



## รายงานวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปัก  
ทรัพยากร อพ.สธ. – กฟผ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี

(Study of Physical, Chemical, and Biological Properties of  
Water in Natural Resources Protection Area of RSPG -  
Sirindhorn Dam EGAT, Ubon Ratchathani Province)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



## รายงานวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปัก  
ทรัพยากร อพ.สร. – กฟผ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี

(Study of Physical, Chemical, and Biological Properties of  
Water in Natural Resources Protection Area of RSPG -  
Sirindhorn Dam EGAT, Ubon Ratchathani Province)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

อาจารย์ ดร. วิณา รongจะโปะ  
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิราภรณ์ โพธิวิชยานนท์  
นางสาวรุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

ตุลาคม 2562

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับร่วมดำเนินงานสนองพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโครงการอนุรักษ์ทรัพยากร อพ.สธ.- กฟผ. เชื้อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ 2562 ซึ่งสำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งจากหลายฝ่ายทำให้ได้รับข้อมูลรวมทั้งประโยชน์จากการศึกษาเป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. เป็นอย่างสูงที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้เข้าร่วมปฏิบัติงานในพื้นที่ อพ.สธ. เชื้อนสิรินธรในครั้งนี้ และได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พื้นที่เชื้อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ทำให้ผลงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้โอกาสและให้การสนับสนุนแก่คณะผู้วิจัยในการศึกษาวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการทำงานเพื่อสนองพระราชดำริฯ และเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสืบไป

คณะผู้วิจัย

ตุลาคม 2562

## บทคัดย่อ

ด้วยสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงมีพระราชดำริให้มีการดำเนินงานโครงการอนุรักษ์ทรัพยากรและมีกิจกรรมปกป้องทรัพยากรในพื้นที่ของโรงไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เชื้อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องด้วยน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะหล่อเลี้ยงระบบนิเวศและการดำรงชีวิต โครงการวิจัยนี้จึงเข้าร่วมสนองพระราชดำริโดยทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ที่ปกป้องทรัพยากร อพ.สธ.- กพผ. เชื้อนสิรินธร เพื่อตรวจติดตามคุณภาพน้ำและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ ในระหว่างเดือนธันวาคม 2561 ถึง เดือนสิงหาคม 2562 ตามช่วงฤดูกาล ได้แก่ ช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ผลการตรวจติดตามคุณภาพน้ำทุกช่วงในแต่ละจุดตามฤดูกาลพบว่าคุณภาพทางกายภาพ มีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.80-32.90 °C ค่าสี 4.50-109.50 ADMI ค่าการนำไฟฟ้า 20.85-210.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  และค่าความขุ่น ไม่เกิน 53.53 NTU ทางเคมี มีค่าพีเอช 6.17-7.53 ค่าออกซิเจนละลาย 2.97-7.29 mg/l ค่าบีโอดี 2.07-6.40 mg/l ค่าซีโอดี 4.27-20.80 mg/l ค่าของแข็งทั้งหมด 7.5-111.90 mg/l ไนเตรตไม่เกิน 0.0392 mg/l ค่าแอมโมเนียไม่เกิน 0.75 mg/l และฟอสฟอรัสไม่เกิน 0.0582 mg/l และทางชีวภาพค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดอยู่ระหว่าง 22 ถึงมากกว่า 2,400 MPN/100 ml ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 17 ถึงมากกว่า 2,400 MPN/100 ml และพบเชื้ออีโคไลทุกตัวอย่าง

คุณภาพของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในฤดูฝนสมบัติของน้ำฝนส่งผลต่อการลดลงของอุณหภูมิและพีเอช แต่จะช่วยเพิ่มค่าสี ความขุ่น บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ไนเตรต และฟอสฟอรัส รวมถึงค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียก็เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของน้ำยังมีการเปลี่ยนแปลงตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ โดยพื้นที่ก่อนเข้าโครงการในจุดที่ 1 และ 2 มาจากการชลประทาน และการเลี้ยงปลา มีค่าการปนเปื้อนสูงกว่า จุดที่ 4 และ 5 ซึ่งเป็นพื้นที่ในโครงการฯ บริเวณก่อนออกจากและหลังจากออกจากโครงการ ในขณะที่จุดที่ 3 เป็นพื้นที่ในโครงการฯ แต่มีค่าการปนเปื้อนสูง ซึ่งให้เห็นว่าอาจมีกระบวนการฟื้นฟูคุณภาพน้ำทางธรรมชาติ โดยรวมน้ำในเชื้อนสิรินธรมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 เหมาะสมกับการอนุรักษ์สัตว์น้ำ และการประมง อย่างไรก็ตามน้ำดังกล่าวต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนการอุปโภคและบริโภค

**คำสำคัญ** คุณภาพน้ำ คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางชีวภาพ เชื้อนสิรินธร

## Abstract

Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn had a Royal initiative to conserve natural resources. The natural resources conservation projects and activities under Her Royal Highness have been established. According to The Royal initiative of Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, this research was set to be grateful for Her Royal Highness. Water quality is very important for ecosystem. This research focused to study physical, chemical, and biological properties of water in Natural Resources Protection Area of RSPG at Sirindhorn Dam EGAT, Ubon Ratchathani Province. This research was to monitor water quality and evaluate relationship between the water quality and land use around the area of RSPG from December 2018 to September 2019 in cold, summer, and rainy season. The station for water sampling was divided into 5 points. The results of the water quality monitoring in every period of each season showed that the physical (temperature was 23.80-32.90 °C, color was 4.50-109.50 ADMI, conductivity was 20.85-210.00 µS/cm and turbidity was below 53.53 NTU), chemical (pH was 6.17-7.53, DO was 2.97-7.29 mg/l, BOD was 2.07-6.40 mg/l, COD was 4.27-20.80 mg/l, total solids was 7.5-111.90 mg/l, nitrate was below 0.0392 mg/l, ammonia was below 0.75 mg/l and phosphorus was below 0.0582 mg/l) and biological properties of water (total coliform bacteria was 22 to above 2,400 MPN/100 ml and fecal coliform was 17 to above 2,400 MPN/100 ml) and *E. coli* was also found in all points. In the rainy season, the properties of rainwater affect the decrease of temperature and pH while color, turbidity, BOD, COD, total solids, nitrate, phosphorus, coliform bacteria and fecal coliform bacteria increase.

In addition, the quality of water also changes according to land use in the area of land cover area. Point 1 and 2 are the areas before entering the area of RSPG that have irrigation and fish farming respectively. These points had contamination concentration higher than at point 4 and 5 which are areas in the area of RSPG before leaving and after leaving from the area of RSPG respectively. While point 3 is area in the area of RSPG but had a high contamination value. This result indicated that there might be natural self-cleaning process. According to the assessment with the surface water quality standard, water quality of Sirindhorn Dam was in this standard and it could be classified as class 2 where this surface water resources could be suitable for aquatic organism conservation and fisheries. However, the water must be disinfected and treated before consumption.

**Keywords** Water quality, Physical properties, Chemical properties, Biological properties, Sirindhorn Dam

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ .....	ก
บทคัดย่อ .....	ข
Abstract .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญรูป .....	ช
คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย .....	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม</b>	
2.1 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเขื่อนสิรินธร .....	3
2.2 คุณลักษณะของแหล่งน้ำ .....	5
2.3 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน .....	8
2.4 ความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ .....	11
<b>บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 สํารวจศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ .....	13
3.2 การกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษา .....	14
3.3 การดำเนินการศึกษา .....	17
3.4 การวิเคราะห์ผลการศึกษา .....	17
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย .....	19
3.6 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย .....	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล</b>	
4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ .....	23
4.2 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำ เขื่อนสิรินธร บริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. ในช่วงฤดูกาล .....	27
4.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ.เขื่อนสิรินธร .....	42
<b>บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำเขื่อนสิรินธร ในช่วงฤดูกาล .....	43
5.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย .....	44
บรรณานุกรม .....	45
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ .....	49
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐาน .....	63
ภาคผนวก ค ข้อมูลผลการวิเคราะห์ .....	71
ภาคผนวก ง มาตรฐานคุณภาพน้ำ .....	87
ภาคผนวก จ รูปภาพที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย .....	91
ประวัติผู้วิจัย .....	105

