

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๖๒



Technical Paper No. 2/2019

ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็ม
เพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งต่อคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน
ระหว่างปี 2555 – 2557

Effect of Discharged Water from Aquaculture in Sea Water Irrigation System
for Coastal Aquaculture on Soil Quality in Kung Krabaen Bay
during Year 2012-2014

เพ็ญแข คุณาวงค์เดช

Phenkae Kunawongdet

ประจวบ ลีรักษาเกียรติ

Prachuab Leeruksakiat

ปิยชาติ ศรีศักดิ์

Piyachat Srisakda

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

Kung Krabaen Bay
Royal Development Study Centre

ได้รับสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน
โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๗

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๖๒



Technical Paper No. 2/2019

ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็ม
เพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งต่อคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน
ระหว่างปี 2555 – 2557

Effect of Discharged Water from Aquaculture in Sea Water Irrigation System
for Coastal Aquaculture on Soil Quality in Kung Krabaen Bay
during Year 2012-2014

เพ็ญแข คุณาวงค์เดช

Phenkae Kunawongdet

ประจวบ สรีกษาเกียรติ

Prachuab Leeruksakiat

ปิยชาติ ศรีศักดิ์

Piyachat Srisakda

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน

Kung Krabaen Bay

อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

Royal Development Study Centre

ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่

Klongkud Subdistrict, Thamai District

จังหวัดจันทบุรี 22120

Chanthaburi Province 22120

โทร.0 3943 3216-8 โทรสาร 0 3943 3209

Tel. 0 3943 3216-8 Fax 0 3943 3209

ได้รับสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน

โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๗

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
ความนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. พื้นที่และระยะเวลาการศึกษา	4
2. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพดิน	5
3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	6
4. การจัดการคลองรับน้ำทิ้งในระบบชลประทานน้ำเค็มอำเภอกิ่งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557	6
ผลการวิจัย	6
วิจารณ์ผลการวิจัย	12
สรุปผลการวิจัย	17
ข้อเสนอแนะ	17
คำขอบคุณ	18
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก (วิธีการวิเคราะห์ดิน)	21
ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัยและคณะ	30
1. นางสาวเพ็ญแข คุณาวงค์เดช (MissPhenkae Kunawongdet)	30
2. นายประจวบ สรีรักษาเกียรติ (Mr.Prachuab Leeruksakiat)	32
3. นายปิยชาติ ศรีศักดิ์ดา (Mr.Piyachat Srisakda)	33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจัดการคลองรับน้ำทิ้ง ระบบชลประทานน้ำเค็มอำเภอกิ่งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557	6
2	pH ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	7
3	อินทรีย์วัตถุ (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	7
4	อินทรีย์คาร์บอน (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	8
5	TN (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	8
6	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	9
7	PO ₄ ³⁻ (mg/kg ดินแห้ง) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	9
8	BOD ₅ ²⁰ (mg/g ดินแห้ง) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	10
9	ดินเหนียว (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	10
10	ทรายแป้ง (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	11
11	ทราย (%) ของดินในอำเภอกิ่งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557	11

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดัชนีต่างๆในดินอ่าวคุ้งกระเบน โดยวิธี Pearson ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2557	12
13	ระดับสารอินทรีย์ของดินโดยทั่วไป	13

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างดินในอ่าวคุ้งกระเบน	5
2	เครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดินใต้ท้องน้ำ (Grab Sampler) แบบ Ekman Dredge	6
3	ตารางมาตรฐานสำหรับใช้ประเมินประเภทของเนื้อดิน (บุญชม และคณะ, 2526)	16

ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็ม
เพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งต่อคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน
ระหว่างปี 2555 – 2557

เพ็ญแข คุณาวงค์เดช* ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ ปิยชาติ ศรีศักดิ์ดา
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณภาพดินอ่าวคุ้งกระเบน โดยตรวจคุณภาพดินบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน (ตั้งแต่คลองรับน้ำทิ้ง ชายฝั่งป่าชายเลนที่ระยะ 0 ม., 500 ม., 1000 ม. ไปจนถึง ปากอ่าวคุ้งกระเบน) 3 ครั้งต่อปี ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 เพื่อให้ทราบ 1) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน ตั้งแต่คลองรับน้ำทิ้งไปจนถึงปากอ่าวคุ้งกระเบน 2) เพื่อเปรียบเทียบการจัดการคลองรับน้ำทิ้งในช่วงปีก่อนขุดลอกเลน ระหว่างขุดลอกเลน และหลังขุดลอกเลน 3) เพื่อศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficients) ของดัชนีต่างๆในดินอ่าวคุ้งกระเบนกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินพบว่าดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมีปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Matter และ BOD_5^{20}) และปริมาณธาตุอาหาร (Total nitrogen และ Available phosphorus) สูงกว่าบริเวณอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งในช่วงปีก่อนขุดลอกเลน ระหว่างขุดลอกเลน และหลังขุดลอกเลนในคลองรับน้ำทิ้ง พบว่าคุณภาพดินหลังขุดลอกเลนมีคุณภาพดีขึ้น คือความเป็นกรด-ด่างของดินสูงขึ้น Total nitrogen, Available phosphorus และ BOD_5^{20} ลดลง อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพดินกับระยะทางที่ห่างจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้งด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าคุณภาพดินทุกพารามิเตอร์ (ยกเว้น pH และ ทรายแป้ง) มีค่าสัมพันธ์ผกผันกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง ส่วน pH และ ทรายแป้ง มีค่าสัมพันธ์โดยตรงกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง

คำสำคัญ: คุณภาพดิน อ่าวคุ้งกระเบน น้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ ชลประทานน้ำเค็ม

*ผู้รับผิดชอบ: งานประมง, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ หมู่ 4 ต.คลองขุด อ.ท่าใหม่
จ.จันทบุรี 22120 โทร 039-433216-8 โทรสาร 039-433209 E-mail: k_phenkae@yahoo.com

Effect of Discharged Water from Aquaculture in Sea Water Irrigation System for Coastal Aquaculture on Soil Quality in Kung Krabaen Bay during Year 2012-2014

Phenkae Kunawongdet* Prachuab Leeruksakiat and Piyachat Srisakda
Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre

Abstract

Soil quality in Kung Krabaen Bay was investigated along a transect from the discharge canal, 0 m., 500 m. and 1000 m. from mangrove forest coastline and bay gate three times a year from 2012 to 2014 in order to 1) compare soil quality at each station in the bay from discharge canal to mouth of the bay, 2) compare soil quality in the discharge canal during the year before sediment removal, during sediment removal and after sediment removal. And 3) establish correlation coefficients between soil quality parameters and distance from the point of origin. The result of comparing soil quality at each station showed that sediments in the discharge canal had the highest amount of organic matter and BOD₅²⁰ and the highest amount of nutrients (total nitrogen and available phosphorus). The comparison of soil quality during the year between before, during and after sediment removal showed that after sediment removal soil quality was better than before sediment removal; pH and carbon-nitrogen ratio (C/N) increased, total nitrogen, available phosphorus and BOD₅²⁰ decreased. And the result of coefficients comparing soil quality and distance from point of discharge showed that soil quality parameters (except pH and silt) were directly negative correlated with distance but soil pH and silt were directly positive correlated with distance.

Key words: soil qualities, Kung Krabaen Bay, discharged water, seawater irrigation

*Corresponding author: Fisheries unit, Kung Krabaen Bay Royal Development Study Center Moo 4,
Klong Kud Subdistrict, Thamai District, Chanthaburi Province 22120
Tel 039-433216-8 Fax 039-433209 E-mail: k_phenkae@yahoo.com

ความนำ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ ได้น้อมนำแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหาจักรีบรมราชูปถัมภ์ จักรีนฤพดินทร สยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร มาเป็นแนวทาง โดยการ ส่งเสริมพัฒนาอาชีพด้านการประมงและการเกษตร เพื่อให้ราษฎรพึ่งตนเองได้และมีฐานะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ตลอดจนอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอย่างยั่งยืน รวมทั้งพัฒนาสู่การท่องเที่ยวเชิงพัฒนา เนื่องจากพื้นที่ชายฝั่งอ่าวคุ้งกระเบนเป็นพื้นที่ป่าชายเลนเสื่อมโทรมที่ไม่สามารถพัฒนาเป็นพื้นที่การเกษตรอื่นได้แล้วนอกจากใช้เป็นพื้นที่พัฒนาอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งซึ่งเป็นอาชีพที่ได้รับความสนใจของราษฎรในพื้นที่ การพัฒนาอาชีพนี้จะช่วยให้ราษฎรในพื้นที่สามารถหารายได้พึ่งตนเองและมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมทั้งมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์และปลูกป่าชายเลนบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ดังนั้นศูนย์ฯ จึงได้ขออนุญาตใช้พื้นที่ป่าสงวนเสื่อมโทรมรอบอ่าวคุ้งกระเบนประมาณ 1,650 ไร่ โดยแบ่งพื้นที่เป็น (1) พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง 104 แปลง จำนวน 728 ไร่ เพื่อให้ราษฎร 113 ครอบครัว ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่ส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (2) พื้นที่อนุรักษ์ป่าชายเลนรอบอ่าว ประมาณ 610 ไร่ และ (3) พื้นที่บ่อสาธิต พื้นที่ปลูกป่าชายเลนเพื่อการฟื้นฟู และพื้นที่ด้านสาธารณูปโภคต่างๆ อีก 312 ไร่ (สำนักงาน กปร., 2542)

ในอดีตการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งรอบอ่าวคุ้งกระเบน มีคลองน้ำเข้า และคลองระบายน้ำที่ไหลลงอ่าวคุ้งกระเบนในคลองเดียวกัน ทำให้การจัดการเรื่องโรคสัตว์น้ำมีแนวโน้มเป็นไปได้ยาก และการใช้พื้นที่เพื่อการเลี้ยงกุ้งในอ่าวคุ้งกระเบนเพิ่มขึ้น รวมทั้งระบบการเลี้ยงเป็นแบบเลี้ยงหนาแน่น (intensive culture) ไปจนถึงเลี้ยงแบบหนาแน่นสูง (super-intensive culture) ซึ่งอาจอยู่ในระดับเกินความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ (Tookwinas, 1999) ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยกรมประมง ได้จัดตั้งโครงการนำร่องระบบชลประทานน้ำเค็มเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งขึ้นในปี พ.ศ. 2539 (บริษัท เทสโก้ จำกัด, 2540; กรมประมง, 2542) และเริ่มดำเนินการตั้งแต่ประมาณกลาง ปี พ.ศ. 2542 ซึ่งระบบชลประทานนี้ประกอบด้วยระบบส่งน้ำดีจากทะเลเปิด (บริเวณห่างจากชายฝั่งแหลมเสด็จประมาณ 350 เมตร) เข้าสู่โรงสูบน้ำซึ่งสามารถรับน้ำทะเลได้ประมาณ 4,650.00 ลบ.ม. และระบายน้ำส่งต่อไปด้วยเครื่องสูบน้ำกำลังสูงขนาด 200 แรงม้า จำนวน 8 เครื่อง แต่ละเครื่องระบายน้ำได้ 1.25 ลบ.ม. /วินาที โดยไหลผ่านไปตามแนวท่อส่งน้ำ HPDE เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.00 เมตร จำนวน 2 ท่อ ไปยังบ่อพักน้ำขนาด 3,000 ลบ.ม. เชื่อมต่อกับคลองส่งน้ำทะเลซึ่งเป็นคลองคอนกรีตที่มีความยาวประมาณ 8,820 เมตร เข้าสู่พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำรอบอ่าวคุ้งกระเบน โดยแรงโน้มถ่วงของโลก คลองส่งน้ำนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ (1)- คลองส่งน้ำสายหลัก (สาย M) มีความกว้าง 12 เมตร ยาวประมาณ 6,620 เมตร สำหรับรับน้ำ และจ่ายน้ำทะเลให้เกษตรกรในพื้นที่ส่วนบนของโครงการ (ด้านทิศเหนือ) (2)- คลองส่งน้ำสายกลาง (สาย IR) มีความกว้าง 8 เมตร ยาวประมาณ 1,620 เมตร สำหรับรับและจ่ายน้ำทะเลให้เกษตรกรในพื้นที่ส่วนกลางของโครงการทั้งหมด (ตอนกลางของทิศใต้) (3)- คลองส่งน้ำสายย่อย (สาย IR-IR) มีความกว้าง 5 เมตร ยาวประมาณ 580 เมตร สำหรับรับและจ่ายน้ำทะเลให้เกษตรกรในพื้นที่ตอนล่าง (ด้านทิศใต้) และ (4)- คลองส่งน้ำสายซอยแยกออกจากคลองส่งน้ำสายใหญ่ซึ่งเกษตรกรแต่ละรายจะดำเนินการเอง ในส่วนของระบบบำบัดน้ำทิ้งของโครงการเป็นการใช้ศักยภาพของธรรมชาติที่มีอยู่ เพื่อบำบัดคุณภาพน้ำ ประกอบด้วย (1)- บ่อกักเก็บเลนของเกษตรกร เพื่อตกตะกอนสารแขวนลอย ก่อนปล่อยเข้าสู่คลองรับน้ำทิ้งโครงการฯ (2)- คลองรับน้ำทิ้งอยู่บริเวณหลังป่าชายเลนซึ่งมีความยาวประมาณ 6 กิโลเมตร ขนานไปตามแนวป่าชายเลนในคลองมีการบำบัดทางชีวภาพโดยการส่งเสริมการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนเพื่อลดปริมาณแพลงก์ตอนและเพื่อให้ตะกอนในน้ำมีการตกตะกอน มีระบบเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศ ขนาด 2 แรงม้า จำนวน 24 ชุด หลังจากนั้นน้ำจะไหลผ่านป่าชายเลนฟื้นฟู 690 ไร่ และป่าชายเลนอนุรักษ์ 610 ไร่ และไหลลงสู่กลางอ่าวคุ้งกระเบนซึ่งมีพื้นที่หญ้าทะเล 690 ไร่ ต่อจากนั้นจึงไหลออกจากปากอ่าวคุ้งกระเบน (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อัน

