บทนำ

พื้นที่ชายฝั่งอ่าวปัตตานีเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ (wet land) มีสภาพเป็นหาดเลนที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่พัดพามาจากแผ่นดินโดยแม่น้ำสายหลัก 2 สาย คือ แม่น้ำปัตตานี และแม่น้ำยะหริ่ง นอกจากนี้มีสภาพเป็นหาดทรายบริเวณแหลมตาชี แม้ว่าในอดีตพื้นที่ชายฝั่งอ่าวปัตตานีมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพโดยเฉพาะป่าชายเลน แต่ปัจจุบันพบว่าสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ของที่ดินในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะการใช้พื้นที่ทำนากุ้งขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง จึงมีการเปลี่ยนสภาพจากบริเวณที่เคยเป็นป่าชายเลน สวนมะพร้าว นาข้าว นาเกลือ หาดเลนที่งอกใหม่ และหาดทราย เป็นต้น ลักษณะสัณฐานธรณีและชนิดการใช้ประโยชน์ดั้งเดิมของที่ดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมี และสามารถกำหนดความเหมาะสมของการใช้พื้นที่มาทำนากุ้งด้วย เช่น พบว่าดินนากุ้งบริเวณหาดเลนงอกใหม่ หรือพื้นที่นาเกลือดั้งเดิมมักจะแสดงความเค็มของดินโดยสังเกตได้จากคราบเกลือสีขาวที่เคลื่อนย้ายขึ้นมาที่ผิวดินจากแรง capillary หรือดินนากุ้งบางแห่งกลับแสดงความเป็นกรดโดยมีคราบสนิมเหล็กของแร่ไพไรต์(pyrite) ปรากฏอยู่ตามขอบบ่อหรือฟองของน้ำ เป็นต้น ลักษณะความเป็นกรดและความเค็มของดินมีผลต่อคุณภาพน้ำในบ่อและการจัดการในนากุ้งที่แตกต่างกัน

ดังนั้นจึงควรมีการสำรวจและศึกษาสมบัติของดินในนากุ้งบริเวณอ่าวปัตตานี เพื่อประโยชน์ในการจัดการพื้นที่นากุ้งตามสภาพของดิน เช่น ทำให้ทราบว่าปริมาณความต้องการปูนที่แท้จริงของดิน การกระจายและสะสมของอินทรียสารและโลหะหนักบางตัว ความเสี่ยงในการรั่วซึมของน้ำในบ่อ เป็นต้น นอกจากนี้การศึกษาได้ให้ความสนใจในการพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพของดินนากุ้งในประเด็นต่างๆ เช่น อายุของบ่อ เนื้อดินของบ่อ รวมทั้งสมบัติดินที่ความลึกต่างๆกัน

สภาพพื้นที่ชายฝั่งแบ่งตามสัณฐานภูมิประเทศ(physiographic)เป็น mudflat, shore plain, back swamp, และ depression ซึ่งมีสมบัติหรือลักษณะของดิน ความถี่ของน้ำทะเลที่ท่วมถึง และชนิดพืชพรรณแตกต่างกัน(Sarwono,1988) ดินบริเวณชายฝั่งทั่วไปมีลักษณะเป็นดินเค็ม(saline soils) และดินกรดแฝง(potential acid sulfate soils) (Dent, 1986) ดินเค็มมีสมบัติด้านเกลือ(salt) แตกต่างกันจึงจัดออกเป็น 3 กลุ่ม คือ saline soils, saline-alkali soils, และ nonsaline-alkali soils (United States Salinity,1969) หรืออาจแบ่งเป็น chloride soils, sulfate-chloride soils, chloride-sulfate soils และ sulfate soils (Siira, 1985) พืชพรรณธรรมชาติที่พบในพื้นที่ดินเค็มชายฝั่งทะเล ได้แก่ พรรณไม้ชายเลน เช่น โกงกาง แสม ตะบูน เป็นต้น ดินป่าชายเลนมีเนื้อดินละเอียด(fine

texture) ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) ค่าสัดส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (SAR) และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์สูง และมีแนวโน้มลดลงตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่ง (Sarwono, 1988) ดินบริเวณชวากทะเล(esturine soils) มักพบการสะสมของซัลไฟด์(sulfides) และอนุภาคไพไรต์(pyrite particle) (Iyer,1987) พื้นที่ป่าชายเลนไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตรเนื่องจากมีปัญหาดินเค็มและดินกรดซัลเฟต (Law,1984) พื้นที่ชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นกรดแฝงในสภาพธรรมชาติถ้าพื้นที่ไม่ถูกรบกวนหรืออยู่ในสภาพน้ำขังมีค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน (pH) มากกว่า 7 แต่เมื่อถูกเปลี่ยนให้อยู่สภาพมีออกซิเจน(oxidation) ทำให้ pH ของดินลดลงในระดับเป็นกรดรุนแรง (pH <4) เนื่องจากสารประกอบของแร่ไพไรต์(FeS_2)ถูกเติมอากาศ เช่นกรณีการเปิดป่าชายเลนแล้วขุดบ่อทำให้ไพไรต์ในดินชั้นล่างขึ้นมาสัมผัสกับอากาศ ดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งที่ระดับความลึก 0-12 เซนติเมตร ในสภาพเปียก (wet soils) มีค่า pH 6.9-7.7 แต่เมื่อดินแห้ง (dry soils) มีค่า pH<3.1 และมีความต้องการปูน 656 กิโลกรัมต่อไร่ มีซัลเฟต 2700 ppm กรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity) 16.96 cmol(+)kg^{-1} อลูมินัม 7.81 cmol(+)kg^{-1} เกลือที่ละลายได้มาก (soluble salts) แต่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสกลับมีปริมาณค่อนข้างต่ำ และมักไปจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงตอนซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำ (Layer, 1987) บ่อเลี้ยงปลาที่สร้างบริเวณที่ดินเป็นกรดซัลเฟตมีผลผลิตปลาเพียง 20.16 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อปรับปรุงบ่อ โดยการเติมปูนและปุ๋ยมูลไก่ทำให้ได้ผลผลิตปลาถึง 244 กิโลกรัมต่อไร่ (Simpson,1985)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อศึกษาสมบัติและชนิดของดินนากุ้งบริเวณชายฝั่งอ่าวปัตตานี
- เพื่อศึกษาศักยภาพของดินเมื่อผ่านการทำนากุ้งเป็นระยะเวลานานๆ
- เพื่อศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของดินเค็มและโลหะหนักบางชนิด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงสมบัติ ความเหมาะสมและข้อจำกัดของดินในบริเวณชายฝั่งอ่าวปัตตานีที่ทำนากุ้ง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบในการตัดสินใจและวางแผนจัดการดินนากุ้งให้สามารถทำได้อย่างยั่งยืนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลการศึกษาที่ได้ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของดินโดยเฉพาะการแพร่กระจายของดินเค็มและโลหะหนักซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การทำนากุ้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการทำการเกษตรชนิดอื่น