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ .....	10
2-2 ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสำหรับการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน .....	11
3-1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ .....	18
3-2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย .....	19
4-1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ .....	24
4-2 คุณภาพน้ำทางเคมี .....	25
4-3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ .....	26
ก-1 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วง BOD ต่างๆ .....	51
ข-1 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l (ครั้งที่ 1) .....	62
ข-2 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l (ครั้งที่ 2) .....	63
ข-3 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l (ครั้งที่ 3) .....	64
ข-4 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l (ครั้งที่ 4) .....	65
ข-5 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 1) .....	66
ข-6 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 2-3) .....	67
ข-7 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 4) .....	68
ค-1 คุณภาพน้ำทางกายภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานีตามช่วงฤดูกาล .....	71
ค-2 คุณภาพน้ำทางเคมีในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานีตามช่วงฤดูกาล .....	73
ค-3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูหนาว/ธันวาคม 2561 .....	77
ค-4 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูร้อน/มีนาคม 2562 .....	79
ค-5 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/มิถุนายน 2562 .....	81
ค-6 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/กันยายน 2562 .....	83



สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง-1 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน .....	86
ง-2 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน .....	87
ง-3 เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ .....	88
ง-4 มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำ ชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน .....	88



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3-1 รอบแนวความคิดของโครงการวิจัย .....	13
3-2 แผนที่โครงการอนุรักษ์ทรัพยากร (อพ.สธ.-กพผ.) เชื้อนสิรินธร .....	14
3-3 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในเขตพื้นที่โครงการอนุรักษ์ทรัพยากร (อพ.สธ.-กพผ.) เชื้อนสิรินธร .....	14
3-4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 ลำห้วยหมาก (ซ้าย) และ 2 ลำห้วยที่ไหลรวม (ขวา) ก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ .....	15
3-5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 ลำห้วยหมาก อยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ .....	16
3-6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย .....	16
3-7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย .....	17
4-1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล .....	28
4-2 การเปรียบเทียบสีของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล .....	29
4-3 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	31
4-4 การเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	32
4-5 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	33
4-6 การเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	35
4-7 การเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล .....	36
4-8 การเปรียบเทียบค่าซีโอดีของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล .....	37
4-9 การเปรียบเทียบค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	38
4-10 การเปรียบเทียบค่าไนเตรต-ไนโตรเจนของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง ตามช่วงฤดูกาล .....	39
4-11 การเปรียบเทียบค่าฟอสฟอรัสของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล .....	40

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข-1 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 1) .....	62
ข-2 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 2) .....	63
ข-3 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 3) .....	64
ข-4 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/l โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 4) .....	65
ข-5 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 1) .....	66
ข-6 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 2-3) .....	67
ข-7 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 4) .....	68
จ-1 การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายภาคสนามด้วยเครื่อง Multi probe meter .....	90
จ-2 เครื่องวิเคราะห์ค่าความขุ่นภาคสนาม .....	90
จ-3 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายในการหาค่าบีโอดี .....	91
จ-4 การวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมดโดยใช้เครื่องอ่งน้ำ .....	91
จ-5 การวิเคราะห์แบคทีเรียในลำไส้ด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique .....	92
จ-6 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้กลุ่ม <i>E. coli</i> .....	92
ง-7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561) .....	93
ง-8 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมาก ช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561) .....	93
ง-9 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561) .....	94