เนื่องจากพระราชดำริ, 2545) และในปี พ.ศ. 2542 ได้มีการจัดตั้งจดทะเบียน “กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์น้ำอ่าวคุ้งกระเบน ด้วยระบบชลประทานน้ำเค็ม” กับเกษตรกรและสหกรณ์จังหวัดจันทบุรี นายทะเบียนกลุ่มเกษตรกรประจำจังหวัดจันทบุรี

จากสภาวการณ์ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2544 อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลของไทยประสบปัญหาด้านการผลิต เช่น พื้นที่ไม่เหมาะสม ปัญหาการเลี้ยง การจัดการฟาร์มไม่เหมาะสม พันธุ์กุ้งมีคุณภาพไม่ดี เกิดปัญหาโรคระบาดกุ้ง และต้นทุนการผลิตสูง รวมทั้งปัญหาด้านการตลาดผลผลิตส่วนใหญ่ถึง 95 % ส่งออกไปยังต่างประเทศประสบปัญหาการตลาดชะลอตัว อันเนื่องมาจากพบสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวกุ้งเกินกว่ามาตรฐานกำหนด กรมประมงจึงมีมาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการพัฒนาระบบการเลี้ยงกุ้งคุณภาพตามแนวทางของ GAP (Good Aquaculture Practice) คือ มีผลผลิตกุ้งที่ได้มาจากการเลี้ยงที่มาจากระบบและการจัดการสุขอนามัยของฟาร์มที่ดี เพื่อให้การรับรองฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลให้กับเกษตรกรรายย่อย โดยจุดประสงค์หลักของมาตรฐาน คือ ให้ทุกฟาร์มสามารถเข้าสู่มาตรฐานได้ และเป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงที่ถูกสุขลักษณะไม่มีสารเคมีหรือสารปฏิชีวนะตกค้างในผลผลิตกุ้ง นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานไปสู่การพัฒนาฟาร์มที่มีศักยภาพให้เข้าสู่ระบบการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลคุณภาพอย่างยั่งยืน หรือ CoC (Code of Conduct) คือ มีผลผลิตกุ้งที่ได้มาจากการเลี้ยงที่มีการจัดการระบบที่มีมาตรฐานสูงจนได้ผลผลิตกุ้งที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนมาจากกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตกุ้งที่ไม่มีสารตกค้างของยาปฏิชีวนะในกลุ่มดังกล่าว (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, 2546ก, ข) ซึ่งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ ได้รับนโยบายของกรมประมงมาส่งเสริมให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ประมาณกลางปี พ.ศ. 2545 หลังจากนั้นกลางปี พ.ศ. 2548 กรมประมงได้กำหนดมาตรฐาน GAP สัตว์น้ำอื่นๆ ได้แก่ หอยแครง หอยแมลงภู่ หอยเป่าฮื้อ หอยนางรม ปลาทะเล ปูม้า และปูทะเล เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลี้ยงสัตว์น้ำข้างต้นให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพถูกสุขอนามัย (ศูนย์ประสานงานโครงการ Sea Food Bank, 2548; สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, 2548) นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ชลประทานน้ำเค็มอ่าวคุ้งกระเบนเกือบทุกรายเข้าร่วมเลี้ยงสัตว์น้ำภายใต้มาตรฐาน GAP

ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงผลของการจัดการระบบชลประทานน้ำเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบนเป็นไปทางด้านดีหรือด้านลบและเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอ่าวคุ้งกระเบน

วัตถุประสงค์

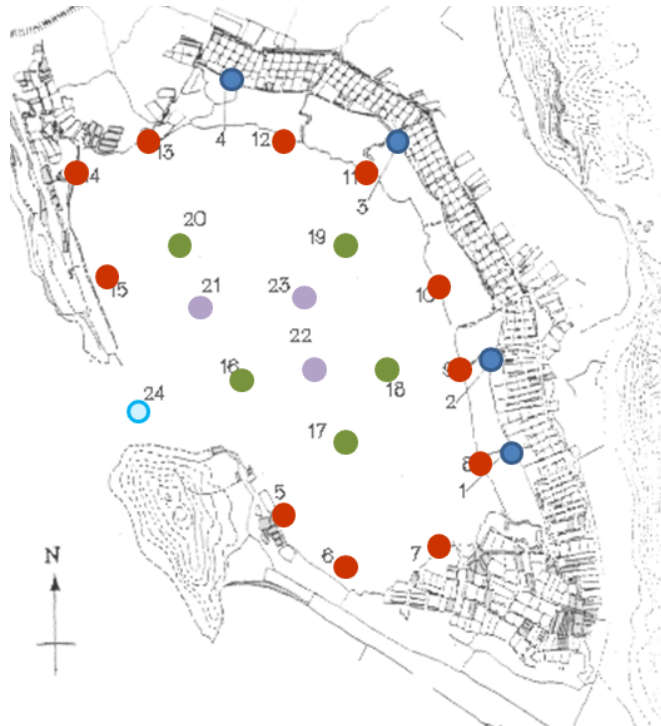
1. เพื่อศึกษาคุณภาพดินตั้งแต่คลองรับน้ำทิ้งไปจนถึงปากอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี 2555-2557
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพดินบริเวณคลองน้ำทิ้งในช่วงปีก่อนขุดลอกเลน ระหว่างขุดลอกเลน และหลังขุดลอกเลนในคลองน้ำทิ้ง
3. เพื่อศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficients) ของคุณภาพดินในดินอ่าวคุ้งกระเบนกับระยะทาง (สถานที่)

วิธีดำเนินการ

1. พื้นที่และระยะเวลาการศึกษา

ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในเดือนมกราคม พฤษภาคม และ กันยายน บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ตั้งแต่คลองรับน้ำทิ้ง (มี 4 สถานี), บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน 0 เมตร (มี 11 สถานี), บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน

500 เมตร (มี 5 สถานี), บริเวณท่าฝึ่งป่าชายเลน 1,000 เมตร (มี 3 สถานี) จนถึง บริเวณปากอ่าว (มี 1 สถานี) รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างตามภาพที่ 1 ระยะเวลาเก็บข้อมูลตั้งแต่ มกราคม 2555 – ธันวาคม 2557



จุดเก็บตัวอย่างดินในอ่าวคังกระเบน

แบ่งออกเป็น 5 Zones

- 1. คลองน้ำทิ้ง = จุดที่ 1-4
- 2. 0 ม. = จุดที่ 5-15
- 3. 500 ม. = จุดที่ 16-20
- 4. 1000 ม. = จุดที่ 21-23
- 5. ปากอ่าว = จุดที่ 24

ภาพที่ 1 รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างดินในอ่าวคังกระเบน

2. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพดิน

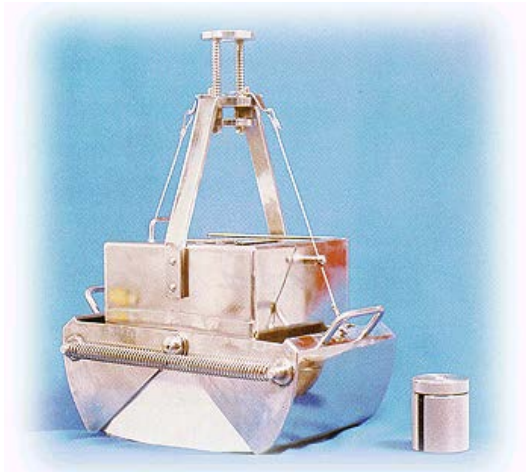
เก็บตัวอย่างตะกอนดินด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดินใต้ท้องน้ำ (Grab Sampler) แบบ Ekman Dredge ขนาด 6 x 6 x 6 นิ้ว ตามภาพที่ 2 ดินที่เก็บมาได้นี้แบ่งการเตรียมดินออกเป็น 1) เก็บเป็นดินเปียกประมาณ 7 กรัม เพื่อวิเคราะห์ BOD_5^{20} ในดิน และ 2) เก็บเป็นดินแห้ง โดยนำไปผึ่งแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง คัดเอาเปลือกหอยออก นำตัวอย่างดินไปบดเป็นเนื้อเดียวกันแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2x2 มิลลิเมตร แล้วนำดินที่เตรียมได้ข้างต้นมาวิเคราะห์ ดังนี้

ดินเปียกวิเคราะห์

- BOD_5^{20} (Biological oxygen demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน วิเคราะห์โดยวิธี 5 Day BOD Test at 20 °C (APHA, AWWA and WPCF, 1989; ยนต์และพรพันธ์, 2534) และใช้ Oxygen Meter ยี่ห้อ YSI รุ่น Model 51 B

ดินแห้งวิเคราะห์

- pH หรือ กรด-ด่างของดิน โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ HORIBA รุ่น F-22 (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)
- อินทรีย์คาร์บอนหรือ OC (Organic carbon), อินทรีย์วัตถุหรือ OM (Organic matter) ในดินตามวิธี Wet Oxidation (Jackson, 1958; Walkley and Black, 1934) (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)
- PO_4^{3-} (Available Phosphorus) ตามวิธี Murphy & Riley (ทัตนีย์ และคณะ, 2532; Murphy&Riley, 1962) (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)
- TN (Total Nitrogen) ตามวิธี Micro-Kjeldahl method (ทัตนีย์ และคณะ, 2532) ด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน ยี่ห้อ VELP รุ่น UDK (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)
- เนื้อดิน (Soil texture) ตามวิธี Hydrometer method (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965)



ภาพที่ 2 เครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดินใต้ท้องน้ำ (Grab Sampler) แบบ Ekman Dredge

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพดินแต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละสถานี (ระยะทาง) และแต่ละปี (เวลา) ด้วยวิธีหาค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficients) ของดัชนีต่างๆ ในดินอ่าวคุ้งกระเบนกับระยะทาง (สถานี) โดยวิธี Pearson's Correlation Coefficients

4. การจัดการคลองรับน้ำทิ้งในระบบชลประทานน้ำเค็มอ่าวคุ้งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557

ข้อมูลการจัดการคลองรับน้ำทิ้งระบบชลประทานน้ำเค็มอ่าวคุ้งกระเบนช่วงปี พ.ศ. 2555-2557 (ตารางที่ 1) มีการจัดการแตกต่างกันในแต่ละปีนั้น นำมาใช้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในแต่ละปี เพื่อศึกษาผลของการขุดลอกตะกอนเลนออกจากคลองรับน้ำทิ้ง การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ

ตารางที่ 1 การจัดการคลองรับน้ำทิ้ง ระบบชลประทานน้ำเค็มอ่าวคุ้งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557

จัดการคลองรับน้ำทิ้ง	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557
เดินเครื่องเติมอากาศ 2 แรงม้า	ม.ค.-ธ.ค. (เก่า 17 ตัว)	ม.ค.-ก.พ. (เก่า 17 ตัว)	ต.ค.-ธ.ค. (ใหม่ 10 ตัว)
การเลี้ยงหอยนางรม	ไม่มี	ไม่มี	มี (พ.ย.-ธ.ค.)
ขุดลอกตะกอน	ไม่มี	มี.ค.-มิ.ย.	ไม่มี
กระแสไฟฟ้าบำบัดน้ำ (unit)	62,871.70	17,346.00	35,068.10
กระแสไฟฟ้าบำบัดน้ำ (บาท)	228,732.55	86,682.92	166,941.90

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน ตั้งแต่คลองรับน้ำทิ้งไปจนถึงปากอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 ดังนี้

pH (ความเป็นกรด-ด่าง) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี pH ต่ำสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือ

บริเวณ 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีค่า pH สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี พบว่า ทุกบริเวณในปี พ.ศ. 2555 มี pH ต่ำสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทุกบริเวณในปี พ.ศ. 2556 และ 2557