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเริ่มจากการสำรวจพื้นที่นากุ้งบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีโดยใช้แผนที่จังหวัดปัตตานีอัตราส่วน 1:50,000 เพื่อหาและใช้ข้อมูลในการกำหนดตัวแทนสำหรับการศึกษา ตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจะนำมาวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ธาตุในดิน โลหะหนักบางชนิดและเนื้อดิน

การกำหนดตัวแทนที่จะใช้ศึกษา

หลังจากทำการสำรวจพื้นที่นากุ้งบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีแล้ว เลือกบ่อกุ้งในแต่ละพื้นที่เพื่อเป็นตัวแทนสำหรับการศึกษา โดยมีเกณฑ์การเลือกพื้นที่ดังนี้

1. เนื้อดิน : ดินทราย(%clay<18) ดินร่วน(%clay18-35) และดินเหนียว(%clay>35) (Boyd,1995)

2. อายุบ่อ : ดินบริเวณใกล้เคียงที่ยังไม่ผ่านการทำนากุ้ง น้อยกว่า 3 ปี และ 3 ปีขึ้นไป

3. ระดับความลึกที่สุ่มเก็บตัวอย่างดิน

3.1 ดินบริเวณพื้นบ่อ(0-20 ซม.) จำนวน 27 บ่อ

3.2 ดินบริเวณใกล้เคียงบ่อกุ้งซึ่งไม่เคยผ่านการทำนากุ้ง (0-50 เซนติเมตร และ 50-100 เซนติเมตร) จำนวน 27 จุด และในการเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกได้สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตรเพื่อนำไปศึกษาสมบัติพื้นฐานของดินบริเวณรอบอ่าวปัตตานีจำนวน 16 จุด

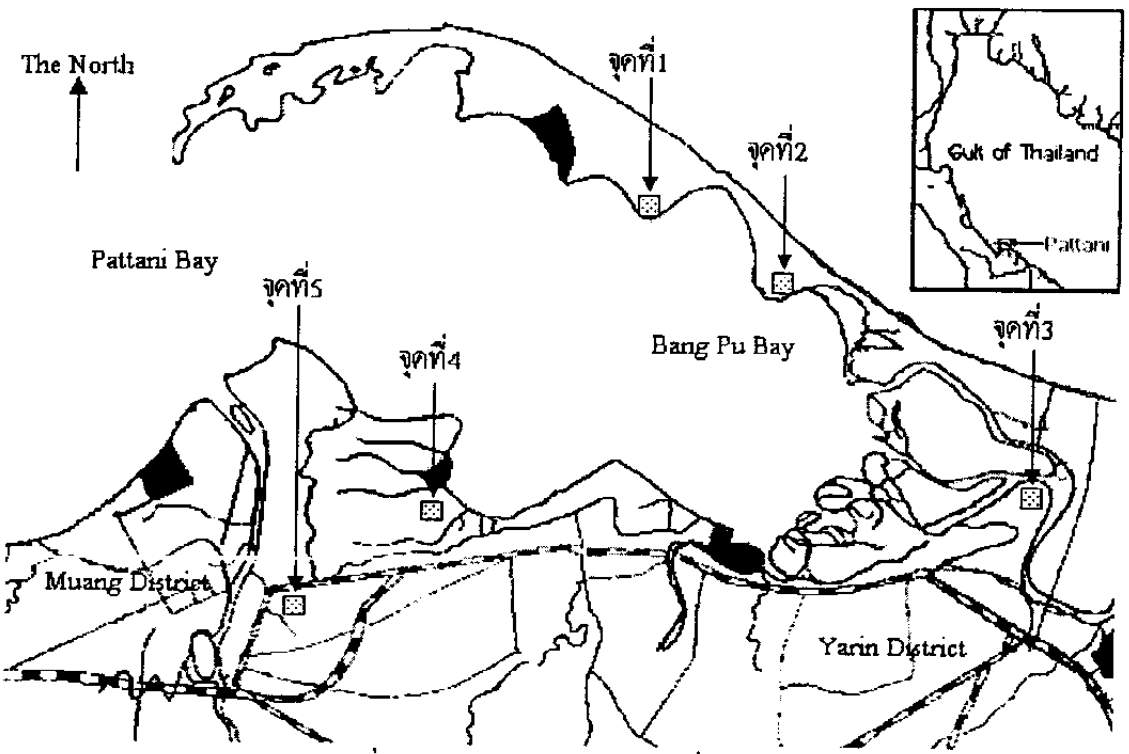
การศึกษาศักยภาพของดินเพื่อใช้เป็นนากุ้งนั้นจะพิจารณาข้อมูลดินที่ได้ตามอายุบ่อและเนื้อดิน ส่วนการศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของดินเค็มและโลหะหนักนั้นจะพิจารณาข้อมูลที่ได้ตามเนื้อดินและระดับความลึกของดินบริเวณใกล้เคียง

