้านโพธิ์

ตัวอย่างดินที่ 5 บ้านหัวดง อ.เมือง

ตัวอย่างดินที่ 7 บ้านคลองขุด อ.แปลงยาว

ตัวอย่างดินที่ 8 วัดหัวสวน อ.แปลงยาว

3. พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งใหม่หรือบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดใหม่ (1-3 ปี) ได้แก่

ตัวอย่างดินที่ 18 ต.ท่าทองหลาง อ.บางคล้า

ตัวอย่างดินที่ 20 ต.ท่าทองหลาง อ.บางคล้า

ตัวอย่างดินที่ 19 ต.ท่าทองหลาง อ.บางคล้า

ตัวอย่างดินที่ 2 ต.บางบัว อ.บางปะกง

ตัวอย่างดินที่ 4 อ.เมือง

ตัวอย่างดินที่ 6 อ.เมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วนำตัวอย่างดินที่เก็บได้ ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร (10 mesh) แล้วนำไปทำการวิเคราะห์สมบัติต่างๆทางเคมี ดังนี้

การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของดิน

1. ปฏิกิริยาของดิน (pH) โดยใช้เครื่องมือวัดปฏิกิริยาของดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1

2. ปริมาณเกลือที่ละลายได้ (Soluble salts) โดยวิธีวัด Electrical conductivity (EC) ด้วยเครื่องมือ Conductance cell โดยใช้สารละลายดิน:น้ำ 1:5

3. ปริมาณธาตุประจุบวกที่เป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable basic cation) โดยชะดินด้วยแอมโมเนียมอะซีเตท (NH_4OAc 1 N) ที่เป็นกลาง (pH 7) 100 ml นำสิ่งที่ชะได้มาวัดปริมาณโซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer HITACHI Z-8200

4. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) โดยชะดินด้วยแอมโมเนียมอะซีเตท (NH_4OAc 1 N) ที่เป็นกลาง (pH 7) 100 ml นำสิ่งที่ชะได้มาวัดปริมาณโซเดียม โปตัสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ต่อไปชะด้วยแอลกอฮอลล์ 80 % นำสิ่งที่ชะได้ทิ้งไป แล้วชะด้วย NaCl 100 ml นำสิ่งที่ชะได้ไปทำการกลั่นหา NH_4^+ แล้วไตเตรตด้วย HCl จากนั้นนำปริมาตรกรดที่ใช้ไปคำนวณหาค่า CEC

5. ปริมาณธาตุโลหะหนักบางชนิด เช่น เหล็ก แมงกานีส โดยการสกัดด้วยสารละลาย DTPA (Diethlene Triamine Pentaacetic Acid) นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าแบบ Horizontal ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง นำสารละลายที่ได้มาทำการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer HITACHI Z-8200 และปริมาณอลูมินัม (Al) โดยชะดินด้วย KCl 1 N 100 ml ทีละน้อย และใช้เวลาทั้งหมดไม่เกิน 1 ชั่วโมง ปรับปริมาตรที่รองรับได้เป็น 100 ml ด้วย KCl 1 N เก็บสิ่งที่กรองได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณอลูมินัม (Al) ต่อไป โดยนำเอา aliquot 100 ml มาเติม phenolphthaline indicator 5 หยด แล้วไตเตรตด้วย NaOH 0.1 N จนได้ end point สีชมพู แล้วเติม HCl 0.1 N ลงไป 1 หยด เพื่อให้สารละลายไม่มีสี เติม NaF 10 ml แล้วไตเตรตด้วย HCl 0.1 N จนกระทั่งสารละลายไม่มีสี และเมื่อตั้งทิ้งไว้ 2 นาที สารละลายก็ยังคงไม่มีสี

6. การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ (O.M.) โดยวิธีวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) เติมโปตัสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$ 1 N) ให้ผสมกับดิน เติมกรดซัลฟูริกโดยเร็ว ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเติมน้ำกลั่นและหยด O-phenantholine indicator แล้วไตเตรตกับเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$ 0.5 N) เมื่อใกล้ถึง end point สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวเข้ม แล้วนำค่าที่ได้คูณกับค่า factor = 1.724

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปริมาณฟอสฟอรัส (P)ที่เป็นประโยชน์ สกัดจากดินโดยสารละลาย Bray II หลักสำคัญ คือ ใช้กรด HCl ร่วมกับ NH_4F เป็นตัวสกัดฟอสฟอรัสที่ละลายได้ง่ายในกรด อัตราส่วนของสารละลายที่ใช้สกัด:ดิน เท่ากับ 1:10 สกัดเป็นเวลา 1 นาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง เก็บสารละลายที่ได้ (aliquot) เพื่อไปวิเคราะห์ แล้ววัดค่า % Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer พร้อมทั้งทำ Standard curve ของฟอสฟอรัสด้วย เพื่อหาความเข้มข้น

8. ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) โดยการสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Acetate-acetic solution เขย่านาน 30 นาที เติมผงถ่าน (activated charcoal) ลงไป เขย่า 3 นาที กรอง แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณซัลเฟตในสารละลาย ใช้วิธี Turbidimetric method โดยวัดความขุ่นของตะกอน ($BaSO_4$) ที่เกิดขึ้น แล้ววัด % Transmittance ด้วย

9. ปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride) โดยเติมน้ำกลั่นผสมกับดิน เขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จึงนำมากรอง นำสิ่งที่กรองได้มาเติม Potassium chromate แล้วไตเตรตด้วย Silver solution จนเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางเคมีของดิน ที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน (Soil pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) อินทรีย์วัตถุในดิน (O.M.) ปริมาณธาตุประจุบวกที่เป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable basic cation) เช่น โซเดียม (Na) โปตัสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) และปริมาณคลอไรด์ (Cl^-) ของพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ประเภทที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง ได้ผลดังนี้

ก. ค่าปฏิกิริยาของดิน (Soil pH)

ตารางที่ 1 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD) ของค่าปฏิกิริยาของดิน (Soil pH) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	5.06-7.20	5.98 $\pm$ 0.84
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	5.28-7.57	6.99 $\pm$ 0.78
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	6.51-7.64	7.04 $\pm$ 0.53
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 0.38 %

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณารายละเอียดของ pH ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งซึ่งจำแนกออกได้ตามประวัติการเพาะเลี้ยง กล่าวคือ บ่อกุ้งทิ้งร้างที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงหรือบ่อเลี้ยงกุ้งเสื่อมโทรมแล้ว (อายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป) บ่อเลี้ยงกุ้งที่มีการเพาะเลี้ยงมา 3-5 ปี และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ที่มีอายุตั้งแต่ 1-3 ปี จะพบผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะให้ค่า pH อยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 5.06-7.20 ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้งอายุปานกลาง 3-5 ปี และบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดใหม่ (1-3 ปี) จะมีค่า pH ปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 5.28-7.57 และ 6.51-7.64 ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยของ pH ในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่า pH ต่ำสุดประมาณ 5.98 บ่อเลี้ยงกุ้งอายุปานกลาง 3-5 ปี จะมีค่า pH ประมาณ 6.99 และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีค่า pH ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.04 จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่าพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่มีอายุนานมากกว่า 5 ปีขึ้นไปนั้น ผลจากการเพาะเลี้ยงและกิจกรรมของมนุษย์มีส่วนส่งเสริมทำให้ดินเป็นกรดอย่างแท้จริง เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้งอายุปานกลาง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ค่อนข้างจะให้ค่า pH เป็นกลางหรือสูง และไม่น่าจะทำให้เกิดอันตรายต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งได้มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง ซึ่งคาดว่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหาและส่งผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งอีกหลายประการ (จะขออธิบายถึงผลในหัวข้อต่อๆไป)

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถอธิบายถึงสาเหตุของความเป็นกรดที่เกิดขึ้นกับบริเวณพื้นที่ดินได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ ถ้าพิจารณาค่าปฏิกิริยาของดินโดยเฉลี่ยตลอดทั้งพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (20 ตัวอย่าง) จะมีสภาพเป็นกรดจัดถึงด่างอย่างอ่อน (pH 5.06-7.64) ซึ่งคงเกี่ยวเนื่องกับวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นประการสำคัญ จากรายงานของเฉลียว (2530) กล่าวว่า พื้นที่ดินตามชายฝั่งของแม่น้ำบางปะกงนั้น (เป็นพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้) ปรากฏสภาพเป็นดินตะกอนชายฝั่งทะเล ค่าปฏิกิริยาของดินส่วนใหญ่จึงได้รับอิทธิพลมาจากการสะสมของธาตุโซเดียม ซึ่งจัดเป็นธาตุประจุบวกประเภทด่างที่มีการสะสมอยู่มากในน้ำทะเล นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ดินดังกล่าวยังมีโอกาสของการได้รับปริมาณด่างบางประเภท เช่น แคลเซียม หรือแมกนีเซียม โดยเฉพาะปริมาณธาตุแคลเซียมที่สลายตัวออกมาจากหินปูน และสลายตัวปะปนมากับน้ำจากบริเวณแม่น้ำบางปะกงร่วมด้วย สำหรับในกรณีของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บขึ้นมาจากบริเวณพื้นที่เลี้ยงกุ้ง (อายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป) นั้น จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า ชุดดินดังกล่าวมีค่า pH ของดินต่ำสุดประมาณ 5.06 ซึ่งคงสืบเนื่องมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินประเภทแร่ไพไรต์ (FeS_2) และสารประกอบพวกเบสิค-อลูมินั่ม [$(Al_3(SO_4)_2$] ทั้งหลายที่สะสมอยู่ภายในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อพื้นที่บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งเหล่านั้นได้ถูกแปรสภาพ โดยทำการยกระดับหรือขุดให้ชั้นดินล่างโผล่กลับขึ้นมาข้างบนจากผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงในที่สุด แร่ไพไรต์และสารประกอบต่างๆจะเกิดกระบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา และส่งเสริมให้เกิดสภาพกรดได้เป็นปริมาณมากจนถึงระดับกรดจัด (ถิรพล และสุรพงษ์, 2538) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ค่า pH ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 1 ประกอบด้วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity : EC)