ตารางที่ 2 pH ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	7.2±0.17 ^{a n}	7.3±0.22 ^{a ข}	7.3±0.28 ^{a ข}	7.3±0.25 ^a
0 ม.	7.3±0.40 ^{a n}	7.7±0.38 ^{b ข}	7.7±0.26 ^{b ข}	7.6±0.36 ^b
500 ม.	7.8±0.15 ^{b n}	8.1±0.18 ^{c ข}	8.2±0.15 ^{c ข}	8.1±0.20 ^c
1,000 ม.	7.9±0.05 ^{b n}	8.1±0.08 ^{c ข}	8.1±0.23 ^{c ข}	8.1±0.19 ^c
ปากอ่าว	7.8±0.06 ^{b n}	8.2±0.11 ^{c ข}	8.1±0.10 ^{c ข}	8.1±0.15 ^c
ค่ามาตรฐาน	pH ของดิน ไม่น้อยกว่า 5.6			

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

OM (อินทรีย์วัตถุ) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี OM สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณ 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีค่า OM ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง พบว่า ทั้ง 3 ปี ค่า OM มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ 0 ม. ในปี พ.ศ. 2555 มี OM สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OM พ.ศ. 2556 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ OM พ.ศ. 2557 บริเวณ 500 ม. พบว่า ทั้ง 3 ปี OM มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ 1,000 ม. ในปี พ.ศ. 2555 มี OM สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OM พ.ศ. 2556 และ 2557 บริเวณ ปากอ่าว ในปี พ.ศ. 2555 มี OM สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OM พ.ศ. 2556 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ OM พ.ศ. 2557

ตารางที่ 3 อินทรีย์วัตถุ (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	4.0±1.75 ^b	4.8±2.53 ^c	3.6±1.78 ^c	4.1±2.12 ^c
0 ม.	1.7±1.15 ^{a ข}	1.2±0.58 ^{b n}	1.5±0.67 ^{b กข}	1.4±0.75 ^b
500 ม.	0.6±0.26 ^a	0.5±0.25 ^a	0.6±0.36 ^a	0.6±0.31 ^a
1,000 ม.	0.6±0.27 ^{a ข}	0.3±0.08 ^{a n}	0.4±0.32 ^{a n}	0.4±0.26 ^a
ปากอ่าว	0.7±0.30 ^{a ข}	0.3±0.12 ^{a n}	0.5±0.32 ^{a กข}	0.5±0.27 ^a
ค่ามาตรฐาน	ไม่มากกว่า 3 %			

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

OC (อินทรีย์คาร์บอน) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทั้งมี OC สูงสุด มีค่าอย่างแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณ 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีค่า OC ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทั้ง พบว่า ทั้ง 3 ปี ค่า OC มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ 0 ม. ในปี พ.ศ. 2555 มี OC สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OC พ.ศ. 2556 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ OC พ.ศ. 2557 บริเวณ 500 ม. พบว่า ทั้ง 3 ปี OC มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ 1,000 ม. ในปี พ.ศ. 2555 มี OC สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OC พ.ศ. 2556 และ 2557 บริเวณปากอ่าว ในปี พ.ศ. 2555 มี OC สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ OC พ.ศ. 2556 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ OC พ.ศ. 2557

ตารางที่ 4 อินทรีย์คาร์บอน (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทั้ง	2.3±1.02 ^b	2.8±1.47 ^c	2.1±1.03 ^c	2.4±1.24 ^c
0 ม.	1.0±0.67 ^{a ๗}	0.7±0.33 ^{b ๗}	0.9±0.39 ^{b ๗}	0.8±0.44 ^b
500 ม.	0.4±0.15 ^a	0.3±0.14 ^a	0.3±0.21 ^a	0.3±0.18 ^a
1,000 ม.	0.4±0.16 ^{a ๗}	0.2±0.04 ^{a ๗}	0.2±0.19 ^{a ๗}	0.2±0.15 ^a
ปากอ่าว	0.4±0.18 ^{a ๗}	0.2±0.07 ^{a ๗}	0.3±0.18 ^{a ๗}	0.3±0.16 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (๗-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

TN (ไนโตรเจนรวม) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทั้งมี TN สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณ 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีค่า TN ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทั้ง พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มี TN สูงกว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ TN พ.ศ. 2557 บริเวณ 0 ม. ในปี พ.ศ. 2555 มี TN สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ TN พ.ศ. 2556 และ 2557 บริเวณ 500 ม. และ 1,000 ม. พบว่าทั้ง 3 ปี TN มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ ปากอ่าว ในปี พ.ศ. 2557 มี TN สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ TN พ.ศ. 2556 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ TN พ.ศ. 2555

ตารางที่ 5 TN (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทั้ง	0.137±0.0464 ^{b ๗}	0.157±0.0700 ^{b ๗}	0.076±0.0488 ^{c ๗}	0.116±0.0682 ^c
0 ม.	0.040±0.0241 ^{a ๗}	0.034±0.0154 ^{a ๗}	0.030±0.0134 ^{b ๗}	0.033±0.0165 ^b
500 ม.	0.017±0.0053 ^a	0.019±0.0137 ^a	0.016±0.0118 ^a	0.017±0.0119 ^a
1,000 ม.	0.014±0.0052 ^a	0.015±0.0038 ^a	0.013±0.0069 ^a	0.014±0.0056 ^a
ปากอ่าว	0.021±0.0093 ^{a ๗}	0.014±0.0040 ^{a ๗}	0.023±0.0057 ^{ab ๗}	0.019±0.0069 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (๗-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C/N (สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน) ของดินในอ่าวคู้กระเบน (ตารางที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า ดินบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 500 ม. มี C/N สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณ 1,000 ม. และ ปากอ่าว แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง และ บริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มี C/N ต่ำกว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ C/N พ.ศ. 2557 ส่วนบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. 1,000 ม. และ บริเวณ ปากอ่าวพบว่าทั้ง 3 ปี C/N มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 6 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของดินในอ่าวคู้กระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	16.4±3.59 ⁿ	17.3±3.93 ⁿ	33.2±17.27 ^{abข}	24.7±14.59 ^{ab}
0 ม.	29.0±20.26	37.5±71.54	31.6±16.90 ^{ab}	33.4±45.91 ^{ab}
500 ม.	21.5±7.75	41.9±65.38	49.7±77.40 ^b	42.3±66.68 ^b
1,000 ม.	25.7±7.78	13.7±3.88	24.8±35.43 ^a	20.5±24.46 ^a
ปากอ่าว	19.8±4.50	14.7±5.26	14.7±15.15 ^a	15.5±10.60 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

PO_4^{3-} (Available phosphorus) ของดินในอ่าวคู้กระเบน (ตารางที่ 7) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี PO_4^{3-} สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณ 0 ม. 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมี PO_4^{3-} ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง และ บริเวณ 0 ม. พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 มี PO_4^{3-} สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปีอื่นๆ รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2557 และ ปี พ.ศ. 2556 มี PO_4^{3-} ต่ำสุด บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และ ปากอ่าวในปี พ.ศ. 2555 มี PO_4^{3-} สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ PO_4^{3-} พ.ศ. 2556 และ 2557

ตารางที่ 7 PO_4^{3-} (mg/kg ดินแห้ง) ของดินในอ่าวคู้กระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	91.9±16.30 ^{bค}	58.0±3.90 ^{cก}	64.8±8.56 ^{bข}	66.5±14.52 ^b
0 ม.	69.0±11.26 ^{aค}	50.8±3.94 ^{aก}	56.8±10.40 ^{aข}	56.5±10.60 ^a
500 ม.	73.4±7.61 ^{aข}	54.9±9.58 ^{bcก}	56.4±3.83 ^{aก}	58.4±9.56 ^a
1,000 ม.	72.9±7.84 ^{aข}	53.8±6.38 ^{abก}	55.7±3.28 ^{aก}	57.5±8.49 ^a
ปากอ่าว	74.4±12.94 ^{aข}	52.9±6.51 ^{abก}	59.6±3.50 ^{aก}	59.1±9.57 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

BOD_5^{20} (ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์) ของดินในอ่าวคู้กระเบน (ตารางที่ 8) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี BOD_5^{20} สูงสุด มีค่า

แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณ 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีค่า BOD_5^{20} ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทั้ง พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มี BOD_5^{20} สูงกว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ BOD_5^{20} พ.ศ. 2557 บริเวณ 0 ม. และ 500 ม. พบว่าทั้ง 3 ปี BOD_5^{20} มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) บริเวณ 1,000 ม. พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 มี BOD_5^{20} สูงสุด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ BOD_5^{20} พ.ศ. 2555 และ 2557 บริเวณ ปากอ่าว พบว่าทั้ง 3 ปี BOD_5^{20} มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 8 BOD_5^{20} (mg/g ดินแห้ง) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทั้ง	3.1±1.40 ^{b ๗}	3.5±1.51 ^{c ๗}	2.1±1.09 ^{c ๗}	2.8±1.45 ^c
0 ม.	1.1±0.68 ^a	0.9±0.39 ^b	0.9±0.37 ^b	0.9±0.44 ^b
500 ม.	0.4±0.17 ^a	0.5±0.41 ^{ab}	0.5±0.22 ^a	0.5±0.31 ^a
1,000 ม.	0.3±0.13 ^{a ๗}	0.5±0.18 ^{a ๗}	0.3±0.12 ^{a ๗}	0.4±0.16 ^a
ปากอ่าว	0.4±0.06 ^a	0.5±0.19 ^{ab}	0.4±0.16 ^a	0.4±0.16 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (๗-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดินเหนียว (Clay) ในองค์ประกอบเนื้อดิน (soil texture) อ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า เนื้อดินบริเวณคลองรับน้ำทั้งมีดินเหนียวสูงสุดมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณ 0 ม. 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีดินเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี พบว่าทุกบริเวณในแต่ละปีมีดินเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 9 ดินเหนียว (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทั้ง	6.7±3.77 ^b	8.2±3.90 ^b	8.3±3.48 ^b	8.0±3.68 ^b
0 ม.	4.1±2.00 ^a	4.6±2.64 ^a	4.1±2.35 ^a	4.3±2.42 ^a
500 ม.	4.0±1.69 ^a	3.5±2.36 ^a	4.2±2.33 ^a	3.9±2.26 ^a
1,000 ม.	4.1±1.54 ^a	3.4±2.60 ^a	4.1±2.40 ^a	3.8±2.37 ^a
ปากอ่าว	2.4±1.08 ^a	4.2±2.33 ^a	3.5±2.24 ^a	3.6±2.15 ^a

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (๗-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ทรายแป้ง (Silt) ในองค์ประกอบเนื้อดิน (soil texture) อ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 10) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า เนื้อดินบริเวณคลองรับน้ำทั้งมีทรายแป้งสูงสุดแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณ 0 ม. 500 ม. 1,000 ม. และปากอ่าวมีทรายแป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทั้ง 0 ม. 500 ม. และ 1,000 ม. พบว่าในแต่ละปีมีทรายแป้งไม่

แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) บริเวณปากอ่าว พบว่าในปี พ.ศ. 2555 และ 2557 มีทรายแป้งมากกว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณทรายแป้งในปี พ.ศ. 2556

ตารางที่ 10 ทรายแป้ง (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	38.1±12.66	33.1±10.18 ^b	32.0±10.54 ^{ab}	33.4±10.82 ^b
0 ม.	26.6±14.36	25.7±14.05 ^{ab}	26.4±13.55 ^a	26.2±13.81 ^a
500 ม.	36.5±12.56	33.2±11.60 ^b	35.0±12.89 ^{bc}	34.5±12.27 ^b
1,000 ม.	39.4±10.28	40.8±6.74 ^c	41.8±8.06 ^c	41.0±7.83 ^c
ปากอ่าว	33.3±6.13 ^u	24.8±6.88 ^{a n}	48.8±1.37 ^{d u}	36.9±12.40 ^{bc}

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทราย (Sand) ในองค์ประกอบเนื้อดิน (soil texture) อ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 11) เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทางพบว่า เนื้อดินบริเวณ 0 ม. มีทรายสูงสุดแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณ 500 ม. มีทรายมากกว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับบริเวณ 0 ม. และ 1,000 ม. แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง และปากอ่าว ส่วนบริเวณ 1,000 ม. คลองรับน้ำทิ้ง และปากอ่าว มีปริมาณทรายต่ำสุดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปี บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง 0 ม. 500 ม. และ 1,000 ม. พบว่ามีปริมาณทรายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) บริเวณปากอ่าว พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มีปริมาณทรายมากกว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณทรายในปี พ.ศ. 2557

ตารางที่ 11 ทราย (%) ของดินในอ่าวคุ้งกระเบนระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557