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ดิน

การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากนากุ้งที่กำหนดให้เป็นตัวแทนการศึกษาบริเวณชายฝั่งอ่าวปัตตานีดังที่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 1 สุ่มเก็บทั้งหมด 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 4 เดือน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างบริเวณใกล้เคียงบ่อกุ้งซึ่งไม่เคยผ่านการทำนากุ้งที่ความลึก 0-50 เซนติเมตร, 50-100 เซนติเมตร (และในการเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกได้สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตรเพื่อนำไปศึกษาสมบัติพื้นฐานของดินบริเวณรอบอ่าวปัตตานีจำนวน 16 จุด) และดินที่อยู่

บริเวณพื้นบ่อ(0-20 เซนติเมตร) สำหรับดินที่อยู่บริเวณพื้นบ่อเมื่อเก็บตัวอย่างแล้วได้แบ่งเป็นสองส่วนคือส่วนที่หนึ่งสำหรับวิเคราะห์ทั่วๆไป และอีกส่วนสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่ละลายน้ำได้ ได้ทำการยับยั้งการดำเนินกิจกรรมของจุลลินทรีย์ด้วยโทลูอีน



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งของนากุ้งที่สุ่มเก็บตัวอย่างดิน

จุดที่1 : บ้านบูดี จำนวน 5 ตัวอย่าง

จุดที่2 : บ้านดาโต๊ะ จำนวน 4 ตัวอย่าง

จุดที่3 : บ้านภูมิ จำนวน 4 ตัวอย่าง

จุดที่4 : บ้านบานา จำนวน 10 ตัวอย่าง

จุดที่5 : บ้านแหลมนก จำนวน 4 ตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากนากุ้งที่เป็นตัวแทนการศึกษา(ดินส่วนที่หนึ่งที่ใช้วิเคราะห์ทั่วไป)มาผึ่งลมในที่ร่มจนกระทั่งดินแห้งแล้วเก็บเศษวัสดุต่างๆออก ส่วนดินส่วนที่สองนำไปทำให้แห้งโดยเครื่องทำให้แห้งโดยสุญญากาศ จากนั้นนำไปบดและร่อนเพื่อให้ได้ตัวอย่างดินด้วย

ตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ยกเว้น ค่าความเป็นกรด-ด่างที่จะวัดทั้งในสภาพความชื้นสนาม(wet soils) และสภาพดินแห้ง(air-dried soils)

การวิเคราะห์ดิน (พจนีย์และคณะ, 2535)

1. แจงเนื้อดิน โดยใช้ Pipette Method

2. ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ใช้ดินต่อน้ำในสัดส่วน 1:1 วัดค่าด้วย pH meter

3. ปริมาณอินทรียคาร์บอนในดินโดยวิธี Walkley and Black titration

4. ปริมาณไนโตรเจนรวมโดย Kjeldhal method

5. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธีสกัดด้วยน้ำยาสกัด Bray II ปรับสีโดยใช้ Olsen-Watanabe แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วย spectrophotometer

6. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่ละลายได้โดยสกัดด้วยสารละลาย I N. NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วย flame emission spectrophotometer วัดปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม atomic absorption spectrophotometer

7. เหล็ก(iron) ทองแดง(copper) สังกะสี(zinc) และแมงกานีส(manganese)ใช้วิธี DTPA

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้ Analysis of varience เพื่อหาค่า F-test แล้วใช้เครื่องหมาย * และ ** กับผลการวิเคราะห์ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่งตามลำดับ หากข้อมูลมีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญขึ้นไปก็จะใช้ Duncan's New Multiple Range Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติ กำหนดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยอักษรภาษาอังกฤษ ตัวพิมพ์ใหญ่สำหรับอิทธิพลหลักและตัวพิมพ์เล็กอิทธิพลร่วม การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 10.5

ผลและวิจารณ์

กุ้งจัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของไทย จังหวัดปัตตานีมีการเพาะเลี้ยงกุ้งเช่นกัน โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี นอกจากผลผลิตกุ้งที่ได้แล้วยังพบว่าการเลี้ยงกุ้งทำให้สภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยทั้งทางดินและทางน้ำ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บจากนากุ้งเพื่อศึกษาศักยภาพของนากุ้ง การแพร่กระจายของแร่ธาตุหลังการทำนากุ้งมีดังนี้

สมบัติพื้นฐานของดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี

ตารางที่ 1 สมบัติพื้นฐานของดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี (n=16)

ที่สกัดได้(Extract)			
สมบัติดิน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ค่าปฏิกิริยาดิน(pH, 1:1)	3.70	8.00	6.71
อินทรียคาร์บอน(OC, %)	0.09	1.68	0.69
ไนโตรเจนรวม(N, %)	0.01	0.14	0.06
ฟอสฟอรัส(P, ppm.)	4	104	39
เหล็ก(Fe, ppm.)	8	123	63
สังกะสี(Zn, ppm.)	0.34	1.80	0.68
แมงกานีส(Mn, ppm)	0.98	31.60	6.51
ทองแดง(Cu, ppm.)	0.16	2.42	1.2
ซัลเฟต(SO_4^{2-}, ppm.)	13	98527	9556
ที่ละลายได้(Soluble)			
สมบัติดิน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ค่าการนำไฟฟ้า(EC, dS/m)	1.67	61.50	23.13
โพแทสเซียม(K, meq/l)	39	1798	535
แคลเซียม(Ca, meq/l)	0.63	107.30	19.07
โซเดียม(Na, meq/l)	1.74	53.04	19.07
แมกนีเซียม (Mg, meq/l)	0.28	17.70	5.71

ตารางต่อ

ที่ละลายได้(Soluble)			
สมบัติดิน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
คลอไรด์(Cl, ppm.)	1038	106155	26879
ซัลเฟต(SO_4^{2-}, ppm.)	20	3511	915
เปอร์เซ็นต์อนุภาคดิน			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
อนุภาคทราย(sand)	2.33	98.69	57.37
อนุภาคทรายแป้ง(silt)	0.31	56.92	24.87
อนุภาคดินเหนียว(clay)	0.10	51.40	17.76

ดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีที่ใช้เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งนั้น จากที่ได้คัดเลือกพื้นที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งมากและสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณใกล้เคียงบ่อเลี้ยงกุ้งจำนวน 16 ตัวอย่างเพื่อศึกษาสมบัติพื้นฐานนั้น พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็นดินทรายถึง 62.5 เปอร์เซ็นต์และเป็นดินเหนียว 25 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับจำนวนตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทน(16 ตัวอย่าง) ดังนั้นในการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้งโดยส่วนใหญ่มักจะพบปัญหาในเรื่องการกักเก็บน้ำเพราะพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นดินทรายทำให้เป็นตัวจำกัดสำหรับการสร้างบ่อ(Boyd, 1995) สภาพกรด-ด่างของดินมีตั้งแต่กรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลางโดยพื้นที่เกือบทั้งหมด(87.5 เปอร์เซ็นต์)มี pH มากกว่า 6 ซึ่งจากการศึกษาพื้นที่ในการสร้างบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่าบนพื้นที่น้ำจืดมี pH 3.9-8.0 และบนพื้นที่น้ำกร่อยมี pH 1.2-9.8 (Boyd, 1995) ดังนั้นสภาพความเป็นกรด-ด่างจะเป็นตัวจำกัดสำหรับการสร้างบ่อบริเวณนี้เล็กน้อย ปริมาณไนโตรเจน(N) ของดินในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนมีค่าต่ำเพราะว่าเมื่อนำไปหา C:N ratio มีค่าสูงกว่า 10 ทั้งหมด ฉะนั้นจึงส่งผลต่อการสลายตัวของอินทรียสารคือทำให้เกิดการสลายตัวช้า ดินรอบอ่าวปัตตานีที่ใช้เป็นตัวแทนศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปเทียบกับค่ามาตรฐานพื้นที่น้ำกร่อยของ Boyd (1995) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม(K) สูงมาก ฟอสฟอรัส(P) แคลเซียม(Ca) ซัลเฟต(SO_4^{2-}) และทองแดง(Cu)ต่ำมากถึงปานกลาง โซเดียม(Na) แมกนีเซียม(Mg)และสังกะสี(Zn)ต่ำมาก เหล็ก(Fe)และแมงกานีส(Mn) ต่ำมากถึงต่ำ ส่วนค่าการนำไฟฟ้า(EC)มีค่าอยู่ในระดับสูงเช่นกันซึ่งก็สอดคล้องกับปริมาณโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถวัดได้ เห็นได้ว่าดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีมีธาตุต่างๆสะสมอยู่ในปริมาณตั้งแต่ต่ำมากถึงปานกลางยกเว้นโพแทสเซียมที่มีค่าสูงมาก ซึ่งอาจจะเกิดจากการสะสมของธาตุที่น้ำทะเลพัดพามาและจากการที่เป็นบริเวณปากแม่น้ำปัตตานีจึงเป็นไปได้ว่าสายน้ำที่ไหลผ่าน

ที่ต่างๆนั้นได้พัดพาเอาแร่ธาตุมาสะสม ถึงแม้ว่าดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีจะดูเหมือนมีความอุดมสมบูรณ์ แต่ถ้าเลือกพื้นที่ไม่เหมาะในการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้งก็จะทำให้เกิดปัญหาในขณะเลี้ยงกุ้ง เช่น การกักเก็บน้ำ การดูดยึดธาตุอาหาร เนื่องจากส่วนใหญ่ดินมีอนุภาคเป็นดินทราย นอกจากนี้อาจมีปัญหาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่บางพื้นที่มีค่าต่ำ และเมื่อพิจารณาลักษณะพื้นที่แล้วพบว่าค่า pH อาจเกิดความแปรปรวนได้ตลอดเวลาอีกด้วยเพราะดินมีปริมาณซัลเฟตที่สกัดได้แตกต่างกันมากทั้งนี้เพราะธาตุนี้เป็นต้นกำเนิดของกรดซัลฟูริก (เอิบ,2533)

การเปลี่ยนแปลงของดินเมื่อผ่านการทำนากุ้ง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งน้อยกว่า 3 ปีและมากกว่า 3 ปีและดินรอบๆบ่อเลี้ยงกุ้งที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และนำตัวอย่างดินที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งวิเคราะห์อนุภาคดินเพื่อแบ่งออกเป็นอนุภาคดินทราย(clay<18%) ดินร่วน (clay 18-35%) และดินเหนียว (clay >35%)และจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหาความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2 ,3และ 4

ตารางที่ 2 ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า(dS/m) ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ที่ละลายน้ำได้(meq/l) ซัลเฟตสกัดและซัลเฟตที่ละลายน้ำได้(ppm) ในดินนากุ้ง : อายุและเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-20 เซ็นติเมตร

	อายุ(A)			เนื้อดิน(B)			%CV	F-test	
	ดินรอบๆ	น้อยกว่า 3 ปี	มากกว่า 3 ปี	ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว		A	B
pH(1:1)	6.41B	7.09A	7.25A	6.90A	5.83B	7.03A	17.73	*	*
pH(wet soil)	7.13B	7.52AB	7.64A	7.51A	6.70B	7.34A	11.69	*	*
EC	20.44	28.93	25.26	18.96B	24.02AB	34.42A	74.11	ns	**
Soluble-Ca	14.21	16.82	19.50	13.09	23.46	18.61	133	ns	ns
Soluble-Mg	13.19	16.02	18.40	11.50B	12.44B	24.77A	153	ns	*
Soluble-Na	39.42	47.02	40.48	26.54B	38.18B	78.08A	150	ns	*
Soluble-Cl	14406	11575	7402	11622	8964	15044	153	ns	ns
SO_4^{2-}(extract)	3264	3922	900	318B	4173AB	8111A	475	*	*
Soluble-SO_4^{2-}	596	840	820	530B	769AB	1083A	88	ns	**

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05 ,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 3 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์(%) ไนโตรเจน(%) ฟอสฟอรัส(ppm) อนุภาคดินเหนียว(%) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้(meq/l)ในดินที่ผ่านการทำนากุ้ง : อายุและเนื้อดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซ็นติเมตร