ตารางที่ 2 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1.บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	0.26-9.06	4.13 ± 4.43
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	0.89-4.66	1.71 ± 1.15
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	0.59-3.58	1.65 ± 1.07
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 1.31 %

จากตารางที่ 2 จะพบผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะให้ค่า EC อยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 0.26-9.06 dS/m (ต่ำมากถึงสูง) ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดใหม่ (1-3 ปี) จะมีค่า EC ปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.89-4.66 dS/m (ต่ำมากถึงปานกลาง) และ 0.59-3.58 dS/m (ต่ำมากถึงต่ำ) ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยของ EC ในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่า EC สูงสุดประมาณ 4.13 dS/m บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) จะมีค่า EC ประมาณ 1.71 dS/m และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีค่า EC ประมาณ 1.65 dS/m จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ที่มีอายุ 1-3 ปี มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าพื้นที่อื่น เนื่องมาจากมีการใส่สารเคมีและมีการเติมอากาศให้แก่น้ำในบ่อ ทำให้ธาตุประจุบวกต่างๆเกิดกระบวนการรับออกซิเจน (Oxidation) และตกตะกอนไปอยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ (ทัศนีย์, 2531) เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า

จากผลการวิเคราะห์ดินดังกล่าว สามารถอธิบายได้ว่า ค่าการนำไฟฟ้าโดยเฉลี่ยตลอดทั้งพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (20 ตัวอย่างดิน) จะมีระดับความเค็มของดินจากต่ำถึงสูง (EC 0.26-9.06) สำหรับในกรณีของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บมาจากบริเวณพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (> 5 ปี) นั้น จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า ชุดดินดังกล่าวมีค่าการนำไฟฟ้าของดินสูงสุดประมาณ 4.13 dS/m ซึ่งคงสืบเนื่องมาจากมีการใช้ทำบ่อกุ้งมาเป็นเวลานาน ทำให้มีการสะสมธาตุประจุบวกโดยเฉพาะโซเดียม จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ดินตะกอนบ่อกุ้งมีความเค็ม หรือมีค่าการนำไฟฟ้าสูง และการที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีความเค็มสูง น่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเลี้ยงกุ้งไม่ได้ผลดี เกิดอันตรายต่อกุ้ง เกษตรกรจึงปล่อยพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งให้ร้างไปในที่สุด ส่วนในพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมากถึงปานกลาง แต่เมื่อพิจารณาภาพโดยรวมแล้วจัดว่ามีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อทำการเพาะเลี้ยงกุ้งมาเป็นเวลานานเข้า น้ำฝนและน้ำจืดที่มากับระบบลำน้ำจะค่อยๆชะเอาเกลือโซเดียมที่มีการสะสมอยู่ก้นบ่อออกไป ทำให้ความเค็มลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ค่า EC ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 2 ประกอบด้วย)

ค. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)

<u>ตารางที่ 3</u> แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	0.91-27.33	16.17 ± 11.76
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	12.41-34.71	26.73 ± 7.55
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	10.66-30.86	22.29 ± 9.27
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 3.08 %

จากตารางที่ 3 จะพบผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้ง (> 5 ปี) จะให้ค่า CEC อยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 0.91-27.33 meq/100 g soil ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีค่า CEC ปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 12.41-34.71 meq/100 g soil และ 10.66-30.86 meq/100 g soil ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยของค่า CEC ในสภาพการเพาะเลี้ยงกุ้งในแต่ละพื้นที่จะพบได้อย่างชัดเจน อีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่า CEC ต่ำสุดประมาณ 16.17 meq/100 g soil บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีค่า CEC ประมาณ 26.73 meq/100 g soil และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีค่า CEC ประมาณ 22.29 meq/100 g soil จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) นั้น จากการจำแนกประเภทของเนื้อดินโดยนิวุฒิ (2534) พบว่า เนื้อดินในบ่อเลี้ยงกุ้งบริเวณรอบๆป่าชายเลน หรือใกล้เคียงกับป่าชายเลนเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) จากรายงานของคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2530) กล่าวว่า ดินร่วนปนทรายมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ แสดงว่ามีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างน้อยหรือน้อยมาก และ % clay เพียง 0-20 % เท่านั้น ถ้าอินทรีย์วัตถุมีมากก็จะทำให้ค่า CEC มากตามไปด้วย แต่พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่า CEC น้อยที่สุด จึงมีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)

จากผลการวิเคราะห์ดินดังกล่าว สามารถอธิบายถึงสาเหตุของการที่ดินในพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีค่า CEC ต่ำสุด ความจริงแล้วใช่ว่าบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีค่า CEC สูง แต่ก็ต้องถือว่าต่ำเหมือนกัน เพราะถ้าในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มี humus และ montmorillonite สูง จะมีค่า CEC สูงถึง 200 และ 100 meq/100 g soil ตามลำดับ ถ้าพิจารณาค่า CEC โดยเฉลี่ยตลอดพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (20 ตัวอย่าง) มีค่าตั้งแต่ 0.91-34.71 meq/100 g soil ซึ่งจะอยู่ในช่วงของ hydrous mica , kaolinite และ hydrous oxide ของเหล็ก และอลูมินั่ม มีค่า CEC เท่ากับ 30, 8, และ 4 meq/100 g soil สาเหตุอีกประการหนึ่ง คือ การที่มี % clay น้อยในพื้นที่ดินบ่อกุ้งโดยรวม จึงทำให้มีการดูดยึดและแลกเปลี่ยน อิออนบวกได้น้อย ซึ่งปกติ clay มีประจุเป็นลบ แต่ประจุบวกที่ดินพื้นบ่อกุ้งนี้ถูกดูดยึดไว้ส่วนใหญ่ที่เห็นชัด โดยเฉพาะบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะเป็น $H^{+}(Al^{+++})$ มากที่สุด เพราะมี Replacing power มากที่สุด ปริมาณจะมีมากน้อยลดหลั่นกันไปดังนี้ คือ $H^{+}(Al^{+++}) > Ca^{++} > Mg^{++} > K^{+}$ และ Na^{+} (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ค่า CEC ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 3 ประกอบด้วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.)

ตารางที่ 4 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	0.680-3.710	2.314 ± 1.44
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	0.650-5.330	2.131 ± 1.62
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	0.655-5.330	2.132 ± 1.66
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 10.33 %

จากตารางที่ 4 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมี % อินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 0.680-3.710 ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มี % อินทรีย์วัตถุปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.650-5.330 และ 0.655-5.330 ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มี % อินทรีย์วัตถุสูงสุดประมาณ 2.314 บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มี % อินทรีย์วัตถุประมาณ 2.131 และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มี % อินทรีย์วัตถุประมาณ 2.132 จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มี % อินทรีย์วัตถุสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ก็อาจจะเป็นผลมาจากการที่เป็นกรดมากที่สุด เพราะว่ากรดส่วนหนึ่งนั้นก็มาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่เกิดขึ้นในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่น มีน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งอาจถือว่ามีอากาศ หรือออกซิเจนไม่เพียงพอ หรือไม่มีเลย (anaerobic condition) ผลที่ได้จากการสลายตัวเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ นอกจากองค์ประกอบที่ย่อยสลายจะถูกเปลี่ยนเป็น CO_2 แล้ว ยังมีสารประกอบพวก organic acid หรือ intermediate products อื่นๆเกิดขึ้นอีกด้วย แต่เมื่อพิจารณาจากตัวเลขที่ได้มาแล้ว พบว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ประเภท แทบจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกันเลย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า % O.M.ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 4 ประกอบด้วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ปริมาณธาตุประจุบวกที่เป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable basic cation)

ตารางที่ 5 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณโซเดียม (Na) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	551.00-1784.00	1200.80 ± 555.56
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	757.00-1783.50	999.67 ± 307.88
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	668.50-1167.50	922.17 ± 166.90
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 2.43 %

จากตารางที่ 5 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณโซเดียมอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 551.00-1784.00 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้ง (1-3 ปี) จะมีปริมาณโซเดียมปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 757.00-1783.50 ppm และ 668.50-1167.50 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณโซเดียมสูงสุดประมาณ 1200.80 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณโซเดียมประมาณ 999.67 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณโซเดียมประมาณ 922.17 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณโซเดียมสูงสุดก็เพราะ เป็นบ่อที่ทำการเลี้ยงกุ้งมาเป็นเวลานาน และมีอิทธิพลจากน้ำทะเลมาก จึงทำให้มีการสะสมโซเดียมในปริมาณมาก Na^+ และ cation อื่นๆก็ถูกปลดปล่อยออกมา ถึงแม้ Na^+ จะถูกยึดอยู่ใน clay ได้ แต่เป็นธาตุที่ถูกไล่ที่ได้ง่ายที่สุด และดูดยึดกับผิวของ clay ด้วยแรงที่เบากว่า cation อื่นๆ และในพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) ก็มี% clay น้อยที่สุดด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จึงมีการดูดยึด Na^+ ไว้น้อย จึงปล่อยออกมาอยู่ในสารละลายดิน และน้ำในบ่อกุ้งได้มาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) เมื่อเปลี่ยนหน่วย ppm ให้เป็น cmol/kg จะได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณโซเดียมประมาณ 5.22 cmol/kg ถือว่าสูงมาก บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) จะมีประมาณ 4.34 cmol/kg ถือว่าสูงมาก และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 4.00 cmol/kg ซึ่งก็ถือว่าสูงมากเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณ Na ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 5 ประกอบด้วย)