สถานที่	2555	2556	2557	เฉลี่ย
คลองรับน้ำทิ้ง	55.2±12.59	58.7±11.75 ^a	59.7±12.04 ^b	58.6±11.96 ^{ab}
0 ม.	69.2±14.76	69.7±14.59 ^b	69.5±14.11 ^c	69.6±14.32 ^c
500 ม.	59.5±12.61	63.3±12.44 ^{ab}	60.8±13.09 ^b	61.6±12.72 ^b
1,000 ม.	56.5±9.10	55.7±7.62 ^a	54.1±7.18 ^{ab}	55.1±7.58 ^a
ปากอ่าว	64.2±7.17 ^u	71.0±8.05 ^{b u}	47.6±2.68 ^{a n}	59.5±12.59 ^{ab}

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (ตามระยะทาง) มีตัวอักษร (a-e) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (ตามแต่ละปี) มีตัวอักษร (ก-ค) ต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson พบว่า pH (ความเป็นกรด-ด่าง) และปริมาณทรายแป้ง (silt) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) คือเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งเลี้ยงเพิ่มขึ้น ค่า pH ของดิน และปริมาณทรายแป้งเพิ่มขึ้น โดย pH ของดินมีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.636 ส่วนปริมาณทรายแป้งมีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.248 สำหรับปริมาณ OC (อินทรีย์คาร์บอน), OM (อินทรีย์วัตถุ)

TN (ไนโตรเจนรวม), C/N (อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน), PO_4^{3-} (ฟอสเฟต), BOD_5^{20} (ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี), ปริมาณดินเหนียว (clay) และ ทราย (sand) มีความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) คือเมื่อระยะทางห่างจากแหล่งเลี้ยงเพิ่มขึ้น ปริมาณ OC, OM, TN, PO_4^{3-} , BOD_5^{20} , ดินเหนียว และทรายมีปริมาณลดลงโดยมีระดับความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ -0.630, -0.630, -0.570, -0.128, -0.604, -0.348 และ -0.165 ตามลำดับ ส่วน C/N มีความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ -0.029 (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดัชนีต่างๆในดินอ่าวคุ้งกระเบน โดยวิธี Pearson ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2557

	Station	pH	OC	OM	TN	C:N	PO_4^{3-}	BOD_5^{20}	Clay	Silt	Sand
Station	1	0.636**	-0.630**	-0.630**	-0.570**	-0.029	-0.128**	-0.604**	-0.348**	0.248**	-0.165**
pH	0.636**	1	-0.572**	-0.572**	-0.464**	-0.058	-0.233**	-0.516**	-0.274**	0.179**	-0.114*
OC	-0.630**	-0.572**	1	1.000**	0.886**	-0.003	0.308**	0.851**	0.442**	0.063	-0.155**
OM	-0.630**	-0.572**	1.000**	1	0.886**	-0.003	0.308**	0.851**	0.443**	0.063	-0.155**
TN	-0.570**	-0.464**	0.886**	0.886**	1	-0.182**	0.279**	0.869**	0.491**	0.093	-0.193**
C:N	-0.029	-0.058	-0.003	-0.003	-0.182**	1	-0.028	-0.042	-0.140**	-0.124*	0.150**
PO_4^{3-}	-0.128**	-0.233**	0.308**	0.308**	0.279**	-0.028	1	0.275**	0.064	0.249**	-0.253**
BOD_5^{20}	-0.604**	-0.516**	0.851**	0.851**	0.869**	-0.042	0.275**	1	0.423**	-0.020	-0.071
Clay	-0.348**	-0.274**	0.442**	0.443**	0.491**	-0.140**	0.064	0.423**	1	0.067	-0.278**
Silt	0.248**	0.179**	0.063	0.063	0.093**	-0.124*	0.249**	-0.020	0.067	1	-0.977**
Sand	-0.165**	-0.114*	-0.155**	-0.155**	-0.193**	0.150**	-0.253**	-0.071	-0.278**	-0.977**	1

* = ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพดินในอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งด้วยระบบชลประทานน้ำเค็ม พบว่าคุณภาพดินมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

pH ของดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและชีวเคมีของดิน เช่น pH ของดินมีความสัมพันธ์แบบผกผันกันกับค่า OM (ซินินทร์ และคณะ, 2544) pH ของดินที่เหมาะสมควรมีค่าไม่น้อยกว่า 5.6 จากการศึกษาค่า pH ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน (ตารางที่ 2) พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดิน กับ ระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวก คือเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 12) คือ ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งเป็นลำดับแรกมีค่า pH ต่ำสุด รองลงมาคือบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1000 ม. และปากอ่าวมีค่า pH สูงสุด สอดคล้องกับผลการศึกษาคงของ ซินินทร์ (2540); Tookwinas (2001); มะลิ และ คณะ (2545) ทั้งในช่วงก่อนและหลังการมีระบบชลประทานน้ำเค็ม

OM (ปริมาณอินทรีย์วัตถุ) และ OC (อินทรีย์คาร์บอน) ในดิน มีอิทธิพลต่อขบวนการเกือบทั้งหมดที่เกิดขึ้นด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวในดิน ซึ่งมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ชัยฤกษ์, 2536) โดย ชัยฤกษ์ (2536) ได้จัดระดับสารอินทรีย์ของดินโดยทั่วไปออกเป็นกลุ่มๆ (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบกับ OM ในอ่าวคุ้งกระเบน พบว่า บริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี OM (4.1 ± 2.12) สูง บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน 0 ม. มี OM

(1.4 ± 0.75) ค่อนข้างต่ำ บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน 500 ม. มี OM (0.6 ± 0.31) ต่ำ บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน 1,000 ม. มี OM (0.4 ± 0.26) ต่ำ และ บริเวณปากอ่าว มี OM (0.5 ± 0.27) ต่ำ แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของน้ำที่จากการเลี้ยงสัตว์น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ OM ในดินคลองรับน้ำที่แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง OM ในดินบริเวณฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. 1000 ม. และ บริเวณปากอ่าว จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่าปริมาณ OM ของดินในอ่าวคู้กระเบน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.52 ± 1.59 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินแห้ง และพบว่า บริเวณคลองรับน้ำที่มีค่าเฉลี่ย OM มากกว่า 3 % ส่วน OC ของดินในอ่าวคู้กระเบน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.884 ± 0.925 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทาง พบว่า บริเวณคลองรับน้ำที่มีค่า OM และ OC มากที่สุดแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ รองลงมาคือบริเวณห่างจากชายฝั่งป่าชายเลน 0 ม. มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณห่างจากชายฝั่งป่าชายเลน 500 ม. 1,000 ม. และ บริเวณปากอ่าวมีค่าต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson ระหว่างค่า OM และ OC ของดินกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำที่ (สถานที่) พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทาง (ตารางที่ 12) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชินินทร์ (2540); มะลิ และคณะ (2545); Tookwinas (2001) ซึ่ง พบว่าปริมาณ OM และ OC ของดินบริเวณคลองรับน้ำที่มีค่าสูงสุดและลดลงเมื่อระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบ OM และ OC แต่ละปีบริเวณคลองรับน้ำที่ (บริเวณคลองรับน้ำที่ ปี พ.ศ. 2555 ก่อนขุดลอกเลน และมีเครื่องเติมอากาศ ปี พ.ศ. 2556 ระหว่างขุดลอกเลนและไม่มีเครื่องเติมอากาศ และปี พ.ศ. 2557 หลังขุดลอกเลนแต่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ) พบว่า ทั้ง 3 ปี OC และ OM มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2557 OC และ OM มีค่าลดลง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการคลองรับน้ำที่โดยการขุดลอกตะกอนเลนช่วยส่งผลให้ OC และ OM ในคลองรับน้ำที่มีค่าลดลง และการมีเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำที่ไม่ได้มีผลให้ OC และ OM ของดินลดลง ส่วนบริเวณบริเวณ 0 ม. 1000 ม. และปากอ่าว พบว่า OC และ OM ในปี พ.ศ. 2555 มี OC และ OM สูงสุด และบริเวณ 500 ม. พบว่าทั้ง 3 ปี มี OC และ OM ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลง OC และ OM ในอ่าวคู้กระเบน นอกจากอิทธิพลจากน้ำที่แล้วยังเกิดจากความรุนแรงของคลื่นลมพายุสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปีในการพัดพาตะกอนจากนอกปากอ่าวในร่องน้ำลึกเข้าสู่ภายในอ่าวคู้กระเบน

ตารางที่ 13 ระดับสารอินทรีย์ของดินโดยทั่วไป

ระดับสารอินทรีย์ของดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0 – 1.5
ปานกลาง	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง	2.5 – 3.5
สูง	3.5 – 4.5
สูงมาก	> 4.5

ที่มา: ชัยฤกษ์ (2536)

TN ของดินในอ่าวคู้กระเบน (ตารางที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทาง พบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำที่ที่เป็นลำดับแรก จึงมีค่า TN สูงสุด รองลงมาคือบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. ส่วน บริเวณ 500 ม. 1000 ม. และปากอ่าวมีค่า TN ต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson ระหว่างค่า TN ของดินกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำที่ (สถานที่) พบว่ามีค่าความสัมพันธ์

ผกผันกับระยะทาง (ตารางที่ 12) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณ OM และ OC ของดินในอ่าวคั้งกระเบน รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชนินทร์ (2540); มะลิ และคณะ (2545); Tookwinas (2001) ซึ่ง พบว่า TN บริเวณคลองรับน้ำทิ้งมีค่าสูงสุดและลดลงเมื่อระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ TN แต่ละปีบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง (บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง ปี พ.ศ. 2555 ก่อนขุดลอกเลน และมีเครื่องเติมอากาศ ปี พ.ศ. 2556 ระหว่างขุดลอกเลนและไม่มีเครื่องเติมอากาศ และปี พ.ศ. 2557 หลังขุดลอกเลนแต่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ) พบว่า TN ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มีค่าสูงกว่า ปี พ.ศ. 2557 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการคลองรับน้ำทิ้งโดยการขุดลอกตะกอนเลนช่วยส่งผลให้ TN ในคลองรับน้ำทิ้งมีค่าลดลง และการมีเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำทิ้งไม่ได้มีผลให้ TN ของดินลดลง ส่วนบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. พบว่า TN ในปี พ.ศ. 2555 มี TN สูงสุด และบริเวณ 500 ม. 1000 ม. พบว่าทั้ง 3 ปี มี TN ไม่แตกต่างกัน ส่วนบริเวณปากอ่าว พบว่าในปีพ.ศ. 2557 มี TN สูงกว่าปี พ.ศ. 2556 แต่มี TN ไม่แตกต่างกับปี พ.ศ. 2555 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลง TN ในอ่าวคั้งกระเบน นอกจากอิทธิพลจากน้ำทิ้งแล้วยังเกิดจากความรุนแรงของคลื่นลมพายุสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปี ซึ่งพัดพาตะกอนจากนอกปากอ่าวในร่องน้ำลึกเข้าสู่ภายในอ่าวคั้งกระเบน ทำให้แต่ละปี ค่า TN บริเวณปากอ่าว และในอ่าวมีค่าเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากค่า TN บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณปากอ่าว คั้งกระเบน ในปี พ.ศ. 2557 และ 2556 มีปริมาณสูงกว่า ปี พ.ศ. 2555 ตามลำดับ (เพ็ญแข และคณะ, 2560) และสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณตะกอนในอ่าวคั้งกระเบนของ ประจวบ และเพ็ญแข (2561)