	อายุ(A)			เนื้อดิน(B)			%CV	F-test	
	ดินรอบๆ	น้อยกว่า 3 ปี	มากกว่า 3 ปี	ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว		A	B
OC	0.91	1.21	1.06	0.83	1.23	1.36	97.70	ns	ns
N(extract)	0.06	0.06	0.07	0.04B	0.09A	0.11A	77.86	ns	**
P(extract)	47B	103A	87AB	72	65	72	122	*	ns
Soluble-K	373	412	471	112C	564B	985A	142	ns	**
Clay	14.66	16.37	20.57	4.55C	23.89B	39.27A	102	ns	**

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4 ปริมาณเหล็ก สังกะสี แมงกานีสและทองแดง(ppm)ในดินที่ผ่านการทำนากุ้ง : อายุและเนื้อดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร

	อายุ(A)			เนื้อดิน(B)			%CV	F-test	
	ดินรอบๆ	น้อยกว่า 3 ปี	มากกว่า 3 ปี	ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว		A	B
Fe(extract)	64	65	76	50B	90A	93A	80	ns	**
Zn(extract)	0.97B	0.96B	1.82A	0.84B	1.50AB	1.68A	123	*	*
Mn(extract)	10.74	10.08	5.98	4.48B	8.52B	21.59A	145	ns	**
Cu(extract)	1.22	1.44	1.48	0.83C	1.72B	2.27A	68.72	ns	**

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่รอบๆบ่อเลี้ยงกุ้งระยะห่างประมาณ 50-100 เมตร ที่ระดับความลึก 0-50และ50-100 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินวิเคราะห์อนุภาคดินเพื่อแบ่งออกเป็นอนุภาคดินทราย(clay<18%) ดินร่วน (clay 18-35%)และดินเหนียว (clay >35%)เพื่อจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหาความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5 ,6และ7

ตารางที่ 5 ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า(dS/m) ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ที่ละลายน้ำได้(meq/l) ซัลเฟตสกัดและซัลเฟตที่ละลายน้ำได้(ppm) ในดินนากุ้ง : เนื้อดิน ความลึกและอิทธิพลร่วม ของดินรอบๆบ่อเลี้ยงกุ้ง

	ความลึก(A)	เนื้อดิน(B)			เฉลี่ย(A)	%CV	F-test		
		ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว			A	B	AB
pH(1:1)	0-50 cm.	6.63ab	5.79bc	6.45ab	6.36	19.62	ns	**	**
	50-100 cm.	6.60ab	4.04c	7.42a	6.47				
	เฉลี่ย(B)	6.61A	5.21B	7.10A					
pH(wet soil)	0-50 cm.	7.36a	6.74a	7.02a	7.13	13.29	ns	**	*
	50-100 cm.	7.40a	5.70b	7.32a	7.13				
	เฉลี่ย(B)	7.38A	6.39B	7.22A					
EC	0-50 cm.	12.13cd	23.01bc	31.85b	18.05	84.76	ns	**	**
	50-100 cm.	15.34cd	6.21d	46.14a	22.83				
	เฉลี่ย(B)	13.73B	17.41B	41.38A					
Soluble-Ca	0-50 cm.	9.87	34.40	12.86	17.30	168	ns	ns	ns
	50-100 cm.	9.80	2.28	18.13	11.11				
	เฉลี่ย(B)	9.83	23.69	16.37					
Soluble-Mg	0-50 cm.	7.36	13.39	16.88	10.44	191	ns	ns	ns
	50-100 cm.	14.50	3.13	25.22	15.93				
	เฉลี่ย(B)	10.93	9.97	22.44					
Soluble-Na	0-50 cm.	28.09b	44.49ab	61.58ab	37.56	168	ns	**	*
	50-100 cm.	17.81b	7.71b	105.01a	41.28				
	เฉลี่ย(B)	22.95B	32.23AB	90.53A					
Soluble-Cl	0-50 cm.	19378	10761	9014	15436	162	ns	ns	ns
	50-100 cm.	7620	3597	29776	13375				
	เฉลี่ย(B)	13499	8373	22855					
SO_4^{2-}(extract)	0-50 cm.	138	7579	756	2352	449	ns	ns	ns
	50-100 cm.	280	360	13875	4176				
	เฉลี่ย(B)	209	5173	9502					

ตาราง ต่อ

	ความลึก(A)	เนื้อดิน(B)			เฉลี่ย(A)	%CV	F-test		
		ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว			A	B	AB
Soluble-SO_4^{2-}	0-50 cm.	477b	758ab	878ab	614	113	ns	**	*
	50-100 cm.	325b	282b	1232a	578				
	เฉลี่ย(B)	401B	599B	1114A					

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 6 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์(%) ไนโตรเจน(%) ฟอสฟอรัส(ppm) อนุภาคดินเหนียว(%) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้(meq/l)ในดินที่ผ่านการทำนากุ้ง

: เนื้อดิน ความลึกและอิทธิพลร่วม ของดินรอบๆบ่อเลี้ยงกุ้ง

	ความลึก(A)	เนื้อดิน(B)			เฉลี่ย(A)	%CV	F-test		
		ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว			A	B	AB
OC	0-50 cm.	0.56	1.18	1.06	0.81	97.90	ns	*	ns
	50-100 cm.	0.69	1.73	1.32	1.02				
	เฉลี่ย(B)	0.63B	1.36A	1.23AB					
N(extract)	0-50 cm.	0.03b	0.08a	0.10a	0.06	88.92	ns	**	**
	50-100 cm.	0.02b	0.12a	0.11a	0.06				
	เฉลี่ย(B)	0.03B	0.10A	0.10A					
P(extract)	0-50 cm.	41	56	41	45	111	ns	ns	ns
	50-100 cm.	48	5	74	50				
	เฉลี่ย(B)	45	39	63					
Soluble-K	0-50 cm.	66c	607b	1006ab	355	161	ns	**	**
	50-100 cm.	76c	121c	1159a	392				
	เฉลี่ย(B)	71B	445B	1108A					
Clay	0-50 cm.	3.02d	21.05c	46.93a	14.44	116	ns	**	**
	50-100 cm.	1.61d	17.71c	39.97b	14.87				
	เฉลี่ย(B)	2.32C	19.93B	42.29A					