ตารางที่ 6 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณโปตัสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	179.95-1454.20	912.44 ± 561.99
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	592.00-993.00	792.34 ± 130.53
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3)	291.05-1046.00	686.99 ± 283.44
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 1.28 %

จากตารางที่ 6 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณโปตัสเซียมอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 179.95-1454.20 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณโปตัสเซียมปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 592.00-993.00 ppm และ 291.05-1046.00 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณโปตัสเซียมสูงสุดประมาณ 912.44 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณโปตัสเซียมประมาณ 792.34 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณโปตัสเซียมประมาณ 686.99 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณโปตัสเซียมสูงสุด เพราะว่าในดินมีกรดเจืออยู่เสมอทำให้แร่โปตัสเซียมสลายตัวได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งตรงกันที่ว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มี pH ต่ำสุด เป็นกรดมากกว่าบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) โปตัสเซียมมีการกระจายอยู่ค่อนข้างสม่ำเสมอที่ระดับความลึกต่างๆ เมื่อโปตัสเซียมในดินชั้นบนถูกกัดกร่อนไป ก็จะมีการทดแทนโดยมาจากโปตัสเซียมที่อยู่ในดินชั้นล่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) เมื่อเปลี่ยนหน่วย ppm ให้เป็น cmol/kg จะได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณโปตัสเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 2.34 cmol/kg ถือว่าสูงมาก บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) จะมีปริมาณโปตัสเซียมประมาณ 2.03 ถือว่าสูงมาก และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณโปตัสเซียมประมาณ 1.76 cmol/kg ซึ่งถือว่าสูงมากเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณ K ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 6 ประกอบด้วย)

ตารางที่ 7 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณแคลเซียม (Ca) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	1418.00-2926.50	1968.80 ± 634.76
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	1922.00-4688.50	3689.78 ± 1093.35
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	2473.00-4506.00	3680.17 ± 854.93
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 0.18 %

จากตารางที่ 7 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 1418.00-2926.50 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณแคลเซียมปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1922.00-4688.50 ppm และ 2473.00-4506.00 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบผลได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดประมาณ 3689.78 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (1-3 ปี) มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 3680.17 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 1968.80 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า เหตุที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณแคลเซียมต่ำสุดก็เพราะ มีค่า pH เป็นกรดจัดถึงกลาง พอเฉลี่ยแล้วก็ยังเป็นกรดแต่ปานกลาง Ca^{2+} จึงถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่ายมาก อีกทั้งดินอิ่มตัวด้วย exchangeable H^{+} ดังนั้นพื้นที่ผิวของ soil colloid จึงมี exchangeable Ca^{2+} อยู่น้อยมาก ในดินที่เป็นกรดและที่ชื้นของบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) ส่วนใหญ่แคลเซียมจะอยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และอยู่ในรูปของแร่พวก primary mineral ที่ยังไม่แปรสภาพ (คณาจารย์ภาควิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฐพีวิทยา, 2530) เมื่อเปลี่ยนหน่วย ppm ให้เป็น cmol/kg จะได้ว่า บ่อกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 9.84 cmol/kg ถือว่าปานกลาง บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 18.45 cmol/kg ถือว่าสูง และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 18.40 cmol/kg ซึ่งถือว่าสูงเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณ Ca ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 7 ประกอบด้วย)

ตารางที่ 8 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD) ของปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	41.50-180.50	88.70 $\pm$ 55.56
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	8.00-112.00	56.56 $\pm$ 35.10
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	20.50-183.00	71.08 $\pm$ 60.07
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 4.19 %

จากตารางที่ 8 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 41.50-180.50 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณแมกนีเซียมปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 8.00-112.00 ppm และ 20.50-183.00 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดประมาณ 88.70 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 56.56 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 71.08 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ (เหตุผลเช่นเดียวกับแคลเซียม เพราะมีแนวโน้มมากน้อยตามแคลเซียม แต่จะมีปริมาณน้อยกว่า) เมื่อเปลี่ยนหน่วย ppm ให้เป็น cmol/kg จะได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 0.74 cmol/kg ถือว่าต่ำ บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cmol/kg ถือว่าต่ำ และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 0.59 cmol/kg ถือว่าต่ำเช่นกัน เป็นเพราะดินของบ่อทั้ง 3 ประเภทนี้มีลักษณะของความเป็นกรดแสดงให้เห็นด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณ Mg ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่การเพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 8 ประกอบด้วย)

ฉ. ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์

ตารางที่ 9 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยงกุ้ง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	15.50-98.07	43.85 ± 33.39
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	31.25-191.65	132.96 ± 54.55
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	43.13-172.50	129.17 ± 67.86
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 8.82 %

จากตารางที่ 9 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 15.50-98.07 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้ง (1-3 ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 31.25-191.65 ppm และ 43.13-172.50 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดประมาณ 43.85 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ประมาณ 132.96 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ประมาณ 129.17 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด เพราะว่ามีสภาพความเป็นกรดมากที่สุด เมื่อดินเป็นกรดมากๆจะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของ Fe และ Al ฟอสเฟต ทั้งๆที่ฟอสเฟตในดินก็มีปริมาณน้อยอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบกับแร่อื่นๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่าปริมาณ P ของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่การเพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 9 ประกอบด้วย)

ข. ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-})

ตารางที่ 10 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD) ของปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	96.25-1156.25	647.63 $\pm$ 503.96
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	54.13-2100.00	488.15 $\pm$ 623.59
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	78.13-1737.50	548.61 $\pm$ 640.92
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 10.72 %

จากตารางที่ 10 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณซัลเฟตอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 96.25-1156.25 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณซัลเฟตปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 54.13-2100.00 ppm และ 78.13- 1737.50 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณซัลเฟตสูงสุดประมาณ 647.63 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณซัลเฟตประมาณ 488.15 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณซัลเฟตประมาณ 548.61 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณซัลเฟตสูงสุด เพราะว่ามีสภาพเป็นกรดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ซัลเฟตจะจับคู่กับไฮโดรเจนอิออนได้มากในสารละลายดินและในน้ำบ่อเลี้ยงกุ้ง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่า ตัวเลขที่ได้มีความใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า ปริมาณซัลเฟตของดินแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 10 ประกอบด้วย)

ซ. ปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride)

ตารางที่ 11 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	10.96-104.49	45.34 ± 43.08
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	12.77-33.54	18.67 ± 6.61
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	13.06-21.04	14.46 ± 2.81
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 2.40 %

จากตารางที่ 11 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณคลอไรด์อยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 10.96-104.49 meq/l (หรือ mmol/l) ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณคลอไรด์ปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 12.77-33.54 meq/l และ 13.06-21.04 meq/l ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงกุ้งในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกัน ว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณคลอไรด์สูงสุดประมาณ 45.34 meq/l บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณคลอไรด์ประมาณ 18.67 meq/l และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณคลอไรด์ประมาณ 14.46 meq/l จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณคลอไรด์สูงสุด เพราะว่ามีปริมาณ Na^+ อยู่สูงมาก และได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมาก อีกทั้ง Cl^- จะต้องรวมตัวกับ Na^+ กลายเป็นเกลือแกงที่ทำให้เกิดความเค็มขึ้นมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ก็มีปริมาณคลอไรด์สูงมากเช่นกัน แต่ไม่มากเท่ากับในบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพรวมของจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 20 ตัวอย่าง สำหรับพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณคลอไรด์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง (พิจารณาตารางผนวกที่ 11 ประกอบด้วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณและการสะสมสารพิษประเภทต่างๆในพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง

ก. ปริมาณอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Al)

ตารางที่ 12 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปริมาณสารพิษอลูมินั่ม (Exchangeable Al) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	313.20-747.90	527.04 ± 160.24
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	16.20-292.50	143.70 ± 99.77
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	36.90-880.20	368.85 ± 292.61
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; (ไม่มี CV เพราะทำซ้ำเดียว)

การศึกษาปริมาณสารพิษประเภทอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable aluminum) นั้นจัดเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดอีกประเภทหนึ่งตามรายงานและผลการศึกษามาก่อนของ Poolpipatana (1994) กล่าวคือ ค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้ตัวนี้จะใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับความเป็นกรดทั้งหมดของดิน (Total acidity) ได้อย่างแท้จริง โดยค่าความเป็นกรดทั้งหมดของดินนี้จะประกอบไปด้วยปริมาณอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้เป็นส่วนใหญ่รวมกับปริมาณส่วนน้อยของปริมาณไฮโดรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable hydrogen)