สุนทร (2554) อ้างตาม Brady and Well (1999) และ Singer and Munns (2002) ได้อธิบายว่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทมากที่สุดที่แสดงอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ หากเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่า C/N เท่ากับ 8/1 หมายความว่าประกอบด้วยปริมาณคาร์บอน 8 ส่วน ต่อไนโตรเจน 1 ส่วน เนื่องจากเซลล์จุลินทรีย์ใช้สารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการย่อยสลายในการสร้างเป็นองค์ประกอบของเซลล์เพียง 1/3 ของทั้งหมด ปริมาณคาร์บอนอีก 2/3 จะถูกย่อยสลายเป็นแก๊สในกระบวนการหายใจ ดังนั้น อาหารที่จุลินทรีย์ใช้ได้จึงควรมี C/N อยู่ที่ประมาณ 24/1 หาก C/N ของอินทรีย์วัตถุที่ใส่ในดินมีค่าสูงกว่าประมาณ 24/1 จุลินทรีย์จะต้องดูดไนโตรเจนส่วนที่ไม่เพียงพอจากดินรอบข้าง ดังนั้นจึงเกิดแนวทางปฏิบัติว่าให้ใช้ระดับของ C/N ของอินทรีย์วัตถุที่ไม่สูงกว่าประมาณ 20 เป็นดัชนีคาดเดาความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากแหล่งอินทรีย์วัตถุ แสดงว่า C/N ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ดินนั้นมีการย่อยสลายสูง แต่ถ้า C/N มากกว่า 20 ดินนั้นมีการย่อยสลายต่ำ จากการศึกษา C/N ของดินในอ่าวคั้งกระเบน ปี พ.ศ. 2555 และ 2556 (ก่อนขุดลอกเลนและระหว่างขุดลอกเลนในคลองรับน้ำทิ้ง) ตั้งแต่บริเวณคลองรับน้ำทิ้งไปจนถึงปากอ่าว มี C/N ไม่แตกต่างกัน คือดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง และปากอ่าวมีการย่อยสลายสูง แต่ดินในปี พ.ศ. 2557 (หลังขุดลอกเลนในคลองรับน้ำทิ้ง) พบว่าดินบริเวณ คลองรับน้ำทิ้ง บริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. และ 500 ม. มี C/N ดินสูงกว่าดินบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 1000 ม. และปากอ่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการขุดลอกเลนออกจากคลองรับน้ำทิ้งช่วยให้ C/N สูงขึ้น คือดินมีการย่อยสลายต่ำลง โดย C/N บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง บริเวณห่างฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. 1,000 ม. และ บริเวณปากอ่าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.7, 33.4, 42.3, 20.5 และ 15.5 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของ C/N ตามระยะทางโดยหาค่าความสัมพันธ์แบบ Pearson พบว่า C/N มีความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอัตราการย่อยสลายที่เพิ่มขึ้นของค่า C/N ไม่ได้มาจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งรอบอ่าวเท่านั้นแต่ได้รับอิทธิพลจากตะกอนนอกอ่าวเนื่องจากตะกอนปากอ่าวมีค่า C/N สูงกว่าบริเวณกลางอ่าว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของชนินทร์ (2540); มะลิ และคณะ (2545); Tookwinas (2001)

ปริมาณ PO_4^{3-} ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557 เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทาง พบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นลำดับแรก จึงมีค่า PO_4^{3-} สูงสุด ส่วนบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. 1000 ม. และปากอ่าวมีค่า PO_4^{3-} ลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson ระหว่างค่า PO_4^{3-} ของดินกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทาง (ตารางที่ 12) รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชนินทร์ (2540); มะลิ และคณะ (2545); Tookwinas (2001) ซึ่ง พบว่า PO_4^{3-} บริเวณคลองรับน้ำทิ้งมีค่าสูงสุดและลดลงเมื่อระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้งห่างไกลมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ PO_4^{3-} แต่ละปีบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง (บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง ปี พ.ศ. 2555 ก่อนขุดลอกเลน และมีเครื่องเติมอากาศ, ปี พ.ศ. 2556 ระหว่างขุดลอกเลนและไม่มีเครื่องเติมอากาศ และปี พ.ศ. 2557 หลังขุดลอกเลนแต่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ) พบว่า PO_4^{3-} ในปี พ.ศ. 2555 มีค่าสูงกว่า ปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการคลองรับน้ำทิ้งโดยการขุดลอกตะกอนเลนช่วยส่งผลให้ PO_4^{3-} ในคลองรับน้ำทิ้งมีค่าลดลง และการมีเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำทิ้งไม่ได้มีผลให้ PO_4^{3-} ของดินลดลง ส่วนบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. บริเวณ 500 ม. 1000 ม. และ บริเวณปากอ่าว พบว่า ปี พ.ศ. 2555 ดินมีปริมาณ PO_4^{3-} สูงกว่า ดินในปี พ.ศ. 2556 และ 2557

ค่า BOD_5^{20} ของดินในอ่าวคุ้งกระเบน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2557 เมื่อเปรียบเทียบตามระยะทาง พบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งเป็นลำดับแรก จึงมีค่า BOD_5^{20} สูงสุด ส่วนบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. 1000 ม. และปากอ่าวมีค่า PO_4^{3-} ลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson ระหว่างค่า BOD_5^{20} ของดินกับระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้ง (สถานที่) พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทาง (ตารางที่ 12) รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชนินทร์ (2540); มะลิ และคณะ (2545); Tookwinas (2001) ซึ่ง พบว่า BOD_5^{20} บริเวณคลองรับน้ำทิ้งมีค่าสูงสุดและลดลงเมื่อระยะทางจากแหล่งปล่อยน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ BOD_5^{20} แต่ละปีบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง (บริเวณคลองรับน้ำทิ้ง ปี พ.ศ. 2555 ก่อนขุดลอกเลน และมีเครื่องเติมอากาศ ปี พ.ศ. 2556 ระหว่างขุดลอกเลนและไม่มีเครื่องเติมอากาศ และปี พ.ศ. 2557 หลังขุดลอกเลนแต่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ) พบว่า BOD_5^{20} ในปี พ.ศ. 2555 และ 2556 มีค่าสูงกว่า ปี พ.ศ. 2557 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการคลองรับน้ำทิ้งโดยการขุดลอกตะกอนเลนช่วยส่งผลให้ BOD_5^{20} ในคลองรับน้ำทิ้งมีค่าลดลง และการมีเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำทิ้งไม่มีผลให้ BOD_5^{20} ของดินลดลง

องค์ประกอบเนื้อดินอ่าวคุ้งกระเบน ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย (ตารางที่ 9, 10 และ 11) เมื่อเทียบกับตารางมาตรฐานสำหรับใช้ประเมินประเภทของเนื้อดิน (ภาพที่ 3) พบว่า

- คลองรับน้ำทิ้งมี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 8.0 % 33.4% และ 58.6 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam
- 0 ม. มี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 4.3 % 26.2 % และ 69.6 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam
- 500 ม. มี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 3.9 % 34.5 % และ 61.6 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam
- 1000 ม. มี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 3.8 % 41.0 % และ 55.1 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam
- ปากอ่าว มี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 3.6 % 36.9 % และ 59.5 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam

เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อดินในบ่อเลี้ยงกุ้งมี ดินเหนียว ทรายแป้ง และ ทราย 10.0 ± 4.3 % 33.3 ± 13.8 % และ 56.7 ± 4.2 % ตามลำดับ จัดเป็น Sandy-Loam (Tookwinas, 2001) ซึ่งจัดเป็นเนื้อดินในกลุ่มเดียวกับเนื้อดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้ง และในอ่าวคุ้งกระเบน เมื่อเปรียบเทียบดินเหนียวในเดือน มิถุนายน-กันยายน พ.ศ.

สรุปผลการวิจัย

จากผลคุณภาพดินในคลองรับน้ำทิ้งและในอ่าวคุ้งกระเบน พบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งมี pH ต่ำ (แต่อยู่ในเกณฑ์ปกติ) ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ (OM, OC และ BOD₅²⁰) และ ปริมาณธาตุอาหาร (TN และ PO₄³⁻) มีค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพดินตามระยะทางจากแหล่งรับน้ำทิ้ง (คลองรับน้ำทิ้ง) ไปจนถึงปากอ่าว พบว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นดินบริเวณห่างจากฝั่งป่าชายเลน 0 ม. 500 ม. และ 1,000 ม. มี pH เพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์ และ ปริมาณธาตุอาหาร ลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดตั้งระบบชลประทานน้ำเค็มโดยมีคลองส่งน้ำดีแยกออกมาจากคลองรับน้ำทิ้ง และมีการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำภายใต้มาตรฐาน GAP (การเลี้ยงกุ้งคุณภาพตามแนวทาง Good Aquaculture Practice) มีส่วนช่วยให้มีการจัดการบำบัดน้ำทิ้งและตะกอนในคลองรับน้ำทิ้งได้ดีขึ้น รวมทั้งป่าชายเลนช่วยในการตกตะกอนของน้ำทิ้งจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำรอบอ่าวคุ้งกระเบน ทำให้ลดการแพร่กระจายของตะกอนสารอินทรีย์จากน้ำทิ้งไปสู่อ่าวคุ้งกระเบน ถึงแม้ว่าในปี 2555-2557 มีค่าเฉลี่ย ทราย 62.1±11.54 % ลดลงจาก ปี พ.ศ. 2537 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ทราย 79.46±8.67 % แต่เนื้อดินก็ยังจัดอยู่ในกลุ่ม Sandy-Loam ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อดินยังมีคุณสมบัติให้น้ำมีการเปลี่ยนถ่ายได้ดี รวมทั้งในคลองรับน้ำทิ้งได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทำให้ดินในช่วงน้ำลงได้สัมผัสอากาศเกิดขบวนการ oxidation การย่อยสลายสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ ทำให้ดินได้รับการบำบัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพดินก่อนขุดลอกตะกอน (ปี พ.ศ. 2555 และ 2556) กับหลังขุดลอกตะกอน (ปี พ.ศ. 2557) ในคลองรับน้ำทิ้ง พบว่า คุณภาพดินหลังขุดลอกตะกอนมีคุณภาพดีขึ้น คือค่า pH สูงขึ้น ค่า TN, PO₄³⁻ และ BOD₅ ลดลง ค่า C/N เพิ่มขึ้น และจากการเปรียบเทียบคุณภาพดินในคลองรับน้ำทิ้งในช่วงที่มีเครื่องเติมอากาศ (ปี พ.ศ. 2555) กับปีที่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ (ปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557) พบว่า ดินบริเวณคลองรับน้ำทิ้งในแต่ละปีมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการมีหรือไม่มีเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำทิ้งไม่มีผลทำให้คุณภาพดินแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาคุณภาพดินในคลองรับน้ำทิ้งในช่วงที่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ ให้นานขึ้นอีก 2-3 ปี เพราะเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายค่าใช้ไฟฟ้ากับการมีเครื่องบำบัดน้ำ (ตารางที่ 1) พบว่า ช่วงที่ไม่มีเครื่องเติมอากาศสามารถลดค่าใช้จ่ายประมาณ 6,469 unit/เดือน หรือ 29,030 บาท/เดือน และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพดินยังไม่สามารถชี้ให้เห็นชัดเจนถึงความจำเป็นหรือไม่ที่ต้องติดตั้งเครื่องเติมอากาศในคลองรับน้ำทิ้ง
2. เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ Available phosphorus ในดินอ่าวคุ้งกระเบน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2557 เป็นวิธีการเดียวกัน คือ ใช้สารละลายกรดสกัด Available phosphorus ในดิน ทำให้ปริมาณ PO₄³⁻ ที่วิเคราะห์ได้ ตามตารางที่ 6 มีค่าสูงกว่า วิธีการวิเคราะห์ดินโดยสารละลาย NaCl ละลาย Available phosphorus ในดิน ตามวิธีของ Chuan and Sugahara (1984) ดังนั้นจึงไม่สามารถเปรียบเทียบ PO₄³⁻ ในดินกับแหล่งน้ำอื่นที่สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งดำเนินการวิจัย
3. ระดับ C/N เป็นดัชนีคาดเดาความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากแหล่งอินทรีย์วัตถุ C/N ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ดินนั้นมีการย่อยสลายสูง แต่ถ้า C/N มากกว่า 20 ดินนั้นมีการย่อยสลายต่ำ (สุนทร, 2554) แต่การวิเคราะห์หา TN จำเป็นต้องใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจนที่มีราคาแพง และต้องใช้กรดเข้มข้น และต่างในการย่อย ทำให้เกิดมลพิษในท้องปฏิบัติการเคมี รวมทั้งเครื่องกลั่นไนโตรเจนเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วเนื่องจากกรดกัดกร่อนและซำรุด ดังนั้นการหา N ในดิน ในรูป ไนโตรท์ ไนเตรท แอมโมเนีย และไนโตรเจนรวม จากการสกัด N ที่ละลายน้ำจากดินตามวิธีของ Chuan and Sugahara (1984) จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