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 7 ปริมาณเหล็ก สังกะสี แมงกานีสและทองแดง(ppm)ในดินที่ผ่านการทำนากุ้ง : เนื้อดิน ความลึกและอิทธิพลร่วม ของดินรอบๆบ่อเลี้ยงกุ้ง

	ความลึก(A)	เนื้อดิน(B)			เฉลี่ย(A)	%CV	F-test		
		ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว			A	B	AB
Fe(extract)	0-50 cm.	45b	88ab	87ab	63	75.22	ns	**	*
	50-100 cm.	45b	119a	75ab	64				
	เฉลี่ย(B)	45B	98A	79AB					
Zn(extract)	0-50 cm.	0.62b	1.26b	1.66ab	0.95	108	ns	**	**
	50-100 cm.	0.65b	2.60a	0.85b	0.99				
	เฉลี่ย(B)	0.64B	1.71A	1.12AB					
Mn(extract)	0-50 cm.	4.40b	9.96b	30.16a	9.67	140	ns	**	**
	50-100 cm.	5.68b	4.03b	27.99a	11.81				
	เฉลี่ย(B)	5.04B	7.99B	28.71A					
Cu(extract)	0-50 cm.	0.68c	1.84ab	2.34a	1.25	71.61	ns	ns	**
	50-100 cm.	0.64c	1.45b	2.16a	1.19				
	เฉลี่ย(B)	0.66	1.71	2.22					

* มีความแตกต่างกันที่ P = 0.05,** มีความแตกต่างกันที่ P = 0.01,ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ดินที่แสดงในตารางที่ 1, 2 และ5 เห็นได้ว่า pH เฉลี่ยของดินเดิมซึ่งมีความเป็นกลาง(6.71)นั้นมีการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นดินที่มี pH เป็นกรดปานกลางถึงด่างเล็กน้อย (5.79-7.64)ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของดุสิตและคณะ(2537)ซึ่งมีค่าสูงกว่าดินในบริเวณใกล้เคียง และมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเมื่อผ่านทำนากุ้งเป็นระยะเวลานานๆ สำหรับเนื้อดินนั้น พบว่า นากุ้งที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวมีค่า pH เพิ่มขึ้นจากดินเดิมมากที่สุดในขณะที่ความลึกของดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแต่มีแนวโน้มว่าดินล่างจะมีค่า pH สูงกว่าดินบนซึ่งอาจจะเกิดจากการชะล้างของธาตุต่างๆลงไปสะสมในดินล่าง ค่า pH ดินที่เพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการทำนากุ้งนั้นเกิดจากการสลายตัวของปูนขาวที่ใช้ในการปรับ pH ของน้ำก่อนที่จะปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในบ่อ โดยทั่วไปแล้วก่อนที่จะปล่อยลูกกุ้งลงบ่อจะต้องควบคุม pH และความเค็มของน้ำให้อยู่ในช่วง 7.5 – 8.5 และ 15-30 พีพีที (วัลลภ, มปป.) นอกจากการสลายตัวของปูนขาวแล้วเกลือจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งก็มีผลเช่นกัน

เนื่องจากในน้ำทะเลนั้นมี โซเดียม คลอไรด์และซัลเฟอร์อยู่ในปริมาณมาก(ศุภมาศ, 2540) เมื่อนำน้ำทะเลมาใช้แล้วเกิดการตกตะกอนและสะสมในดินทำให้มีความเป็นด่างมากขึ้นสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณโซเดียม คลอไรด์และซัลเฟอร์ที่เพิ่มขึ้นหลังจากดินผ่านการทำนากุ้งโดยเฉพาะในนากุ้งที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียววัดได้ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของธาตุดังกล่าวที่ละลายออกมาได้สูงกว่าดินชนิดอื่น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอนุภาคของดินเหนียวมีความสามารถในการดูดยึดธาตุได้ดี ทำให้ถูกชะล้างได้ยากในขณะที่อนุภาคดินทรายถูกชะล้างได้ง่าย(วิโรจ, 2531)

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วเห็นได้ว่าสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับความเป็นกรด-ด่างของดินนั้นมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ดินเดิมที่มีความเป็นกรดเล็กน้อยนั้นมีค่า pH เพิ่มขึ้นมาอยู่ในระดับของดินที่เป็นด่างสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าดินมีความเค็มมากขึ้น(สมศักดิ์, 2536)สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์และปริมาณซัลเฟตที่ละลายออกมาจากดิน การเพิ่มขึ้นของเกลือในดินนี้ต่อไปจะส่งผลกระทบต่อทั้งการทำนากุ้งและสิ่งแวดล้อม เพราะว่าในการทำนากุ้งในครั้งต่อๆไปนั้นเกษตรกรจะประสบกับปัญหาการควบคุมความเค็มของน้ำในบ่อกุ้ง ต้องใช้เวลาและทุนในการควบคุมความเค็มของน้ำมากขึ้น ในขณะเดียวกันจากสภาพความเค็มของดินทำให้เนื้อดินแน่นมากขึ้น(วิชัย, 2542) ดังนั้นศักยภาพการให้ผลผลิตของดินสำหรับการทำนากุ้งจึงอาจมีแนวโน้มว่าจะลดลง