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณ Exchangeable Al ที่ได้จากบริเวณพื้นที่เลี้ยงกุ้ง (บ่อ) ทั้ง 3 ประเภท จะพบว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างที่มีอายุมากกว่า 5 ปี จะให้ปริมาณสารพิษ Al ออกมาสะสมอยู่ในตัวอย่างดินช่วงพิสัยตั้งแต่ 313.20-747.90 ppm Al^{+3} ส่วนในกรณีบ่อเลี้ยงกุ้งอายุปานกลาง 3-5 ปี และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ 1-3 ปี ต่างให้ค่าช่วงพิสัยของการสะสม Exchangeable Al อยู่ในระดับตั้งแต่ 16.20-292.50 ppm Al^{+3} และ 36.90-880.20 ppm Al^{+3} ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในภาพพจน์รวมๆ โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของการสะสมสารพิษดังกล่าวในบริเวณพื้นที่ดินทั้ง 3 ประเภทกลับพบเห็นได้อย่างชัดเจนว่า พื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งที่เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างสะสม Al^{+3} อยู่ในระดับที่สูงที่สุดเท่ากับ 527.04 ppm Al^{+3} พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่กลับสะสมสารพิษ Al^{+3} ปรากฏอยู่ในอันดับที่ 2 คือ มีปริมาณ Al^{+3} เฉลี่ยเท่ากับ 368.85 ppm Al^{+3} และพื้นที่บ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงกุ้งที่มีอายุปานกลางจะสะสมสารพิษ Al^{+3} อยู่ในลำดับท้ายสุดคือประมาณ 143.7 ppm Al^{+3} เป็นอย่างต่ำ

สิ่งที่ควรสนใจก็คือ บทบาทของการสะสมสารพิษ Al^{+3} นั้นเป็นไปได้อย่างชัดเจนมากทั้งในบ่อเลี้ยงกุ้งที่เป็นพื้นที่ดินปล่อยร้าง โอกาสของการสะสมสารพิษ Al^{+3} ปรากฏอย่างเด่นชัดในตัวอย่างที่ 13 , 11 และ 3 กล่าวคือ ตั้งแต่ 747.90-528.3 ppm ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Poolpipatana (1994) ที่ได้ยืนยันอย่างชัดเจนถึงอิทธิพล พฤติกรรม และรูปแบบของการสะสมความเป็นพิษของ Al^{+3} ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนในบริเวณพื้นที่ดินกรดเสื่อมโทรมของเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง และบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของกรุงเทพมหานคร

นอกจากนี้เป็นที่น่าแปลกใจก็คือ บริเวณพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ซึ่งมีประวัติการเพาะเลี้ยงมาเพียง 1-3 ปีนั้น อิทธิพลและกิจกรรมของการเพาะเลี้ยงดังกล่าว ได้แสดงผลกระทบต่อการสะสมระดับของสารพิษ Al^{+3} อย่างจริงจัง และรวดเร็วกว่าที่คาดหวังไว้ล่วงหน้า โดยเฉพาะอิทธิพลจากตัวอย่างที่ 18 ถึงแม้จะเป็นบริเวณพื้นที่ใหม่ แต่กลับสะสมสารพิษ Al^{+3} อยู่ในระดับสูงสุดถึง 880.20 ppm Al^{+3} และอิทธิพลดังกล่าวส่งผลกระตุ้นให้มีแนวโน้มของพื้นที่เลี้ยงกุ้ง (บ่อใหม่ในการศึกษาครั้งนี้) มีการสะสม Al^{+3} เพิ่มสูงตามขึ้นไปด้วยดังจะเห็นได้ว่า Al^{+3} ที่สะสมอยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่กลับมีระดับประมาณ 368.85 ppm และมีค่าสูงกว่าจากพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเลี้ยงมาแล้วตั้งแต่ 3-5 ปี โดย Al^{+3} ที่สะสมอยู่ในพื้นที่ประการหลังนี้กลับมีเพียง 143.70 ppm เท่านั้น

ข. ปริมาณเหล็ก (Fe)

<u>ตารางที่ 13</u> แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD) ของปริมาณสารพิษเหล็ก (Fe) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	38.40-41.53	39.41 $\pm$ 1.27
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	25.18-41.71	36.91 $\pm$ 5.22
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	34.20-40.83	38.14 $\pm$ 2.78
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 8.81 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 13 จะเห็นผลได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 38.40-41.53 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 25.18-41.71 ppm และ 34.20-40.83 ppm ตามลำดับ

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กสูงสุดประมาณ 39.41 ppm บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กประมาณ 36.91 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กประมาณ 38.14 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณสารพิษเหล็กมากที่สุด เพราะว่าธาตุเหล็กส่วนใหญ่อยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน เพราะดินมีความชื้นมาก จึงมีสีเทาอันเป็นสีของ ferrous ion หรืออาจมีสีดำ ซึ่งเป็นสีของ ferrous sulfide (FeS) เช่น ในกรณีของดินบ่อกุ้งที่มีน้ำท่วมขังตลอดเวลานี้ และจึงมีสภาพเป็นกรดมากด้วย เหล็กอยู่ในรูปของ hydrous oxide อยู่ในสภาพสารละลายได้มาก จึงเป็นพิษต่อกุ้งได้มาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530)

ค. ปริมาณสารพิษแมงกานีส (Mn)

ตารางที่ 14 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD) ของปริมาณสารพิษแมงกานีส (Mn) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 ประเภท ที่จำแนกตามประวัติการเพาะเลี้ยง

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	ช่วงพิสัย (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean $\pm$ SD)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	13.67-54.99	34.67 $\pm$ 18.09
จำนวนตัวอย่างดิน	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี)	23.62-61.46	46.92 $\pm$ 12.20
จำนวนตัวอย่างดิน	9	
3. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	21.74-61.96	40.92 $\pm$ 16.57
จำนวนตัวอย่างดิน	6	

หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด = 20 ; CV = 2.58 %

จากตารางที่ 14 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณสารพิษแมงกานีสอยู่ในช่วงพิสัยตั้งแต่ 13.67-54.99 ppm ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณสารพิษปรากฏอยู่ในช่วงตั้งแต่ 23.62 -61.46 ppm และ 21.74-61.96 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าเฉลี่ยในสภาพการเพาะเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ จะพบได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกันว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณสารพิษแมงกานีสมากที่สุดประมาณ 46.92 ppm บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณสารพิษแมงกานีสประมาณ 34.67 ppm และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีปริมาณสารพิษแมงกานีสประมาณ 40.92 ppm จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถบ่งชี้และยืนยันได้ว่า บ่อเลี้ยงกุ้ง (3-5 ปี) มีปริมาณสารพิษแมงกานีสมากที่สุด เพราะว่ามีตัวอย่างดินที่มี pH ต่ำกว่า 6 มากกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จึงให้ปริมาณสารพิษแมงกานีสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินได้มากกว่า ซึ่งมีผลเป็นพิษต่อกุ้งได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530)

3. การประเมินพฤติกรรมของสารพิษ Al^{+3} ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN Program

จากรายละเอียดของข้อมูลที่ผ่านมาทั้งหมดในส่วนที่ 2 นั้นจะพบว่า พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งร้าง (> 5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) มีแนวโน้มของความเด่นชัดของการสะสมและปลดปล่อยสารพิษ Al^{+3} ออกมาได้ในระดับของความเข้มข้นที่สูง (High concentration) ตั้งแต่ 368.85-527.04 ppm Al^{+3} แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Poolpipatana (1994) รายงานว่า "ระดับความเข้มข้นของ Al^{+3} (Al concentration)" นั้นไม่ใช่ดัชนีหรือตัวบ่งชี้ที่ดีของความเป็นพิษที่จะแสดงออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนต่อสภาพของพื้นที่ดินและคุณสมบัติของสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยเสนอให้ใช้ "ค่ากิจกรรมของ Al^{+3} (Al activity)" เป็นตัวประเมินถึงผลพฤติกรรมของ Al^{+3} อย่างแท้จริง พร้อมกันนี้ Poolpipatana (1994) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเพื่อใช้ประเมินถึงค่ากิจกรรมของ Al ดังกล่าว โดยเรียกชื่อโปรแกรมนี้ว่า " SOILSOLN Computer Program" (Walt, 1987)

โปรแกรม SOILSOLN Computer Program ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยการทำงานด้านภาษา GW BASIC โดยกำหนดให้เติมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (ในหน่วยความเข้มข้น mmol/l) ลงไปในโปรแกรม เช่น Problem Identification ที่ต้องการ ค่า pH, EC, Ca, Mg, Na, K, NH_4^+, Mn, Zn, Al (ที่ได้จากการการวิเคราะห์ทั้งหมดในส่วนที่ 2), Si, Cl, P, NO_3^-, SO_4^{2-}, F, DOC และ CO_2 เป็นต้น จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์บางตัวเป็นงานที่ปฏิบัติหรือวิเคราะห์อยู่แล้วจากการศึกษาครั้งนี้ เพราะฉะนั้นเมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้จากส่วนที่ 1 และ 2 ของการศึกษาและใส่ลงไปเป็นข้อมูลดิบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะให้ค่า Al activities ออกมาอย่างรวดเร็วและบ่งชี้ถึงพฤติกรรมของสารพิษ Al^{+3} ได้อย่างชัดเจน