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง-10 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561) .....	94
ง-11 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562) .....	95
ง-12 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมาก ช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562) .....	95
ง-13 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562) .....	96
ง-14 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย ช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562) .....	96
ง-15 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562) .....	97
ง-16 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562) .....	97
ง-17 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมาก ช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562) .....	98
ง-18 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562) .....	98
ง-19 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย ช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562) .....	99
ง-20 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562) .....	99
ง-21 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากและลำห้วยหมาก ก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ และช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562) .....	100
ง-22 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562) .....	100
ง-23 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย ช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562) .....	101
ง-24 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562) .....	101
ง-25 คณะผู้ทำการสำรวจคุณภาพน้ำในเขื่อนน้ำสิรินธร .....	102

## คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย

มล.	=	มิลลิลิตร
มก./ล.	=	มิลลิกรัม/ลิตร
A	=	Absorbance
BOD	=	Biochemical oxygen demand
COD	=	Chemical oxygen demand
°C	=	degree Celsius
DO	=	Dissolved oxygen
LB	=	Lauryl tryptose broth
mg/l	=	Milligram per liter
ml	=	Milliliter
MPN/100 ml	=	Most probable number per 100 milliliter
nm	=	Nano meter
NH <sub>3</sub> -N	=	Ammonia-nitrogen
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	=	Nitrate-nitrogen
TP	=	Total phosphorus
TS	=	Total solids
USEPA	=	U.S. Environmental Protection Agency
WHO	=	World Health Organization
µg P	=	Microgram phosphorus

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ด้วยสายพระเนตรอันกว้างและยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากร โดยทรงเริ่มดำเนินงานพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพ ในปี พ.ศ. 2503 โดยมีพระราชดำริให้ดำเนินการสำรวจรวบรวมปลูกดูแลรักษาพรรณพืชต่าง ๆ ที่หายากและกำลังจะหมดไป ต่อมาสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงสานพระราชปณิธานต่อจากพระราชบิดา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา ในโครงการอนุรักษ์ทรัพยากร อันเนื่องมาจากพระราชดำรินี้ได้มีกิจกรรมที่ดำเนินการอยู่ทั้งสิ้น 8 กิจกรรม และหนึ่งในนั้นมีกิจกรรมปกป้องพันธุ์กรรมพืช ซึ่งมีเป้าหมายที่จะปกป้องพื้นที่ป่าธรรมชาติ นอกเขตพื้นที่รับผิดชอบของกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เช่น พื้นที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นต้น โดยพื้นที่เขื่อนสิรินธรของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ถือเป็นเขื่อนที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของโครงการฯ ที่มีอยู่ 13 เขื่อนทั่วประเทศ ตั้งอยู่ในพื้นที่ ต.ช่องเม็ก อ.สิรินธร จ.อุบลราชธานี เป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียวสร้างปิดกั้นแม่น้ำลำโดมน้อย อันเป็นสาขาของแม่น้ำมูลซึ่งเป็นลำน้ำที่มีความสำคัญในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในด้านการชลประทานและการเกษตร เขื่อนสิรินธรสามารถส่งน้ำที่เก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำไปใช้ในระบบชลประทานได้เป็นพื้นที่ 150,000 ไร่ จึงช่วยให้เกษตรกรในแถบนี้ทำการเพาะปลูกได้ตลอดปี