ปริมาณธาตุอาหารหลัก(N, P, K)ตารางที่ 1,3และ6 ที่บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งจัดว่ามีความสำคัญในแง่ของความต้องการของพืชน้ำและแพลงค์ตอนพืชนั้น พบว่า ปริมาณธาตุดังกล่าวในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการทำนากุ้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของชฎา(2535) โดยเฉพาะปริมาณฟอสฟอรัสที่มีเพิ่มขึ้นจากดินเดิมและดินในบริเวณใกล้เคียงอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 3 และ 6) สอดคล้องกับปริมาณของอนุภาคดินเหนียวที่เป็นตัวดูดยึดธาตุต่างๆไว้ นอกจากนี้ยังพบว่านากุ้งที่เป็นดินเหนียวมีการสะสมของธาตุดังกล่าวมากกว่านากุ้งที่เป็นดินทรายหรือดินร่วนอย่างชัดเจนและมีแนวโน้มว่ามีมากขึ้นในดินล่าง แนวโน้มของการสะสมธาตุต่างๆในดินล่างบ่งบอกให้ทราบว่ามีการชะล้างและเคลื่อนย้ายของธาตุจากดินบนสู่ดินล่างซึ่งก็สอดคล้องกับปริมาณอนุภาคดินเหนียวของดินบนและดินล่าง การสะสมของธาตุดังกล่าวของดินที่เพิ่มขึ้นนั้นคาดว่าได้มาจากการสลายตัวของอาหารกุ้งทั้งอาหารหลักและอาหารเสริมซึ่งมีโปรตีนสูง การสลายตัวของอาหารทำให้ได้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและจุลธาตุอื่นๆ สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมบ่อและการป้องกันตลอดจนรักษาโรคกุ้ง เช่น $KMnO_4$ NaCl $CuSO_4$ ฟอร์มาลีน คลอรีนและปูนขาว ก็มีส่วนทำให้ดินมีการสะสมธาตุต่างๆด้วย นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกเพื่อเร่งให้พืชน้ำและแพลงค์ตอนเพิ่มปริมาณให้เพียงพอสำหรับใช้เป็นอาหารตามธรรมชาติของกุ้ง การย่อยสลายของ

ซากพืชและกุ้งที่ตายในบ่อ ของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมาและการพัดพาธาตุมาของน้ำที่สูบเข้ามาใช้เลี้ยงกุ้งเมื่อน้ำถูกขังอนุภาคของดินเหนียวที่มีขนาดเล็กนั้นอาจจะเกิดการตกตะกอนและดูดยึดธาตุที่อยู่ในน้ำไว้ จากปัจจัยต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเห็นได้ว่าทุกปัจจัยที่ใช้ในการทำนากุ้งล้วนมีส่วนทำให้ดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งที่ทำมาน้อยกว่า 3 ปีและมากกว่า 3 ปีมีธาตุในดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ปริมาณธาตุในดินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลดีต่อการทำนากุ้งเพราะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น พืชน้ำและแพลงค์ตอนพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีเป็นผลให้ปริมาณอาหารตามธรรมชาติของกุ้งเพิ่มขึ้นช่วยลดค่าอาหารกุ้งและเพิ่มคุณภาพของกุ้งด้วย ปริมาณธาตุที่เพิ่มขึ้นในดินนอกจากจะให้ผลดีแล้วยังให้ผลเสียด้วย กล่าวคือ ถ้าหากนากุ้งที่เป็นดินทรายมีธาตุต่างๆสะสมในดินมากขึ้นปริมาณที่จะสูญเสียและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมนั้นก็มีมากขึ้นด้วยเพราะดินทรายดูดยึดธาตุไว้ได้ไม่ดี ปริมาณการชะล้างที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการชะล้างไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะส่งเสริมให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น(eutrophication)ได้ง่ายขึ้น(ศุภมาศ, 2540) เมื่อพืชน้ำเจริญได้ดีการตายของพืชน้ำและการย่อยสลายซากก็มีมากขึ้นด้วย ผลที่ตามมาก็คือปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงและกลายเป็นน้ำเน่าเสีย เมื่อน้ำเสียเชื้อสาเหตุโรคต่างก็มีเพิ่มมากขึ้น ในที่สุดกุ้งในบ่อก็เกิดโรคซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับการเลี้ยงกุ้ง ปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอีกจนอาจจะทำให้การเลี้ยงกุ้งในครั้งนั้นประสบกับภาวะการขาดทุนได้เช่นกันถ้าหากเกิดขึ้นในบ่อที่กำลังเลี้ยงกุ้งอยู่

สำหรับการสะสมและแพร่กระจายของโลหะหนัก(Fe, Zn, Mn, Cu)จากผลการวิเคราะห์ดินในตารางที่ 4 และ 7 พบว่าการทำนากุ้งทำให้ดินมีการสะสมไว้มากขึ้นโดยเฉพาะนากุ้งที่เป็นดินเหนียวมีการสะสมไว้ได้มากที่สุดและมีแนวโน้มว่าสามารถแพร่ลงไปสะสมในดินล่างด้วย เมื่อนากุ้งที่เป็นดินเหนียวสะสมโลหะหนักไว้มากถ้าหากธาตุเหล่านี้ถูกปลดปล่อยหรือนำมาใช้โดยพืชและแพลงค์ตอน เช่น Zn (Adhikari and Ayyappan, 2004)และCu (Boyd and Tucker, 1998)ซึ่งพืชและแพลงค์ตอนจะเป็นอาหารตามธรรมชาติของกุ้ง ผู้ที่บริโภคกุ้งก็มีโอกาสที่จะได้รับโลหะหนักซึ่งเป็นสาเหตุของโรคที่สำคัญในมนุษย์ด้วย เช่น โรคมะเร็ง นอกจากนากุ้งที่เป็นดินเหนียวแล้วนากุ้งที่เป็นดินทรายก็เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายโลหะหนักได้เช่นกันเพราะดินทรายดูดยึดธาตุไว้ได้ไม่ดีดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ปริมาณโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นนั้นคาดว่ามาจากการสลายตัวของอาหารกุ้งโดยเฉพาะอาหารเสริม น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงก็มีส่วนเช่นกันเนื่องจากเป็นบริเวณชายฝั่งจึงมีโอกาสที่จะได้มาจากการพัดพาของน้ำซึ่งมาจากลุ่มน้ำต่างๆ

จากผลการศึกษาดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-7 นั้น เห็นได้ว่ามีบางข้อมูลที่ได้มีความแปรปรวนสูงมาก ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการสุ่มเก็บตัวอย่างในเวลาและสภาพที่มีความแตกต่างกันมาก อีกทั้งหน่วยการทดลองที่จัดให้เป็นหน่วยเดียวกันในแต่ละพื้นที่นั้นก็มีความแตกต่างกันมากจนแผนการทดลองที่วางไว้ไม่สามารถควบคุมความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้

สรุป

จากการศึกษาสมบัติพื้นฐาน การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบจากการทำนากุ้งของดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี พบว่า

1. ดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นดินทราย มีความเป็นกรดเล็กน้อย แต่มีค่าการนำไฟฟ้าที่เกิดจากเกลือในดินสูงมากซึ่งอาจจะไม่เหมาะที่จะใช้เป็นพื้นที่ในการเลี้ยงกุ้งในอนาคตได้ ถึงแม้การตรวจวัดพบว่ามีธาตุต่างๆสะสมอยู่ในปริมาณมากก็ตาม

2. การทำนากุ้งทำให้ดินมีการสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากดินบริเวณชายฝั่งแถบนี้ส่วนใหญ่เป็นดินทรายดังนั้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจึงอาจจะถูกชะล้างได้ง่าย เพราะฉะนั้นในอนาคตถ้าหากมีการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)ซึ่งจัดเป็นปัญหาสำคัญสำหรับสิ่งแวดล้อมส่งผลให้การทำนากุ้งเป็นไปได้ไม่ยั่งยืน

3. การทำนากุ้งทำให้มีโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ และซัลเฟต ในดินเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของธาตุเหล่านี้บ่งบอกถึงแนวโน้มของการเกิดและแพร่กระจายของดินเค็มในอนาคต นอกจากการเพิ่มขึ้นของธาตุดังกล่าวแล้วปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่เพิ่มขึ้นก็ส่งเสริมให้เกิดดินเค็มด้วย

4. การทำนากุ้งทำให้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีในดินเพิ่มขึ้น ธาตุเหล่านี้เป็นโลหะที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ถ้าหากได้รับและสะสมไว้ในร่างกายมากๆ การเพิ่มขึ้นของโลหะหนักในดินทำให้กุ้งที่เลี้ยงมีโอกาสสะสมธาตุดังกล่าวไว้ในตัวมากขึ้นและอาจจะส่งผลกระทบถึงสุขภาพของผู้ที่บริโภคกุ้งได้

5. นากุ้งที่เป็นดินเหนียวสามารถสะสมและดูดยึดธาตุได้ในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังสามารถขังน้ำในบ่อไว้ได้ดีทำให้ดินมีศักยภาพเหมาะสมที่จะใช้สำหรับการทำนากุ้งแต่มีข้อควรระวัง กล่าวคือ ปัญหาดินเค็มที่มักจะเกิดและแพร่กระจายได้ดีในดินที่มีเนื้อละเอียดอย่างดินเหนียว ปริมาณโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นก็เป็นอีกปัญหาที่พึงระวัง

6. ในขณะที่ดินเหนียวมีปัญหาเรื่องการเกิดดินเค็มและการสะสมของโลหะหนัก ดินทรายก็มีปัญหาเรื่องการชะล้างและความสามารถในการอุ้มน้ำ นากุ้งที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการทำนากุ้งแบบยั่งยืนแต่ทว่าสภาพดินดังกล่าวหาได้ยากในดินบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นดินทรายหรือไม่ก็เป็นดินเหนียว ดังนั้นการจัดการนากุ้งจึงน่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการรักษาศักยภาพดินในแถบนี้เพื่อการเลี้ยงกุ้งแบบยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. การทำการศึกษาในระดับต่อไปควรทำการสำรวจพื้นที่จริงและกำหนดหน่วยทดลองคร่าวๆก่อนที่จะทำการวางแผนหรือกำหนดรูปแบบของการศึกษาเพื่อลดความผิดพลาดของผลการศึกษา เนื่องจากเป็นการศึกษาในพื้นที่จริงซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นมีความแปรปรวนสูงมาก

2. การเก็บตัวอย่างดินควรเก็บในระยะเวลาที่เกษตรกรมีการจัดการบ่อกุ้งเหมือนกันเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลซึ่งระยะที่คาดว่าเหมาะสมที่สุด คือ หลังการจับกุ้งขึ้นจากบ่อแล้วเพราะว่าดินผ่านการจัดการต่างๆมาอย่างเต็มที่แล้วทั้งการให้อาหารและสารเคมี นอกจากนี้ควรเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ในขณะที่เก็บตัวอย่างไว้ด้วยเพื่อที่จะได้นำมาวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

3. ควรเก็บข้อมูลการจัดการบ่อ การให้อาหารและสารเคมีต่างๆที่ใช้ในการเตรียมบ่อและในขณะที่มีการเลี้ยงกุ้งตลอดจนข้อมูลของน้ำทะเลไว้ด้วย เนื่องจากการจัดการในแต่ละบ่อนั้นเกษตรกรแต่ละรายมีการจัดการที่แตกต่างกันตามประสบการณ์การเลี้ยงที่ผ่านมา ข้อมูลที่ได้นั้นสามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงในบางส่วนของผลการศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้นได้

4. ควรศึกษาโลหะหนักตัวอื่นๆเพิ่มเติม เช่น อะเซนิก(As)เป็นโลหะหนักอีกตัวหนึ่งที่เป็นอันตรายและมีการศึกษากันมากในปัจจุบัน การศึกษาในครั้งนี้ก็ได้ทำการวิเคราะห์หาอะเซนิกด้วย แต่เนื่องจากในดินตัวอย่างมีอะเซนิกน้อยมากประกอบกับในขณะที่ทำการศึกษานั้นไม่สามารถหาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพพอที่จะตรวจวัดได้และมีงบประมาณในการดำเนินงานจำกัด ดังนั้นในผลการศึกษาจึงไม่ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะเซนิกในดินที่ผ่านการทำนากุ้งได้