จากการศึกษาโดยสุ่มคัดเลือกนำตัวอย่างดินที่เก็บขึ้นมาจากบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างจำนวน 5 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 3, 11, 13, 14 และ 17) พร้อมทั้งตัวอย่างจากบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่จำนวน 6 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 18, 20, 19, 2, 4 และ 6) มาเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ยกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ ตัวอย่างที่ 13 (ตารางที่ 15) และตัวอย่างที่ 18 (ตารางที่ 16) โดยใส่ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ต่างๆลงไปดังนี้คือ pH, EC, Ca, Mg, K, Na, NH_4^+, Mn, Al, Cl, P, SO_4^{2-} และ CO_2 เป็นต้น เมื่อรันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะให้ผลของค่า "-log activity ของ Al^{+3} หรือ pAl^{+3}" ออกมาดังตารางที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงการรันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN เพื่อประเมินหา Al^{+3} activity ของตัวอย่างดินที่ 13

SOIL SOLUTION

INPUT FORMAT
Problem Identification: Soil Sample 013 <=20 char

pH: 5.28 xx.xx
EC: 9.060001 dS/m

Ca:	44.11	mmol/L	Si:	0	mmol/L
Mg:	2.56		Cl:	78.18	
K:	36.97		P:	.5 0	
Na:	77.52		NO3:	0	
NH4:	0		SO4:	9.109999	
Mn:	.25		F:	0	
Zn:	0		DOC:	0	
Al:	74.79		CO2:	.03	atm

SOIL SOLUTION -- Output Data

Problem: Soil Sample 013 Solved in NCOUNT= 2
pH: 5.28 EC: 9.060001 I: .7433292
Ion Difference: 63 % Be Careful, exceeds 20%

-log CONCENTRATION, mol/L

	Free	Cl	NO3	SO4	H2PO4	HPO4	HCO3	CO3
Free		0.46			3.16	4.46	3.47	7.88
Ca	1.42			2.24	4.44	4.75	4.35	
Mg	2.66			3.42	5.64	6.07	5.58	
K	1.45			2.92				
Na	1.12			2.90				
NH4								
Mn	3.73			4.19				
Al	2.14			2.14	3.64			