จะต้องนำมาใช้ศึกษาเพื่อให้สามารถทราบปริมาณ ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ในดิน และนำมาใช้หาค่าครรชนี
 คาคเตาความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากแหล่งอินทรีย์วัตถุในดิน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจาก
 พระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัย ขอขอบพระคุณประธานและ
 คณะอนุกรรมการดำเนินงานด้านวิชาการโครงการศูนย์ศึกษาฯ สำนักงาน กปร. ที่ให้คำแนะนำในการ
 ดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณ ผอ.ทวี จินตามัยกุล ที่สนับสนุนการดำเนินงานเมื่อครั้งที่ท่านดำรงตำแหน่ง
 เป็น ผอ.ศูนย์ศึกษาฯ อ่าวคุ้งกระเบนฯ ขอขอบพระคุณ ดร.สิริ เอกมหาราช (อดีต ผอ.ศูนย์ศึกษาฯ อ่าว
 คุ้ง
 กระเบนฯ และเป็นคณะอนุกรรมการดำเนินงานด้านวิชาการโครงการศูนย์ศึกษาฯ สำนักงาน กปร.) ที่ให้
 คำปรึกษาแนะนำประสบการณ์ด้านงานวิจัยคุณภาพดิน และสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีทาง
 ทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดิน
 ใต้ท้องน้ำ ขอขอบพระคุณ ดร.Angus MacNiven (Managing Director Baan promong Co., Ltd. และเป็น
 นักวิจัยร่วมของ Prof.David Little ที่ AIT พ.ศ. 2542 ถึง พ.ศ. 2547) ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องหลักไวยากรณ์
 บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ขอขอบคุณกองศึกษาและขยายผลการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ สำนักงาน กปร. ที่
 ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของคำและการใช้คำก่อนดำเนินการจัดพิมพ์เผยแพร่ และขอขอบคุณกลุ่มงานวิจัย
 และพัฒนาการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง งานวิเคราะห์คุณภาพดิน (คุณชาติรี ทองสุก และคุณคงเดช ชำนาญ
 ชล ช่วยเก็บดินในอ่าวคุ้งกระเบน คุณเพ็ญวิสา ชัยภักตร์ คุณธนภฤตา เอี่ยมอ้อม ช่วยเตรียมดิน สารเคมี และ
 วิเคราะห์ดิน คุณสมหมาย ชุมศิริ และคุณบุญยั้ง สร้างบุญ ช่วยซ่อมดูแลสภาพเรือให้พร้อมใช้งานและขับเรือ
 ออกเก็บตัวอย่าง) และขอขอบคุณบุคคลที่ไม่ได้ระบุนามแต่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2542 แผนแม่บทโครงการจัดระบบชลประทานน้ำเค็มเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. กระทรวงเกษตร
 และสหกรณ์. (เอกสารโรเนียว)
- จิตติมา อายุตะกะ สันติ สังข์ทอง และ กมลพันธ์ อวัยวานนท์. 2535. แหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน
 จังหวัดจันทบุรี. ศูนย์พัฒนาประมงอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
 กรุงเทพฯ. 19 หน้า.
- ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2540. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากนากุ้งต่อคุณภาพดินและตะกอนในบริเวณอ่าวคุ้ง
 กระเบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 172 หน้า.
- ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง แสงเทียน อัจฉิมานูร และ บริสุทธิ์ ดำรงค์. 2544. การศึกษาคุณสมบัติของสารอินทรีย์
 ในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2544. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรม
 ประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 25 หน้า.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 177 หน้า.
- ทัศนีย์ อัดตะนันต์ จงรักษ์ จันท์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. คู่มือปฏิบัติกรวิเคราะห์ดิน
 และพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 171 น.
- บุญชม เปี้ยแดง วรณา จันท์คง นารี สุทพรีดา และเกษมศรี ชับซ้อน. 2526. ปฐพีวิทยา. กรุงเทพฯ.
 ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรปทุมธานี. 133 หน้า.

- ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ เพ็ญแข คุณาวงค์เดช. 2561. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็มต่อปริมาณตะกอนในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ระหว่างปี 2555-2557. ใน: กรมประมง. 2561. รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2561. กลุ่มบริหารงานวิจัย กองแผนงาน กรมประมง เอกสารฉบับที่ 6/2561: (015) 54-64.
- ประสาธน์ ริมชลา กำพล บุษยานนท์ และ สุรพล เจริญพงศ์. 2526. รายงานการสำรวจดินโครงการศูนย์ศึกษาและพัฒนาการประมง อ่าวคุ้งกระเบน ตามพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี. กองสำรวจดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 105 หน้า.
- เพ็ญแข คุณาวงค์เดช ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ กัญญารัตน์ สุนทรธา. 2560. ผลของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปี 2555-2557. หน้า 55-69 ใน: กรมประมง. 2560. รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2560. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (08) 55-69.
- มะลิ บุญยรัตผลิน ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง สมศักดิ์ ตันติเสาวภาพ และ อำพร เลาวพงษ์. 2545. การศึกษาผลกระทบของโครงการชลประทานน้ำเค็มต่อพื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2545. สำนักวิชาการ. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 110 หน้า.
- ยนต์ มุสิก และ พรพันธ์ ยุทธรักษาณุกุล. 2534. อัตราการตกตะกอน คุณสมบัติของตะกอนและดินพื้นบ่อในบ่อพักน้ำและในบ่อเลี้ยงในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาหนาแน่นบริเวณก้นอ่าวไทย. วิทยาศาสตร์การประมง. 1 (1): 47-55.
- สิริ ทุกชีวินาศ. 2528. วิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 4/2528. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. กรมประมง. กรุงเทพฯ. 157 หน้า.
- _____. 2536. ผลการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควบคู่กับการอนุรักษ์ป่าชายเลนและสิ่งแวดล้อมชายฝั่งบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนจังหวัดจันทบุรี, น. 1-21. ใน รายงานการสัมมนาเรื่องผลกระทบในทางบวกของอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อระบบนิเวศวิทยา ความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่งและสภาพเศรษฐกิจสังคมในประเทศไทย, 31 มกราคม 2536. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สุนทรียิ่ง ชัชวาลย์. 2554. ใช้อินทรีย์วัตถุให้ถูกประเภท. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 4 หน้า
www.cab.ku.ac.th/suntaree/pdf/54OrganiMatterExplain.pdf
- สำนักงาน กปร. (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ). 2542. ประวัติศาสตร์ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ISBN 974-7528-69-6. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). 180 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition, American Public Health Association, Washington, D.C. USA. 1391 p.
- Chuan, L. L. and Sugahara, I. 1984. A Manual on Chemical Analysis of Coastal Water and Bottom Sediment. Primary Production Department and Marine Fisheries Research Department. SEAFDEC, Singapore. 42 p.
- Day, P.R. 1965. Particle Fraction and Particle Size Analysis, Pages 545-556 in C.A. Black, Editor. Method of Soil Analysis Part I, Physical and Mineral Properties Including Statistics of

- Measurement and Sampling, Agronomy No 9, Amer. Soc. Of Agron. Inc., Madison, Wisconsin. 1188 p.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey, 498 pp.
- Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of Making Mechanical Analysis of Soil. Soil Sci. 1949: 8-24.
- Murphy, J. and Riley, J. P. 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Water. Anal. Chim. Acta 27: 31-6.
- Sasaki, T. and H. Inoue. 1985. Studies on Fundamental Environments in the Kung Krabaen Bay, pp. 77-98. *In* Mangrove Estuarine Ecology in Thailand. Thai-Japanese Cooperative Research Project on Mangrove Productivity and Development. (mimeo)
- Tookwinas, S. 1999. Estimation of the Carrying Capacity for Marine Shrimp Farming Area at Kung Krabaen Bay. Thai Marine Fishery Resource Bullatin 7 December 1999: 17-25.
- Tookwinas, S. 2001. The Mitigation Measures for the Impacts of Marine Shrimp Farming on Coastal Environment; A Case Study at Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand. Doctoral Thesis. Hiroshima University. Japan. 142 p.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic soil titration method. Soil Science 37: 29-38.

ภาคผนวก (วิธีการวิเคราะห์ดิน)

1. การวัด pH ด้วย pH meter

1.1 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมน้ำกลั่น 20 มล. ใน beaker ขนาด 100 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาทีนั้น ก่อนวัด pH จำเป็นต้อง standardize pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 , 4.0 และ 9.0 เสียก่อน ก่อนใช้ pH meter วิเคราะห์โดยวิธี Electrometric method ด้วยเครื่อง pH meter (HORIBA รุ่น F-22)

2. การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)

2.1 สารเคมีและวิธีการเตรียมสาร

1. Potassium dichromate solution ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N.

ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (อบที่ $105^{\circ}C$) 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

2. Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) และ Silver sulfate

ละลาย 25 กรัม ของ Silver Sulfate ใน H_2SO_4 conc. 1 ลิตร

3. Ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.5 N

ละลาย ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 139 กรัม ในน้ำกลั่นเติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มล. ทำให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร หรือใช้ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 มล. ทำให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. O-phenanthroline ferrous sulfate indicator (0.025 M)

เตรียมโดยละลาย O- Phenanthroline Monohydrate 1.48 กรัม และ ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 100 มล.

2.2 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างดิน ซึ่งได้บดไว้แล้วอย่างละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.5 มล.) 0.5 - 2 กรัม ทั้งนี้แล้วแต่ดิน ตัวอย่างจะมีอินทรีย์วัตถุมากหรือน้อย บรรจุตัวอย่างดินบดละเอียดที่ชั่งแล้วลงใน flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยา dichromate 1 N. ลงไป 10 มล. โดยใช้ pipette ต่อจากนั้นให้เติม sulfuric acid ที่ผสม Silver sulfate ลงไป 20 มล. โดยเร็ว แก้ว flask ไปรอบๆ เบบๆ เพื่อให้ น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที

เติมน้ำกลั่นลงไป 100 ml และหยด indicator ลงไป 4-5 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง

หมายเหตุ ถ้าไตเตรทด้วย ferrous sulfate มากเกินไป ให้เติมน้ำยา dichromate ลงไป 0.5-1 มล. แล้วไตเตรทด้วย ferrous sulfate อีกครั้งหนึ่ง end point คือที่จุด indicator เริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง ดินบางชนิดอาจดูดซับ O-Phenanthroline indicator แก้ไขโดยนำมากรองก่อน โดยใช้ rapid filter paper และถ้า Dichromate ถูกรีดิวซ์มากกว่า 80% ควรทำอีกครั้งโดยลดปริมาณลง จดปริมาณของ

น้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้วิธีนี้จำเป็นต้องทำ blank และจดปริมาณของ dichromate sulfate แล้วจึงคำนวณหาปริมาณของ dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง

2.3 การคำนวณ

$$\begin{aligned} \% \text{ organic carbon} &= \frac{(\text{me K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{me FeSO}_4) \times 0.336}{\text{weight of sample in grams}} \\ \% \text{ อินทรีย์วัตถุ} &= \% \text{ organic carbon} \times 1.72 \\ \text{me K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= \text{Normality ของ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{ml ของ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ที่ใช้} \\ \text{me FeSO}_4 &= \text{Normality ของ FeSO}_4 \times \text{ml ของ FeSO}_4 \text{ ที่ไตเตรท} \end{aligned}$$

หรือใช้สูตร

$$\begin{aligned} \% \text{ organic carbon} &= \frac{(B-S) \times N \times 0.336}{\text{weight of sample in grams}} \\ B &= \text{ml ของ FeSO}_4 \text{ ที่ไตเตรท Blank} \\ S &= \text{ml ของ FeSO}_4 \text{ ที่ไตเตรทตัวอย่าง} \\ N &= \text{Normality ของ FeSO}_4 \text{ ที่ใช้ไตเตรท} \end{aligned}$$

ที่มา : ตามวิธี Wet Oxidation (Jackson,1958;Walkley and Black, 1934)

3. การวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil texture)

3.1 สารเคมีและวิธีการเตรียมสาร

1. สารละลาย 5% Calgon
ชั่ง Dry powdered Sodium hexa-meta phosphate (NaPO_3)₆ 35.7 กรัม และ Anhydrous Sodium Carbonate (NaCO_3) 37.94 กรัม ค่อยๆ ใส่สารเคมีที่ชั่งแล้วลงใน beaker 600 มล. ที่มีน้ำกลั่นอยู่แล้วคนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสารเคมีนี้ละลายหมด ถ่ายใส่ Volumetric flask 1 liter แล้วปรับปริมาตร
2. Amyl alcohol

3.2 วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างดิน (Pretreatment of soil) ชั่งตัวอย่างดินตากแห้งที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาดตา 2 ม.ม. แล้ว จำนวน 50 กรัม ลงใน beaker 600 มล.
2. เติมสารละลาย 5% Calgon 50 มล. เติมน้ำกรอง 300 มล. คนให้ทั่ว ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน
3. ถ่ายดินจากข้อ (2) ลงในเครื่องปั่นไฟฟ้า ปั่นนาน 1-2 นาที

4. ถ่ายดินที่ปั่นแล้ว ลงใน Sedimentation Cylinder ทั้งหมด (อย่าให้หกเป็นเด็ดขาด)
5. เติมน้ำกรองจนครบ 1 ลิตร ใช้ plunger คน 20 ครั้ง วัดด้วย Hydrometer อ่านค่า 40 วินาทีแรก จดบันทึกและเวลาวัดอุณหภูมิด้วย Thermometer บันทึกผล
6. ทิ้งไว้ 2 ชม. วัด Hydrometer (จับเวลา 40 วินาที แล้วอ่านค่า) บันทึกผลและวัดอุณหภูมิอีกครั้ง
7. Blank ใช้ สารละลาย 5% Calgon 50 มล. ลงใน Sedimentation Cylinder อีกใบหนึ่งทำเช่นเดียวกับการวัดค่า Hydrometer อุณหภูมิของดิน

3.3 การคำนวณ

$$\% \text{ silt + clay} = \frac{(R_s - R_b) + 0.36 (t_s - t_b) \times 100}{\text{wt of sample}} \dots\dots\dots 40 \text{ วินาทีแรก}$$

R_s คือค่า Hydrometer ของตัวอย่าง ที่ 40 วินาทีแรก

R_b คือค่า Hydrometer ของ blank ที่ 40 วินาทีแรก

t_s คือค่า อุณหภูมิ ของตัวอย่าง ที่ 40 วินาทีแรก

t_b คือค่า อุณหภูมิ ของ blank ที่ 40 วินาทีแรก

$$\text{clay} = \frac{(R_s - R_b) + 0.36 (t_s - t_b) \times 100}{\text{wt of sample}} \dots\dots\dots 2 \text{ ชั่วโมง ต่อมา}$$

R_{s2} คือค่า Hydrometer ของน้ำตัวอย่าง ที่ 2 ชั่วโมง

R_{b2} คือค่า Hydrometer ของ blank ที่ 2 ชั่วโมง

T_{s2} คือค่า อุณหภูมิ ของตัวอย่าง ที่ 2 ชั่วโมง

T_{b2} คือค่า อุณหภูมิ ของ blank ที่ 2 ชั่วโมง

$$\text{silt} = (\% \text{ silt + clay}) - \% \text{ clay}$$

$$\text{Sand} = 100 - (\% \text{ silt + clay})$$

เมื่อทราบค่า %sand, %silt, %clay แล้วนำตัวเลขนี้ไปเทียบกับ riangle หรือ ตารางมาตรฐานสำหรับใช้ประเมินประเภทของเนื้อดิน (ภาพที่ 3) เพื่อจะได้ทราบว่าเนื้อดินชนิดใด

ที่มา : วิธีตาม Hydrometer method (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965)

4. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

4.1 สารเคมีและวิธีการเตรียมสาร

1. Ammonium fluoride (NH_4F) solution 1 N.

ละลาย NH_4F 37 g. ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร เก็บไว้ในขวด Polyethylene

2. Hydrochloric acid (HCl) 0.5 N.

เจือจาง conc.HCl (GR) 20.2 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 500 มล.