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่เขื่อนสิรินธร ด้วยเหตุที่ว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะพืช ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบภายในต้นพืชถึงร้อยละ 85-90 และเป็นส่วนประกอบของเมล็ดแห้งและสปอร์ประมาณร้อยละ 10 น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะหล่อเลี้ยงระบบนิเวศ และดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายของสายพันธุ์ของพืช เนื่องจากน้ำเป็นโมเลกุลที่มีมากที่สุดภายในต้นพืช การเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ต้องอาศัยน้ำทั้งสิ้น กล่าวคือ น้ำทำหน้าที่เป็นตัวกลางการพาแร่ธาตุอาหารต่างๆ ในดินเข้าสู่ต้นพืช ทำให้เซลล์พืชมีความเต่งและเจริญเติบโตเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และช่วยควบคุมอุณหภูมิของต้นพืชรวมถึงช่วยพยุงให้ต้นพืชสามารถตั้งตัวอยู่ได้ นอกจากนี้แล้วยังจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืช คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกนับเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและกลไกต่างๆ ในเซลล์พืช รวมถึงส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพืช ทำให้กระทบต่อความหลากหลายของพันธุ์พืชได้ การศึกษาข้อมูล

เกี่ยวกับคุณภาพน้ำจะทำให้ทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ รวมถึงพืชพันธุ์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่เจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่ปกปักทรัพยากรดงนั้นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่เขื่อนสิรินธรจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อการสงวนและใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศในยุคปัจจุบันและอำนวยความสะดวกต่อการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในภูมิภาคแถบนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากรเขื่อนสิรินธร
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากรเขื่อนสิรินธรในช่วงฤดูกาล
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากรเขื่อนสิรินธร

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้จะทำการศึกษาคูณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากรเขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี โดยการตรวจวัดตัวแปรทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทั้งในภาคสนามและเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง ในระยะเวลา 1 ปีเพื่อให้ครบรอบฤดูกาล และนำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ศึกษามาหาความสัมพันธ์และแนวโน้มในการเกิดมลพิษในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ให้ทราบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ เขื่อนสิรินธร
- 1.4.2 ทำให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักฯ เขื่อนสิรินธรและนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนปรับปรุงคุณภาพน้ำในเขื่อนได้
- 1.4.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ และระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำในพื้นที่ปกปักฯ เขื่อนสิรินธร
- 1.4.4 เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์จากเขื่อนและการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณโดยรอบพื้นที่เขื่อนได้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเขื่อนสิรินธร

##### 2.1.1 ลุ่มน้ำลำโดมน้อย

ลุ่มน้ำลำโดมน้อยตั้งอยู่บนฝั่งขวาของแม่น้ำมูล ใกล้กับบริเวณปากแม่น้ำมูล ซึ่งอยู่สุดไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ในจังหวัดอุบลราชธานีติดกับพรมแดนระหว่างประเทศไทยและประเทศลาว ลำโดมน้อยมีกำเนิดจากเทือกเขาพนมดงรัก ในเขตอำเภอบุญศรีแล้วไหลในทิศทางจากทิศใต้ไปทิศเหนือ ผ่านเข้าเขตอำเภอพิบูลมังสาหารแล้วบรรจบกับแม่น้ำมูลในเขตอำเภอโขงเจียมก่อนที่แม่น้ำมูลจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงเพียงเล็กน้อย ลำโดมน้อยมีความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร และมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 2,100 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกเนินสูงต่ำสลับกันไป (Hilly-rolling) ปกคลุมด้วยป่าไม้ค่อนข้างหนาแน่นทางบริเวณต้นน้ำและเป็นลักษณะป่าโปร่งบริเวณตอนล่าง มีทิวเขาเป็นขอบของสันปันน้ำทางทิศตะวันออกเฉียงและทางทิศใต้ ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำจะลาดเทลงทางทิศเหนือจนบรรจบกับแม่น้ำมูล พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำลำโดมน้อยจะมีระดับประมาณ 100 เมตร (ร.ท.ก) จากลักษณะภูมิประเทศที่ประกอบด้วยเนินสูงต่ำ ทำให้ลำโดมน้อยมีแนวลำน้ำไหลลัดเลาะอยู่ระหว่างเนินเขา (a foot-hill type river) และไม่มีลักษณะของพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วม