AlOH 2.39 Al(OH)2 1.27 Al(OH)3 2.61 Al(OH)4 5.34

SOIL SOLUTION -- Output Data

Problem: Soil Sample 013

FREE ION, Percent

Ca 87 Mg 85 K 97 Na 98 NH4 Mn 74 Al 10 Zn

Cl 100 NO3 SO4 58 H2PO4 0 HPO4 7 HCO3 100 CO3 0 F

-log ACTIVITY

Ca 2.01 Mg 3.13 K 1.67 Na 1.30 NH4 Mn 4.25 Al 3.25 Zn

Cl 0.70 NO3 SO4 2.21 H2PO4 3.35 HPO4 5.28 HCO3 3.61 CO3 8.65 F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงการรันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN เพื่อประเมินหา Al^{+3} activity ของตัวอย่างดินที่ 18

```
SOIL SOLUTION

                                                    INPUT FORMAT
      Problem Identification: Soil Sample 018        <=20 char

                              pH: 6.14                  xx.xx
                              EC: .59                   dS/m


      Ca: 94.91001   mmol/L        Si: 0          mmol/L
      Mg: 7.63                     Cl: 15.65
       K: 7.46                      P: 4.42
      Na: 29.07                   NO3: 0
     NH4: 0                       SO4: 1.27
      Mn: .43                      F: 0
      Zn: 0                       DOC: 0
      Al: 88.01999                CO2: .03          atm

-------------------------------------------------------------------------------
      SOIL SOLUTION -- Output Data

      Problem: Soil Sample 018              Solved in  NCOUNT=  2
      pH:  6.14 EC:  .59  dS/m              I:     .841938
      Ion Difference:  90  %  Be Careful, exceeds 20%

                                  -log CONCENTRATION, mol/L
       Free      Cl        NO3       SO4      H2PO4      HPO4      HCO3      CO3

Free             0.51                          2.51       2.93      2.03      5.50
Ca      1.08                          2.15       3.30       2.75      2.53
Mg      2.18                          3.18       4.36       3.93      3.61
K       2.13                          3.86
Na      1.54                          3.56
NH4
Mn      3.43                          4.19
Al      3.75                          4.01       4.46

  AlOH  3.15   Al(OH)2  1.19         Al(OH)3  1.66      Al(OH)4  3.53

-------------------------------------------------------------------------------
      SOIL SOLUTION -- Output Data

      Problem: Soil Sample 018

                                  FREE ION, Percent
     Ca  87   Mg   86  K   98   Na     99 NH4        Mn    85 Al    0  Zn

     Cl 100   NO3       SO4-78   H2PO4    0 HPO4   27  HCO3 100 CO3   0  F

                                  -log ACTIVITY
Ca  1.69  Mg  2.66  K   2.37  Na    1.73 NH4        Mn   4.03 Al   4.88 Zn

Cl  0.75  NO3      SO4 2.44  H2PO4 2.70 HPO4   3.77  HCO3 2.10 CO3  6.29 F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงช่วงพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ยของ pAl^{+3} และ Al^{+3} activities (μM) ที่ได้รับจากการรันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN สำหรับพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 ประเภท

ประเภทของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้ง	pAl^{+3}		Al^{+3}activities(μM)	
	ช่วงพิสัย	ค่าเฉลี่ย	ช่วงพิสัย	ค่าเฉลี่ย
1.บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี)	3.25-7.92	5.42	0.01-173.02	39.87
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	5			
2.บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)	4.88-8.75	6.46	0.001-13.18	2.72
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	6			

จากผลในตารางที่ 17 ช่วยยืนยัน และบ่งชี้ถึงสภาพความเป็นพิษของระดับกิจกรรม Al^{+3} ที่พบอยู่ภายในพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ

1. เมื่อพิจารณาผลจากการรันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยค่า pAl^{+3} หรือ "Negative logarithm of the activity of Al^{+3}," จะพบว่าพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างและพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ต่างให้พิสัยของ pAl^{+3} อยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.25-8.75 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาโดยภาพพจน์รวมของค่าเฉลี่ยสำหรับ pAl^{+3} ที่พบอยู่ภายในพื้นที่ทั้งสองแห่งจะปรากฏค่าดังกล่าวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 5.42-6.46 ตามลำดับ

2. เมื่อพิจารณาผลจากการคิดคำนวณและแปลงเป็นค่า Al^{+3} activities ออกมาในหน่วยของ Al^{+3} เป็น μmol/l กลับพบเห็นได้เช่นกันว่า ปัญหาของพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งสองแห่งภายในเขตจังหวัดฉะเชิงเทราดังกล่าวล้วนประสบกับระดับกิจกรรมของความเป็นพิษของ Al อย่างแท้จริง กล่าวคือ บ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 2 พื้นที่ต่างให้ค่าช่วงพิสัยของ Al^{+3} activities อยู่ในระดับตั้งแต่ 0.001-173.02 μmol/l โดยเฉพาะบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างและเสื่อมโทรมนั้น จะแสดงผลของ Al^{+3} activities ปรากฏอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยที่สูงถึง 39.87 μmol/l ในขณะที่พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ก็ประสบกับปัญหาของการสะสมความเป็นพิษของ Al อีกเช่นกัน แต่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเพียง 2.72 μmol/l เท่านั้นสำหรับ Al^{+3} activities

จากผลที่กล่าวมาทั้งหมดย่อมบ่งชี้ถึงรูปแบบ สถานภาพ และกิจกรรมของ Al^{+3} ที่ปรากฏภาพของความเป็นสารพิษออกมาให้เห็นได้เป็นอย่างดีสำหรับพื้นที่ที่ศึกษาในครั้งนี้ และผลของข้อมูลที่พบส่วนใหญ่สอดคล้องกับรายงานของ Poolpipatana (1994) เป็นประการสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณและการสะสมสารพิษประเภทต่างๆในบ่อเลี้ยงกุ้ง และสุดท้ายคือ การประเมินพฤติกรรมของสารพิษ Al ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN Program พบว่า

1.พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งในจังหวัดฉะเชิงเทราในปัจจุบันนี้ประสบกับปัญหาทั้งด้านคุณภาพดินและน้ำเกิดขึ้นมาก โดยเฉพาะปัญหาของดินที่มีสภาพเสื่อมโทรมของบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) เป็นอันมาก เพราะไม่สามารถจะใช้ประโยชน์หรือเพาะเลี้ยงได้อีกต่อไป ซึ่งโดยเฉลี่ยมีสภาพเป็นกรดจัดถึงเป็นกลางเป็นเพราะ มีผลมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นแร่ไพไรต์ (FeS_2) และสารประกอบพวกเบสิค-อลูมินั่มซัลเฟต ($Al_3(SO_4)_2$) ทั้งหลายที่สะสมอยู่ภายในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ประเภทของสารพิษที่มีผลทำให้คุณภาพดินเสื่อมโทรมมากที่สุด คือ อลูมิ-นั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable aluminum) ส่วนสารพิษเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) พบว่า ไม่มีการสะสมอย่างเด่นชัดเท่ากับอลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ เมื่อสะสมไปนานๆเข้าก็จะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลงไปด้ายเกิดความเป็นกรดมากขึ้น ต่อมาจะเป็นอันตรายต่อกุ้งและเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตของกุ้งลดลง

2. พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) จะมีปริมาณการสะสมสารพิษประเภท Al โดยเฉลี่ย เท่ากับ 527.04 ppm และ 368.85 ppm ตามลำดับ นอกจากบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) จะมีปริมาณความเข้มข้นสูงสุดแล้ว ยังเป็นที่น่าแปลกใจว่าบริเวณพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ ซึ่งมีประวัติการเพาะเลี้ยงมาเพียง 1-3 ปีเท่านั้น อิทธิพลและกิจกรรมของเลี้ยงกุ้งได้แสดงผลกระทบต่อการสะสมระดับของสารพิษ Al อย่างจริงจังและรวดเร็วกว่าที่คาดหวังไว้ล่วงหน้า ส่วนพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเพาะเลี้ยงมา 3-5 ปี มีปริมาณการสะสมสารพิษ Al ไม่สูง เมื่อประเมินพฤติกรรมของสารพิษ Al ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN Program ซึ่งจะใช้ "ค่ากิจกรรมของ Al^{+3} (Al activity)" เป็นตัวประเมินถึงผลพฤติกรรมของ Al^{+3} อย่างแท้จริง จะพบว่า ปัญหาของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งที่เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) และบ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ภายในจังหวัดฉะเชิงเทราล้วนประสบกับระดับกิจกรรมของความเป็นพิษของ Al อย่างแท้จริง แต่บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีประสบกับปัญหาของการสะสมความเป็นพิษของ Al สูงกว่า

3. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง (> 5 ปี) มีปริมาณการสะสมสารพิษ Al ความเข้มข้นสูงสุด ซึ่งเป็นที่น่าวิตกว่าอนาคตต่อไป เราจะจัดการกับพื้นที่นี้ให้กลับคืนสู่สภาพปกติดังเดิมได้อย่างไร พื้นที่ที่น่าเป็นห่วงนี้มีอยู่ 5 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 3, 11, 13, 14 และ 17 ซึ่งตอนที่ผู้ศึกษาไปเก็บมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นลักษณะเป็นบ่อทิ้ง โดยเฉพาะตัวอย่างดินที่ 13 มีปริมาณการสะสมสารพิษ Al ความเข้มข้นสูงสุด เท่ากับ 747.90 ppm จึงเป็นไปตามผลที่วิเคราะห์ได้ ส่วนบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดใหม่ (1-3 ปี) ก็มีแนวโน้มของการสะสมสารพิษ Al เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงควรมีมาตราการป้องกันสภาพความเป็นพิษต่างๆไม่ให้เกิดมากกว่านี้ อาจจะเป็นการวางแผนป้องกันให้ดีก่อนปฏิบัติ หรือปรึกษากับหน่วยงานราชการเสมอเมื่อเกิดปัญหาที่เราไม่สามารถแก้ไขได้เอง เพื่อไม่ให้ผลผลิตของกุ้งลดลง และยังคงเป็นสินค้าส่งออกชั้นเยี่ยมของประเทศไทยต่อไปนานๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2537. สถิติพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง และผลผลิตในปี 2536. เอกสารรายงานประจำปี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 163 น.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2528. รายงานการสำรวจดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ฉบับที่ 344. น. 8-28. กองสำรวจดิน เขตการสำรวจที่ 5.

กิจการ ศุภมาตย์. 2537. การใช้ยาและสารเคมีในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม. น. 60-64. การสัมนาทางวิชาการเรื่องการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 565 น.

จรูญพันธ์ เจนศาสตา. 2537. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. น.71-78. การสัมนาทางวิชาการเรื่องการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฬาภรณ์ รัตนไชย. 2532. สรุปงานวิจัยการเลี้ยงกุ้งทะเล. น. 49-54. การประชุมวิชาการเรื่องกุ้ง สรุปทบทวนผลงานวิชาการเรื่องกุ้ง 25-27 มกราคม 2532 ณ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา. กรมประมง.