3. น้ำยาสกัด (Extracting solution) 0.03 N.

ตวง NH_4F 1.0 N. 30 มล. + HCl 0.5 N. 200 มล. ในน้ำกลั่น 1,000 มล.

4. น้ำยา Develop สี

4.1 ชั่ง Ammonium heptamolybdate (NH_4)₆ . MO_7O_{24} . $4\text{H}_2\text{O}$ 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มล.

- 4.2 ชั่ง Potassium antimony (III) Oxide K (Sbo) $C_4H_4O_6 \cdot O, 5H_2O$ 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.
- 4.3 H_2SO_4 5.0 N.
Dilute Conc. H_2SO_4 (มีความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 96%) 39 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร
- 4.4 เหนี่ยาในข้อ 4.1 และ 4.2 ลงในข้อ 4.3 แล้วทำให้เป็น 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric flask
5. Ascorbic acid solution
ละลาย Ascorbic acid solution 1.056 กรัม ในน้ำยา develop สี (ข้อ 4.4) 250 มล. สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ๆ และเก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง
6. Stock standard solution, 50 ppm
ละลาย KH_2PO_4 (GR อบที่ 105 °C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2196 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 1,000 มล. ใน volumetric flask
7. Standard solution, 5 ppm
ใช้ Pipet ดูด Stock standard solution 50 ppm 10 มล. ลงใน volumetric flask เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล.
8. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน KH_2PO_4 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
นำ $KH_2PO_4^{3-}$ 50 ppm. (ข้อ 6) 10 มล. ใส่ในน้ำกลั่น 100 มล. = $KH_2PO_4^{3-}$ 5 ppm.

ขวดที่	ความเข้มข้น $KH_2PO_4^{3-}$ (ppm)	$KH_2PO_4^{3-}$ 5 ppm (มล.)	น้ำกลั่น (มล.)	Ascorbic sol ^l (มล.)
1	0	0	20	5
2	0.05	0.25	19.75	5
3	0.1	0.5	19.5	5
4	0.2	1.0	19.0	5
5	0.4	2.0	18.0	5
6	0.6	3.0	17.0	5

หมายเหตุ

เมื่อใส่ $KH_2PO_4^{3-}$ 5 ppm. แล้วใส่น้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยหลังจากเติม Ascorbic sol^l 5 มล. แล้วค่อยๆ เติมน้ำกลั่นให้ได้ 25 มล. ทิ้งไว้ 15 นาที วัดที่ความยาวคลื่น 882 nm. นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) แต่ละความเข้มข้นที่อ่านได้จากเครื่อง spectrophotometer มาคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงเส้น (correlation regression) โดยค่า r (correlation) ควรมีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด

สมการ regression

$$y = a+bx$$

โดย

y = ค่าความเข้มข้น $\text{KH}_2\text{PO}_4^{3-}$ (ppm)

a = ค่าคงที่ (constant)

b = ค่า slope

x = ค่า absorbance

4.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มม.หนัก 1 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. เติมน้ำยาสกัด 20 มล. เขย่าด้วยมือ 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง No. 42

2. ใช้ pipette ดูดสารละลายดินที่กรองได้ประมาณ 1 มล. ใส่ใน volumetric flask 25 มล. ใส่ในน้ำกลั่นพอประมาณ แล้วเติม ascorbic solution 5 มล. เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 25 มล. เขย่าสารละลายเข้ากันทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงิน วัดกับเครื่องสเปกโตรที่คลื่น 882 nm. (สีจะคงที่นาน 24 ชั่วโมง) ถ้าความเข้มข้นของสีของสารละลายดินเกินน้ำยามาตรฐาน ให้ลดปริมาณสารละลายดินลง แต่ถ้าความเข้มข้นของสีของสารละลายดินเจือจางมากให้เพิ่มปริมาณสารละลาย และถ้าใช้ปริมาณมากกว่า 10 มล. ให้ใส่ Saturated boric solution 1 มล.

วิธีคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นฟอสเฟตในดิน (mg/kg)} = \frac{\text{ppm จาก curve} \times \text{Total volume}}{\text{ml of aliquot}} \times \frac{\text{ml ของน้ำยาสกัด}}{\text{น.น. ดิน}}$$

ppm จาก curve = แทนค่า absorbance ของตัวอย่างที่อ่านได้จากเครื่อง specto ลงใน สมการ regression ที่ได้จากการคำนวณ standard ข้อ 8

ml of aliquot = ปริมาตรน้ำดินสกัด (ml) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ 1 ml

Total volume = ปริมาตรทั้งหมดที่สารทำปฏิกิริยา (ml) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ น้ำดินสกัด 1 ml + น้ำกลั่น 19 ml + Ascorbic solⁿ 5 ml = 25 ml

ml ของน้ำยาสกัด = 20 ml

น.น. ดิน = น้ำหนักดินที่ใช้สกัด (g) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ดิน 1 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- Jackson, M.L. 1960. Soil chemical analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood cliffs, N.J. 498 P.
- Kamprath. E.J. and M.E. Watson. 1980. Conventional soil and tissue test for assessing the phosphorus status of soil in F.B. Khasawneh et al. (ed)., "The Role of Phosphorus in Agriculture". Am Soc. Agron. Madisn, Wisconsin. USA. Pp. 443-460.

Murphy, J. and Riley, J. P. 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Water. Anal. Chim. Acta 27: 31-6.

5. การวิเคราะห์บีโอดี (BOD₅²⁰) ในดิน

5.1 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างดินใส่ขวด BOD ตัวอย่างละ 2 ชุดเติมน้ำที่ให้อากาศนานประมาณ 20 นาที แล้ว ปิดด้วยจุกขวดให้แน่น ใส่ตุ้ม BOD (ตุ้มมีตรรกษาอุณหภูมิที่ 20°C) นาน 5 วัน แล้วนำมาวัดค่า BOD กับเครื่อง Oxygen Meter ยี่ห้อ YSI รุ่น Modle 51 B

5.2 การคำนวณใช้สูตรดังนี้

$$BOD_{\text{ดิน } 5 \text{ d}} = \frac{[(DO_{\text{bank } 0 \text{ d}} - DO_{\text{ต.ย. } 5 \text{ d}}) - (DO_{\text{bank } 0 \text{ d}} - DO_{\text{bank } 5 \text{ d}})] \times (W1/W2)/W3}{1000} \times 350$$

W1 = น้ำหนักดินเปียก (g)

W2 = น้ำหนักดินแห้ง (g) = ดินเปียก W1 อบที่อุณหภูมิ 120 °C นาน 2-3 ชม.

W3 = น้ำหนักดินเปียกในขวด BOD (g)

ที่มา : โดยวิธี 5-Day Test (APHA, AWW and WPCF, 1989; ยนต์ และพรพันธ์, 2534)

6. การวิเคราะห์ TN

6.1 สารเคมีและวิธีการเตรียมสาร

1. NaOH 40% สำหรับเครื่องกลั่น
 - ชั่ง NaOH 2,000 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 5 ลิตร (8,000 กรัม : 20 ลิตร)
2. NaOH สำหรับเครื่องดูดควันพิษที่อุณหภูมิ 410°C
 - ชั่ง NaOH 200 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 650 มล. (800 กรัม : 2,600 มล.)
3. Na₂CO₃
 - ชั่ง Na₂CO₃ 200 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 650 มล. (800 กรัม : 2,600 มล.)
4. Bromothymol blue (เป็น indicator สำหรับไตเตรท)
 - ชั่ง Bromothymol blue 0.2 กรัม ละลายใน Ethanol 100 มล. (0.5 กรัม : 250 มล.)
5. indicator ใช้สำหรับเครื่องดูดควันพิษ
 - ชั่ง Bromocresol green 0.3 กรัม + methyl red 0.2 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 90% 90 มล. + น้ำกลั่น 10 มล.

6. Boric acid 4%

- ชั่ง Boric acid 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 1,000 มล. (100 กรัม : 2,500 มล.)

7. Catalyst

- Potassium Sulfate (K_2SO_4) 100 g. (800)
- Copper Sulfate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 10 g. (80)
- Selenium (Se) 1-2 g. (8-16)

8. H_2SO_4

- ใช้ H_2SO_4 15 มล. : 1 ตัวอย่าง

9. H_2SO_4 0.05 N

- ใช้ Volumetric pipet ขนาด 3 มล. ดูดกรดซัลฟูริก จำนวน 1.5 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นปรับให้ได้ปริมาตร 1,000 มล.

วิธีการ

- นำตัวอย่างดินที่ร่อนเรียบร้อยแล้ว นำมาชั่งใส่ทิวส์ 1 กรัม
ใส่ Catalyst 1 ซ้อน → ใส่ H_2SO_4 15 มล. ต่อ 1 ตัวอย่าง
- ใส่น้ำในหม้อเครื่อง Digest ในระดับน้ำตามสายตา
- ใส่สาร $NaCO_3$ (ปูน-ขี้ย) $NaOH$ (ด่าง-ขาว) ประมาณ 550 ml. (ต้องไม่เกิน 700 มล.)
- หยด indicator ประมาณ 1/2 หลอดหยด (8-9 หยด)
 - $NaCO_3$ เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม
 - $NaOH$ เปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม
- ทาวาสลินที่ปากขวด ปูน, ด่าง, ฝาปิดทิวส์ และสายยางหม้อเครื่อง Digest
- ใส่สายยางยาว กลาง และสั้น
 - สายยาวต่อขวด $NaCO_3$ กับ ฝาปิดทิวส์ ($NaCO_3$ ปากขวดด้านล่าง)
 - สายกลางต่อขวด $NaOH$ จากปากขวดด้านบนกับหม้อหนึ่ง Digest
 - สายสั้นต่อขวด $NaCO_3$ จากปากขวดด้านบนกับขวด $NaOH$ ปากขวดด้านล่าง
- เปิดเครื่องที่อุณหภูมิ 400 – 410 °C (องศาเซลเซียส) จากนั้นนำตัวอย่างเมื่ออุณหภูมิได้ 410 °C แล้ว
- จับเวลาให้ครบ 45 นาที จากนั้นปิดอุณหภูมิ นำตัวอย่างออกวางข้างๆ เพื่อดูควันพิษให้หมด ใช้เวลาประมาณ 10 - 15 นาที (อย่าทิ้งไว้นานเกินไปเพราะจะทำให้ตัวอย่างแข็งตัว)
- ทำการเปิดอุณหภูมิต่อสำหรับกลิ่นชุดต่อไป แล้วยกตัวอย่างไปกลิ่นกับเครื่องในห้องวิเคราะห์หน้าต่อ

การกลิ่นกับเครื่องกลิ่นไนโตรเจนรุ่น VDK132

- ทำการวอร์มเครื่องด้วยน้ำเปล่า 2 ครั้งก่อน (ควรปรับ $NaOH = 0$ ก่อนทุกครั้ง)