เฉลียว แจ้งไพร. 2530. ทรัพยากรดินในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 82. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ. 158 น.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2531. การใช้ปูนและซีโอไลท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง. สำนักพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 82 น.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2531. ระบบน้ำและของเสียในบ่อกุ้ง. สำนักพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 82 น.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิวุฒิ หวังชัย. 2534. การสะสมและการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินพื้นที่บ่อกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงแบบหนาแน่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 99 น.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2530. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์ กรุงเทพฯ. 101 น.

ประจวบ หลำอุบล. 2531. การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ, น. 71-77. ใน การทำนากุ้งกุลาดำ. ภาค-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เปรมศักดิ์ วนัชสุนทร, พงษ์จันทร์ รวมทวีทรัพย์, สำเริง กรุยทอง, ชาญชัย นวลจันทร์, ชาง ไคลริน, สุจินต์ ธรรมศาสตร์ และชิงชัย โลหะวัฒนกุล. 2537. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระบบน้ำหมุนเวียน. น. 67-70. การสัมนาทางวิชาการเรื่องการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 502 น.

ภรรทนพ ปัณดิษฐโต และวสันต์ รัตนะ. 2538. ผลกระทบของสมบัติดินต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล: ศึกษาในกรณีจังหวัดสมุทรสงคราม และสมุทรสาคร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. 2530 ก. กำลังผลิตชีวภาพในบ่อปลา II. เอกสารประกอบการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 551. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 87 น.

_____. 2530 ข. คุณภาพและการจัดการคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงกุ้งชายฝั่งทะเล, น. 1-9. ใน รายงานงานสัมนา Shrimp Culture and Nutrition, 13 พฤศจิกายน 2530.

ยนต์ มุสิก, สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ และพรพันธ์ ยุทธรักษานุกูล. 2532. กรเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน อัตราการตกตะกอน คุณภาพน้ำ และคุณภาพดิน ในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบหนาแน่น. รายงานเสนอบริษัทกรุงเทพเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ จำกัด. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 107 น.

วรวิทย์ ชีวาพร. 2537. คุณภาพน้ำ-ดินในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ, น. 1-11. ใน การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางแสน ชลบุรี.

วุฒิ คุปตะวาทิน, เกรียงศักดิ์ เผด็จภัย, ศานติ ชาญประเสริฐ และสุชาติ พิลาเดช. 2530. การเลี้ยงกุ้งทะเลแบบพัฒนา. เอกสารเผยแพร่ของงานส่งเสริมแนะนำและฝึกอบรม. สถานีพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล จังหวัดระยอง กรมประมง, 26 น.

สมศักดิ์ บรมธนรัตน์. 2528. การศึกษาผลกระทบของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อที่ดินทางการเกษตรและสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเล (รายงานฉบับสมบูรณ์). สถาบันทรัพยากรชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 195 น.

สมศักดิ์ วรรณศิริ, ทวีศักดิ์ นวลพลับ, ปฐพีชล วายุอัคคี และคำนึง คำอุดม. 2530. การเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงกุ้งกุลาดำ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม กรุงเทพฯ. 93 น.

สมเจตน์ จันทวัฒน์, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์ และอัญชลี สุทธิปราการ. 2526. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 673 น.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2532. สรุปงานวิจัยสิ่งแวดล้อมแหล่งเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทย. น. 77-79. การประชุมวิชาการเรื่องกุ้ง สรุปทบทวนผลงานวิชาการเรื่องกุ้ง 25-27 มกราคม 2532 ณ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา กรมประมง.

สุนทร พูนพิพัฒน์. 2539. แบบเสนอโครงการวิจัยในการขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทกำหนดเรื่อง. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. น. 1-12.

อัมพันธ์ พินทุกนก. 2537. ความเสี่ยงในการนำพื้นที่ป่าชายเลนมาใช้ประโยชน์. น. 17-20. การสัมนาทางวิชาการเรื่องการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หัสนัย กองแก้ว. 2531. หลักการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารการประมง 41 (4): 371-378.

Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama. 359 p.

Boyd, C.E. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Agricultures Department Series No.2 Alabama Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama. 82 p.

Katz, M. 1975. The effects of heavy metals on fish and aquatic organisms. Page 25-30 In P.A. Krenkel, ed., Heavy metals in the aquatic environment. Pergamon Press, New York. 352 p.

Kungvankij, P. 1986. Shrimp Culture : Pond design, operation and management. NACA Training Manual Series No.2. NACA, Bangkok, Thailand. 68 p.

Poolpipatana, S. 1994 a. Chemistry and mineralogy of acid sulfate soils and potential utilization of green manures as acid soil amendments. Ph.D. Diss, University of Hawaii, Honolulu.

Poolpipatana, S. 1994 b. SOILSOLN : A Computer program for modeling speciation of soil solution. Journal of King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang. 2(1) : 54-62.

Poolpipatana, S. 1994 c. Application of SOILSOLN Computer program to predict

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

chemical characteristics and fertility constraints of some acid sulfate soils. Journal of King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang. 2(2) : 47-58.

Poolpipatana, S., and N.V. Hue. 1994 d. Aluminum phytotoxicity in acid tropical soils : A review. Journal of Industrial Technology. 1(5) : 21-24.

Poolpipatana, S. 1994 e. Application of computer program to evaluate Al toxicity and Ca deficiency occured in acid sulfate soils. Journal of Industrial Technology. 1(5) : 21-24.

Wolt, J. 1987. Soil solution, documentation, source code and program key version 4.1. University of Tennessee Research Report No.87-19, University of Tennessee. Knoxville. TN. 32 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ค่าปฏิกิริยาของดิน (Soil pH) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย
1	7.56	7.58	15.14	7.57 b
2	7.53	7.53	15.06	7.53 bc
3	7.20	7.20	14.40	7.20 f
4	6.59	6.63	13.22	6.61 g
5	6.35	6.34	12.69	6.35 l
6	6.55	6.58	13.13	6.57 g
7	6.60	6.60	13.20	6.60 g
8	7.18	7.28	14.46	7.23 f
9	7.60	7.54	15.14	7.57 b
10	7.49	7.50	14.99	7.50 c
11	5.35	5.32	10.67	5.34 l
12	5.26	5.29	10.55	5.28 m
13	6.17	6.23	12.40	6.20 j
14	5.08	5.03	10.11	5.06 n
15	7.33	7.33	14.66	7.33 e
16	7.47	7.51	14.98	7.49 c
17	6.10	6.12	12.22	6.11 k
18	7.64	7.64	15.28	7.64 a
19	6.50	6.52	13.02	6.51 h
20	7.40	7.40	14.80	7.40 d

CV = 0.38 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย
1	1.28	1.28	2.56	1.28 i
2	0.94	0.95	1.89	0.95 l
3	0.75	0.77	1.52	0.76 m
4	3.55	3.60	7.15	3.58 d
5	4.68	4.64	9.32	4.66 c
6	1.07	1.05	2.12	1.06 k
7	1.16	1.15	2.31	1.16 j
8	0.87	0.90	1.77	0.89 l
9	0.96	0.94	1.90	0.95 l
10	1.62	1.64	3.26	1.63 h
11	1.75	1.74	3.49	1.75 g
12	1.28	1.28	2.56	1.28 i
13	9.12	8.99	18.11	9.06 a
14	8.86	8.80	17.66	8.83 b
15	1.64	1.70	3.34	1.67 h
16	1.85	1.80	3.65	1.83 f
17	0.26	0.25	0.51	0.26 o
18	0.58	0.60	1.18	0.59 n
19	1.80	1.76	3.56	1.78 fg
20	1.92	1.90	3.82	1.91 e

CV = 1.31 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ความจุในการแลกเปลี่ยนแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย
1	33.64	33.02	66.66	33.33 a
2	9.11	12.21	21.32	10.66 k
3	25.16	24.88	50.04	25.02 f
4	23.31	21.98	45.29	22.65 g
5	12.81	12.01	24.82	12.41 j
6	27.76	28.67	56.43	28.22 de
7	33.64	32.79	66.43	33.22 a
8	29.10	29.13	58.23	29.12 cd
9	27.76	27.98	55.74	27.87 de
10	35.40	34.02	69.42	34.71 a
11	27.09	27.56	54.65	27.33 e
12	24.90	25.11	50.01	25.01 f
13	0.79	1.02	1.81	0.91 m
14	20.87	21.25	42.12	21.06 h
15	27.59	27.77	55.36	27.68 de
16	17.43	17.02	34.45	17.23 i
17	6.98	6.03	13.01	6.51 l
18	10.56	11.32	21.88	10.94 k
19	29.78	31.00	60.78	30.39 bc
20	30.87	30.85	61.72	30.86 b

CV = 3.08 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% O.M.) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย
1	1.10	1.15	2.25	1.125 ijkl
2	0.62	0.69	1.31	0.655 l
3	0.71	0.65	1.36	0.680 l
4	1.38	1.38	2.75	1.380 hij
5	5.57	5.09	10.66	5.330 a
6	2.01	2.56	4.57	2.285 fg
7	2.98	2.45	5.43	2.715 ef
8	1.58	1.53	3.11	1.555 hi
9	0.89	0.89	1.79	0.890 jkl
10	1.62	1.44	3.06	1.530 hi
11	3.02	3.07	6.09	3.045 de
12	4.32	3.98	8.30	4.150 b
13	3.58	3.02	6.60	3.300 cd
14	3.77	3.65	7.42	3.710 bc
15	0.62	0.68	1.30	0.650 l
16	1.03	1.44	2.47	1.235 ijk
17	0.69	0.98	1.67	0.835 kl
18	1.86	1.88	3.74	1.870 gh
19	5.09	5.57	10.66	5.330 a
20	1.51	1.03	2.54	1.270 ijk

CV = 10.33 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณโซเดียม (Na) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	929.00	868.00	1797.00	898.50 efg	39.07
2	929.00	912.00	1841.00	920.50 efg	40.02
3	965.00	948.00	1913.00	956.50 de	41.59
4	1100.00	1235.00	2335.00	1167.50 b	50.76
5	898.00	872.00	1770.00	885.00 fg	38.48
6	820.00	815.00	1635.00	817.50 h	35.54
7	804.00	798.00	1602.00	801.00 hi	34.83
8	877.00	887.00	1764.00	882.00 g	38.35
9	986.00	972.00	1958.00	979.00 d	42.57
10	747.00	767.00	1514.00	757.00 i	32.91
11	934.00	925.00	1859.00	929.50 defg	40.41
12	1789.00	1778.00	3567.00	1783.50 a	77.54
13	1784.00	1782.00	3566.00	1783.00 a	77.52
14	1789.00	1779.00	3568.00	1784.00 a	77.57
15	1074.00	1062.00	2136.00	1068.00 c	46.43
16	939.00	947.00	1886.00	943.00 def	41.00
17	555.00	547.00	1102.00	551.00 k	23.96
18	675.00	662.00	1337.00	668.50 j	29.07
19	1043.00	1034.00	2077.00	1038.50 c	45.15
20	918.00	923.00	1841.00	920.50 efg	40.02

CV = 2.43 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณโปตัสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	854.80	860.30	1715.10	857.55 g	21.99
2	930.20	940.50	1870.70	935.35 e	23.98
3	958.90	964.50	1923.40	961.70 d	24.66
4	1039.00	1053.00	2092.00	1046.00 b	26.82
5	896.10	914.40	1810.50	905.25 f	23.21
6	669.90	678.70	1348.60	674.30 k	17.29
7	794.90	806.20	1601.10	800.55 h	20.53
8	738.40	745.80	1484.20	742.10 i	19.03
9	610.70	630.00	1240.70	620.35 l	15.91
10	747.60	162.30	1509.90	754.95 i	19.36
11	516.40	532.50	1048.90	524.45 n	13.45
12	988.80	997.20	1986.00	993.00 c	25.46
13	1434.00	1449.80	2883.80	1441.90 a	36.97
14	1441.00	1467.40	2908.40	1454.20 a	37.29
15	862.30	868.40	1730.70	865.35 g	22.19
16	584.00	600.00	1184.00	592.00 m	15.18
17	178.70	181.20	359.90	179.95 q	4.61
18	275.70	306.40	582.10	291.05 p	7.46
19	716.90	720.80	1437.70	718.85 j	18.43
20	454.50	458.30	912.80	456.40 o	11.70

CV = 1.28 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณแคลเซียม (Ca) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	2628.00	2651.00	5279.00	2639.50 n	65.99
2	2809.00	2812.00	5621.00	2810.50 m	70.26
3	2272.00	2274.00	4546.00	2273.00 p	56.83
4	4504.00	4508.00	9012.00	4506.00 d	112.65
5	4686.00	4691.00	9377.00	4688.50 b	117.21
6	2468.00	2478.00	4946.00	2473.00 o	61.83
7	3420.00	3432.00	6852.00	3426.00 j	85.65
8	4590.00	4604.00	9194.00	4597.00 c	114.93
9	3967.00	3972.00	7939.00	3969.50 h	99.24
10	4127.00	4133.00	8260.00	4130.00 f	103.25
11	2924.00	2929.00	5853.00	2926.50 l	73.16
12	1919.00	1925.00	3844.00	1922.00 q	48.05
13	1762.00	1767.00	3529.00	1764.50 r	44.11
14	1460.00	1464.00	2924.00	1462.00 s	36.55
15	2986.00	2990.00	5976.00	2988.00 k	74.70
16	4845.00	4850.00	9695.00	4847.50 a	121.19
17	1416.00	1420.00	2836.00	1418.00 t	35.45
18	3793.00	3800.00	7593.00	3796.50 i	94.91
19	4019.00	4025.00	8044.00	4022.00 g	100.55
20	4470.00	4476.00	8946.00	4473.00 e	111.83

CV = 0.18 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	36.00	35.00	71.00	35.50 i	1.48
2	30.00	27.00	57.00	28.50 j	1.19
3	65.00	55.00	120.00	60.00 g	2.50
4	20.00	21.00	41.00	20.50 k	0.85
5	25.00	28.00	53.00	26.50 jk	1.10
6	39.00	41.00	80.00	40.00 i	1.67
7	55.00	51.00	106.00	53.00 h	2.21
8	7.00	9.00	16.00	8.00 l	0.33
9	66.00	67.00	133.00	66.50 ef	2.77
10	66.00	60.00	126.00	63.00 fg	2.63
11	41.00	42.00	83.00	41.50 i	1.73
12	105.00	108.00	213.00	106.50 b	4.44
13	64.00	59.00	123.00	61.50 fg	2.56
14	98.00	102.00	200.00	100.00 c	4.17
15	39.00	37.00	76.00	38.00 i	1.58
16	109.00	115.00	224.00	112.00 b	4.67
17	182.00	179.00	361.00	180.50 a	7.52
18	185.00	181.00	366.00	183.00 a	7.63
19	84.00	85.00	169.00	84.50 d	3.52
20	67.00	73.00	140.00	70.00 e	2.92

CV = 4.19 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	116.25	110.00	226.25	113.13 e	3.65
2	120.00	116.25	236.25	118.13 de	3.81
3	102.38	93.75	196.13	98.07 e	3.16
4	173.75	171.25	345.00	172.50 bc	5.56
5	171.25	166.65	337.90	168.95 c	5.45
6	76.25	70.00	146.25	73.13 f	2.36
7	215.00	166.65	381.65	190.83 b	6.16
8	191.65	191.65	383.30	191.65 b	6.18
9	108.75	90.00	198.75	99.38 e	3.21
10	186.25	181.25	367.50	183.75 bc	5.93
11	46.65	43.33	89.98	44.99 g	1.45
12	32.50	30.00	62.50	31.25 gh	1.01
13	15.00	16.00	31.00	15.50 h	0.50
14	17.50	16.75	34.25	17.13 h	0.55
15	120.00	112.50	232.50	116.25 de	3.75
16	96.25	106.65	202.90	101.45 e	3.27
17	53.33	33.75	87.08	43.54 g	1.40
18	141.25	132.50	273.75	136.88 d	4.42
19	37.50	48.75	86.25	43.13 g	1.39
20	235.00	227.50	462.50	231.25 a	7.46

CV = 8.82 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	58.25	50.00	108.25	54.13 k	0.56
2	75.00	81.25	156.25	78.13 jk	0.81
3	92.50	100.00	192.50	96.25 ijk	1.00
4	1700.00	1775.00	3475.00	1737.50 b	18.10
5	2125.00	2075.00	4200.00	2100.00 a	21.88
6	206.25	193.75	400.00	200.00 ij	2.08
7	387.50	320.00	707.50	353.75 gh	3.68
8	231.25	231.25	462.50	231.25 hi	2.41
9	100.00	100.00	200.00	100.00 ijk	1.04
10	231.25	218.75	450.00	225.00 hi	2.34
11	987.50	1000.00	1987.50	993.75 d	10.35
12	556.25	525.00	1081.25	540.63 f	5.63
13	812.50	937.50	1750.00	875.00 de	9.11
14	1000.00	1312.50	2312.50	1156.25 c	12.04
15	400.00	370.83	770.83	385.42 g	4.01
16	400.00	406.25	806.25	403.13 g	4.20
17	127.50	106.25	233.75	116.88 ijk	1.22
18	137.50	106.25	243.75	121.88 ijk	1.27
19	370.83	306.25	677.08	338.54 gh	3.53
20	843.75	787.50	1631.25	815.63 e	8.50

CV = 10.72 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณคลอไรด์ (Water soluble chloride) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (mmol/l)
1	12.33	13.21	25.54	12.77 k
2	21.33	20.74	42.07	21.04 e
3	18.16	17.99	36.15	18.08 f
4	17.18	19.00	36.18	18.09 f
5	19.11	19.00	40.33	20.17 e
6	13.12	21.22	26.12	13.06 k
7	17.04	13.00	33.63	16.82 fgh
8	13.36	16.59	27.38	13.69 jk
9	24.16	14.02	48.48	24.24 d
10	14.64	24.32	29.75	14.88 ij
11	10.40	15.11	21.92	10.96 l
12	14.16	11.52	29.38	14.69 ij
13	78.32	78.04	156.36	78.18 b
14	105.04	103.93	208.97	104.49 a
15	17.36	17.07	34.43	17.22 fg
16	33.28	33.79	67.07	33.54 c
17	15.04	14.98	30.02	15.01 ij
18	15.68	15.62	31.30	15.65 hi
19	16.48	16.25	32.73	16.37 gh
20	14.40	14.64	29.04	14.52 ij

CV = 2.40 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณสารพิษอลูมินั่ม (Exchangeable Al) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ (cmol/kg)	ปริมาณ (ppm)
1	3.19	287.10
2	3.74	336.60
3	6.52	586.80
4	0.41	36.90
5	1.11	99.90
6	5.45	490.50
7	3.25	292.50
8	0.18	16.20
9	2.33	209.70
10	0.94	84.60
11	5.87	528.30
12	1.71	153.90
13	8.31	747.90
14	3.48	313.20
15	1.11	99.90
16	0.55	49.50
17	5.10	459.00
18	9.78	880.20
19	3.13	281.20
20	2.08	187.20

หมายเหตุ ไม่มีค่า CV เพราะทำซ้ำเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณสารพิษเหล็ก (Fe) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	39.72	38.86	78.58	39.29 ab	0.7016
2	39.46	38.92	78.38	39.19 ab	0.6998
3	38.58	38.22	76.80	38.40 ab	0.6857
4	39.74	39.52	79.26	39.63 ab	0.7077
5	36.48	36.78	73.26	36.63 ab	0.6541
6	39.82	39.96	79.78	39.89 ab	0.7123
7	39.84	40.14	79.98	39.99 ab	0.7141
8	41.78	41.64	83.42	41.71 a	0.7448
9	32.50	32.76	65.26	32.63 b	0.5827
10	41.62	41.54	83.16	41.58 a	0.7425
11	41.56	41.50	83.06	41.53 a	0.7416
12	25.04	25.32	50.36	25.18 c	0.4496
13	38.32	38.64	76.96	38.48 ab	0.6871
14	37.66	41.34	79.00	39.50 ab	0.7054
15	41.58	35.06	76.64	38.32 ab	0.6843
16	35.20	38.54	73.74	36.87 ab	0.6584
17	37.48	40.76	78.24	39.12 ab	0.6986
18	41.08	29.08	70.16	35.08 ab	0.6264
19	40.62	41.04	81.66	40.83 a	0.7291
20	41.66	26.74	68.40	34.20 ab	0.6107

CV = 8.81 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณสารพิษแมงกานีส (Mn) ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง 20 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	รวม	เฉลี่ย (ppm)	เฉลี่ย (mmol/l)
1	61.12	61.80	122.92	61.46 ab	1.12
2	39.62	39.12	78.74	39.37 hi	0.72
3	47.16	42.56	89.72	44.86 ef	0.82
4	61.92	62.00	123.92	61.96 a	1.13
5	59.58	58.88	118.46	59.23 bc	1.08
6	43.24	39.55	82.79	41.40 gh	0.75
7	55.44	55.10	110.54	55.27 d	1.00
8	38.44	37.84	76.28	38.14 i	0.69
9	39.16	39.54	78.70	39.35 hi	0.72
10	43.12	44.16	87.28	43.64 fg	0.79
11	54.92	55.06	109.98	54.99 d	1.00
12	55.62	55.00	110.62	55.31 d	1.01
13	13.86	13.48	27.34	13.67 l	0.25
14	17.20	17.87	35.07	17.54 k	0.32
15	44.98	47.46	92.44	46.22 e	0.84
16	23.24	24.00	47.24	23.62 j	0.43
17	42.68	41.92	84.60	42.30 g	0.77
18	24.14	23.48	47.62	23.81 j	0.43
19	21.48	22.00	43.48	21.74 j	0.40
20	57.56	56.94	114.50	57.25 cd	1.04

CV = 2.58 %

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธีDMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 แสดงค่า pAl^{+3} ที่ได้รับจากการรันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SOILSOLN ของพื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 ประเภท

พื้นที่ดินบ่อเลี้ยงกุ้ง	pAl^{+3}	Al^{+3} activities (μM)
1. บ่อเลี้ยงกุ้งร้าง (> 5 ปี)		
- ตัวอย่างดินที่ 3	7.92	0.012
- ตัวอย่างดินที่ 11	5.84	1.445
- ตัวอย่างดินที่ 13	3.25	173.02
- ตัวอย่างดินที่ 14	4.67	21.37
- ตัวอย่างดินที่ 17	5.45	3.54
จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด	5	
2. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี)		
- ตัวอย่างดินที่ 18	4.88	13.18
- ตัวอย่างดินที่ 20	6.15	0.70
- ตัวอย่างดินที่ 19	7.13	0.074
- ตัวอย่างดินที่ 2	6.03	0.933
- ตัวอย่างดินที่ 4	8.75	0.001
- ตัวอย่างดินที่ 6	5.84	1.445
จำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด	6	

หมายเหตุ 1. บ่อเลี้ยงกุ้งร้าง (> 5 ปี) ค่าเฉลี่ยของ pAl^{+3} = 5.42

ค่าเฉลี่ยของ Al^{+3} activities = 39.87

2. บ่อเลี้ยงกุ้งใหม่ (1-3 ปี) ค่าเฉลี่ยของ pAl^{+3} = 6.46

ค่าเฉลี่ยของ Al^{+3} activities = 2.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 16 เกณฑ์ความสูงต่ำของค่าปฏิกิริยาดิน [(Soil pH) ดิน:น้ำ = 1:1] ที่ใช้ในประเทศไทย

ระดับ (Rating)	พิสัย (Range)
เป็นกรดจัดมาก (extremely acid)	< 4.5
เป็นกรดจัด (very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดแก่ (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดอย่างอ่อน (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (near neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน (slightly alkali)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkali)	7.9-8.4
เป็นด่างแก่ (strongly alkali)	8.5-9.0
เป็นด่างจัด (extremely alkali)	> 9.0

ตารางผนวกที่ 17 เกณฑ์ความสูงต่ำของด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable base) (NH_4OAc) ที่ใช้ในประเทศไทย

ระดับ	พิสัย (cmol/kg)			
	exch. Ca	exch. Mg	exch. Na	exch. K
ต่ำมาก (very low)	< 2	< 0.3	< 0.1	< 0.2
ต่ำ (low)	2-5	0.3-1.0	0.1-0.3	0.2-0.3
ปานกลาง (medium)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.7	0.3-0.6
สูง (high)	10-20	3.0-8.0	0.7-2.0	0.6-1.2
สูงมาก (very high)	> 20	> 8.0	> 2.0	> 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 18 เกณฑ์ความสูงต่ำของระดับความเค็มของดินที่ใช้ในประเทศไทย

ระดับ	พิสัย (dS/m)
ต่ำมาก (very low)	0-2
ต่ำ (low)	> 2-4
ปานกลาง (medium)	> 4-8
สูง (high)	> 8-18
สูงมาก (very high)	> 16

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้