- นำน้ำใส่ฟาสกับทิวส์ชนิดเดียว

2. เสียบปลั๊ก → เปิดน้ำที่ก๊อกน้ำ → ปิดน้ำข้างๆ ตัวเครื่องกลั่น → กด Fuse สีเขียว → กด Pre Heating → ปรับ $H_2O = 3$ $NaOH = 7$ $Steam = 40$ (ตัวเลข 2 ตัว)
3. สังเกตระดับน้ำจะตัดเอง → Start
4. นำ Boric 4% ใส่ในฟาสขนาด 25 มล. จำนวน 25 มล. หยด indicator 3 – 4 หยด
5. นำ flask มาใส่ที่เครื่องกลั่น ปิดฝา flask ด้วยกระดาษพอยด์กันสารใน flask กระเด็นออกมา
6. นำทิวส์ตัวอย่างที่ดูดควันพิชหมดแล้วใส่ในเครื่องกลั่น → กด Start ก่อนกด Start ดูตัวเลข NaOH ว่าปรับเท่ากับ 7 หรือยัง
7. เสร็จแล้วเครื่องกลั่นจะตัดเองโดยอัตโนมัติ โดยมีเสียงดัง 1 ครั้ง นำทิวส์ตัวอย่างออกล้างด้วยน้ำกลั่น

การล้างเครื่องดูดควันพิช

1. ทำการปิดอุณหภูมิจึงไว้ให้เย็น
2. ต้องล้างหม้อน้ำเครื่อง Digest ถ่ายน้ำเข้าออกทุกครั้งที่ใช้เครื่องเสร็จแล้ว โดยการนำน้ำใส่ในหม้อ แล้วกดปั่นน้ำถ่ายทิ้ง ทำซ้ำกัน 2 ครั้ง เพื่อล้างสารเคมีที่ตกค้างให้หมดไป
3. เช็ดบริเวณรอบๆ เครื่อง และขวดต่าง-ป้อน จากนั้นถอดสายยางออกมล้างด้วย

การล้างเครื่องกลั่นไนโตรเจนรุ่น VDK132

1. ทำการล้างด้วยน้ำเปล่า 2 ครั้ง (ปรับ NaOH = 0)
2. ดูดน้ำออกจากเครื่องกลั่น จากสายยางทางด้านล่างของเครื่อง
3. ปิดเครื่อง ดึงสายไฟออก

หมายเหตุ ถ้าไฟดับต้องรีบปิด Pre Heating แล้ววอร์มเครื่องใหม่อีกครั้ง

การหาค่า F กรด H_2SO_4 0.05N. (วิเคราะห์ TN)

1. เตรียม H_2SO_4 0.05 N.
ตวงกรด H_2SO_4 1.5 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 1000 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มล.
2. ชั่ง Tris – buffer (Tris [hydroxymethyl] aminomethane; $C_4H_{11}NO_3$) 0.1200 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มล. แล้ว หยด indicator 4 หยด
3. เอาข้อ 2. มา titrate กับกรด ข้อ 1. แล้วคำนวณหาค่าความเข้มข้นของ H_2SO_4 ข้อ 1. ตามสูตร ข้างล่าง

$$\text{สูตรคำนวณ } F = \frac{E}{121.14 \times N \times V}$$

E = น้ำหนักของ Tris – Buffer (120 มิลลิกรัม)

N = ความเข้มข้นของกรด H_2SO_4 ที่เตรียม (0.05 N.)

V = ปริมาตรของกรด H_2SO_4 0.05 N. ที่ใช้ไตเตรท (กับสารละลายข้อ 2)

$$\begin{aligned} \text{ค่า } F &= \frac{120}{121.14 \times 0.05 \times 17.7} \\ &= \frac{120}{107.2089} = 1.1193 = 1.1193 \times 0.05 = 0.0559 \text{ N.} \end{aligned}$$

0.0559 N. คือ ความเข้มข้นที่แท้จริงของกรดที่เตรียม = N × F

∴ ค่า F = 1.1193

ที่มา : ตามวิธี Micro-Kjeldahl method (ทัศนีย์ และคณะ, 2532)

ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัยและคณะ

1. นางสาวเพ็ญแข คุณาวงค์เดช (MissPhenkae Kunawongdet)

1.1 ตำแหน่งทางวิชาการ นักวิชาการประมง.....ระดับชำนาญการ

1.2 ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับ	สาขาวิชา	สถาบันการศึกษา
2545	ปริญญาโท	Aquaculture and Aquatic Resources Management (Integrated Coastal Zone Management)	Asian Institute of Technology; AIT
2542	ประกาศนียบัตร	Integrated Coastal Zone Management	Carl Duisberg Gesellschaft, Germany
2540	Diploma	Integrated Rural Regional Development Planning	Development Study Center, Rehovot; Israel
2534	ปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์ (วาริชศาสตร์)	ม.บูรพา

1.3 ประวัติการทำงานและการวิจัย

ทำงานเป็นนักวิชาการประมง ด้านสิ่งแวดล้อมและการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ประมาณ 25 ปี นับตั้งแต่เริ่มบรรจุเป็นข้าราชการกรมประมง โดยมีผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วจำนวน 10 เรื่อง (หัวหน้าโครงการวิจัย 7 เรื่อง ผู้ดำเนินการวิจัย 2 เรื่อง และผู้ร่วมวิจัย 1 เรื่อง)

- เพ็ญแข คุณาวงค์เดช, วิเชียร สาคเรศ และ สุภิษา เมืองสาคร. 2538. การทดลองเลี้ยงหอยโข่งทะเลชนิด *Halotis asinina* ด้วยสาหร่าย 3 ชนิด. รายงานวิชาการฉบับที่ 39/2538. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน จันทบุรี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 31 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)
- วิเชียร สาคเรศ, เพ็ญแข คุณาวงค์เดช และ สาคร เมืองสาคร. 2538. การอนุบาลลูกปลากะรัง *Epinephelus malabaricus* ขนาดนิ้วด้วยอาหารเม็ดที่เสริมไขมัน 2 ระดับ. รายงานวิชาการฉบับที่ 39/2538. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน จันทบุรี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 20 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)
- เพ็ญแข คุณาวงค์เดช, วิเชียร สาคเรศ, สุภิษา แก้วมานพ และ สาคร มากท่า. 2548. การทดลองเลี้ยงหอยเป่าฮือ (*Halotis asinina* Linnaeus, 1758) ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน โดยเปลี่ยนน้ำสัปดาห์ละครั้ง. รายงานวิชาการฉบับที่ 13/2548. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 16 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)

- **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช**, วิเชียร สาครเศศ, พิศมัย สมสืบ และ สุภิษา แก้วมานพ. 2548. เปรียบเทียบการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ (*Halotis asinina* Linnaeus, 1758) ด้วยสาหร่ายสด สาหร่ายแห้ง และอาหารผสมอัดเม็ด. รายงานวิชาการฉบับที่ 14/2548. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 17 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)
- **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช**. 2548. การเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ (*Halotis asinina* Linnaeus, 1758) ในน้ำที่มีการเปลี่ยนถ่ายและไม่เปลี่ยนถ่าย. รายงานวิชาการฉบับที่ 25/2548. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 25 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)
- นพดล คำชาย, **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช*** และ สราวุธ ศิริวงศ์. 2551. ผลของความเค็ม และระยะเวลาเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายไส้ไก่ (*Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees) และอัตราการลดปริมาณธาตุอาหารในน้ำ. รายงานวิชาการฉบับที่ 67/2551. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 28 หน้า. (ทุน: -)
- **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช**, นพดล คำชาย และ จิตารัตน์ น้อยรักษา. 2552. ผลของความเค็ม และระยะเวลาเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายไส้ไก่ (*Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees) และอัตราการลดปริมาณธาตุอาหารในน้ำ. รายงานวิชาการฉบับที่ 10/2552. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 25 หน้า. (ทุน: วช. ผ่าน กปม.)
- **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช** ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ กัญญารัตน์ สุนทรธา. 2560. ผลของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปี 2555-2557. หน้า 55-69 ใน: กรมประมง. 2560. รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2560. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (08) 55-69. (ทุน: สำนักงาน กปร.)
- ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช***. 2561. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็มต่อปริมาณตะกอนในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ระหว่างปี 2555-2557. ใน: กรมประมง. 2561. รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2561. กลุ่มบริหารงานวิจัย กองแผนงาน กรมประมง เอกสารฉบับที่ 6/2561: (015) 54-64. (ทุน: สำนักงาน กปร.)
- **เพ็ญแข คุณาวงค์เดช** ประจวบ ลีรักษาเกียรติ และ กัญญารัตน์ สุนทรธา. 2562. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบชลประทานน้ำเค็มต่อคุณภาพน้ำในอ่าวคุ้งกระเบน และประเมินต้นทุน-ผลตอบแทนของการจัดการระบบชลประทานน้ำเค็มอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปี 2555 – 2557. รายงานวิชาการฉบับที่ 1/2562. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 66 หน้า. (ทุน: สำนักงาน กปร.)
- **Kunawongdet, P.**. 2002. Seawater Irrigation Management for Shrimp Culture in Kung Krabaen Bay, Chanthaburi Province. Thesis (M.Sc.) no.AQ-02-35. Asian Institute of Technology. Thailand. 135 pp. (ทุน: รัฐบาลประเทศเดนมาร์ก; DANIDA)

1.4 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญพิเศษ

มีประสบการณ์ชำนาญด้านการจัดการระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (หอยเป่าฮื้อ และสาหร่ายทะเล) การเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยระบบน้ำหมุนเวียนโดยใช้สาหร่ายทะเลบำบัดน้ำ และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

2. นายประจวบ ลีรักษาเกียรติ (Mr.Prachuab Leeruksakiat)

2.1 ตำแหน่ง บริหาร ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ตำแหน่งทางวิชาการ นักวิชาการประมง.....ระดับชำนาญการพิเศษ

2.2 ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับ	สาขาวิชา	สถาบันการศึกษา
2536	ปริญญาโท	Natural Resources Management	Asian Institute of Technology; AIT
2527	ปริญญาตรี	ประมง (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)	ม.เกษตรศาสตร์

2.3 ประวัติการทำงานและการวิจัย

- การศึกษาการبيبตากุ้งกุลาดำในน้ำเค็มผสมระบบปิด พ.ศ. 2528
- การศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งทะเลต่อคุณสมบัติน้ำบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พ.ศ. 2532
- การสาธิตการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พ.ศ. 2532
- การศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อคุณสมบัติน้ำบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พ.ศ. 2534
- การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำและป่าชายเลนจังหวัดจันทบุรี พ.ศ. 2536 – 2537
- การคัดเลือกการปลูกป่าชายเลนและการเลี้ยงกุ้งทะเลในจังหวัดจันทบุรี โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2536 – 2537
- การสำรวจและการจัดทำสารสนเทศภูมิศาสตร์พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและป่าชายเลนจังหวัดตราด พ.ศ. 2538
- การสำรวจและการจัดทำสารสนเทศภูมิศาสตร์พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและป่าชายเลนจังหวัดระยอง พ.ศ. 2538
- การสำรวจและการจัดทำสารสนเทศภูมิศาสตร์พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและป่าชายเลนจังหวัดชลบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2539
- การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งทะเลและพื้นที่ปลูกป่าชายเลนจังหวัดตราด โดยสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ.2540
- การจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรประมงจังหวัดจันทบุรีด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2541
- การจัดทำข้อมูลทรัพยากรชายฝั่งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ จังหวัดจันทบุรีด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2542
- การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ จังหวัดจันทบุรีด้วยภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ. 2543

- การประเมินพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลและป่าชายเลนภาคตะวันออก
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2543
- การเลี้ยงปลากะพงขาวผสมผสานกับการฟื้นฟูป่าชายเลน พ.ศ. 2543
- การศึกษาคุณภาพน้ำคลองรำพันเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ พ.ศ. 2544
- ชนิด ปริมาณ แบคทีเรียและแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำธรรมชาติเจ้าหลาว แหลมเสด็จ
และคังวิมาน จังหวัดจันทบุรี พ.ศ. 2560
- การจำแนกและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินศูนย์ศึกษาการพัฒนา
อ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2560

2.4 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญพิเศษ

-

2.5 สถานที่ทำงาน/ ที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

ที่อยู่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ...ต.คลองขุด อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
รหัสไปรษณีย์ 22120 โทรศัพท์ 039-433216-8 โทรสาร 039-4332109
E-mail prachuab_lee@yahoo.com

3. นายปิยชาติ ศรีศักดิ์ (Mr.Piyachat Srisakda)

3.1 ตำแหน่งทางวิชาการ เจ้าพนักงานประมง.....ระดับ ปฏิบัติงาน

3.2 ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ระดับ	สาขาวิชา	สถาบันการศึกษา
2544	ปริญญาตรี	ครุศาสตร์เกษตร (เทคโนโลยีการเกษตรการผลิตสัตว์)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ประวัติการทำงานและการวิจัย

-

3.4 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญพิเศษ

-

3.5 สถานที่ทำงาน/ ที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

ที่อยู่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ...ต.คลองขุด อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
รหัสไปรษณีย์ 22120 โทรศัพท์ 039-433216-8 โทรสาร 039-4332109
E-mail: <untoniolouis@gmail.com>