เขื่อนสิรินธรได้ถูกสร้างขึ้นปิดกั้นลำโดมน้อยที่บริเวณซึ่งห่างจากปากน้ำของลำโดมน้อยเพียง 14 กิโลเมตร จึงทำให้เขื่อนสิรินธรนี้สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่เกิดจากลุ่มน้ำลำโดมน้อยไว้ได้เกือบทั้งหมด โดยมีพื้นที่รับน้ำฝนเหนือเขื่อนประมาณ 2,097 ตารางกิโลเมตร ผลจากการสร้างเขื่อนทำให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีลักษณะยาวและแคบไปตามลักษณะภูมิประเทศที่เป็นหุบเนินดังกล่าว อาณาเขตอ่างเก็บน้ำนี้จะยาวขึ้นไปถึงบริเวณอำเภอบุญศรี คิดเป็นความยาวของอ่างตามลำน้ำประมาณ 50 กิโลเมตร มีพื้นที่ผิวของอ่างเก็บน้ำประมาณ 288 ตารางกิโลเมตร

##### 2.1.2 เขื่อนสิรินธร

เขื่อนสิรินธรเป็นเขื่อนอเนกประสงค์ที่สร้างปิดกั้นแม่น้ำลำโดมน้อยอันเป็นสาขาของแม่น้ำมูล ที่บริเวณแก่งแซน้อย ต.ช่องเม็ก อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี (ปัจจุบันตั้งอยู่ที่ ต.นิคมสร้างตนเองลำโดมน้อย อ.สิรินธร จ.อุบลราชธานี) ที่มีความสำคัญยิ่งแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้เริ่มก่อสร้างโครงการในเดือนมิถุนายน 2511 และมีการวางศิลาฤกษ์เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2512 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทาน พระบรมราชานุญาตให้เชิญพระนามของ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ขนานนาม เชื่อนว่า “เขื่อนสิริน



ธร” การก่อสร้างตัวเขื่อนและระบบส่งไฟฟ้า ระยะแรกแล้วเสร็จในปี 2514 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเปิด เขื่อนสิรินธรเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2514 หลังจากนั้น เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2515 สำนักงานคณะกรรมการ นโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้มอบเขื่อนสิรินธรให้อยู่ในความรับผิดชอบดูแลของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เพื่อประโยชน์ทั้งทางด้านการชลประทาน การป้องกันอุทกภัย การประมง และการท่องเที่ยว รวมถึงให้ประโยชน์ทางด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า นับเป็นการสงวนและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในภูมิภาคแถบนี้ได้อย่างสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศในยุคปัจจุบัน โดยตัวเขื่อนประเภทหินถมแกนดินเหนียว มีความสูง 42 เมตร ยาว 940 เมตร สันเขื่อนกว้าง 7.5 เมตร อ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ประมาณ 288 ตารางกิโลเมตรสามารถกักเก็บน้ำได้ 1,966.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับกักเก็บน้ำสูงสุด +142.2 ม.รทก. ด้วยขนาดพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิรินธรมีพื้นที่ขนาดใหญ่สามารถเก็บกักที่ไหลบ่ามาตามแม่น้ำลำโดมน้อยและส่งน้ำที่เก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำไปใช้ในระบบชลประทานได้เป็นพื้นที่ 152,000 ไร่ จึงช่วยให้เกษตรกรในแถบนี้ทำการเพาะปลูกได้ตลอดปี อีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดขนาดใหญ่โดย กฟผ. ร่วมมือกับกรมประมง นำพันธุ์ปลาน้ำจืดขนาดใหญ่มาปล่อย อาทิ ปลายี่สก ปลาไนล ปลาโน ฯลฯ และกึ่งก้ามกรามทำให้ราษฎรมีอาชีพหลักเพิ่มขึ้น และช่วยป้องกันปัญหาน้ำท่วมและช่วยให้แม่น้ำมูลสามารถระบายน้ำลงสู่แม่น้ำโขงได้สะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการก่อสร้างระบบส่งไฟฟ้าพลังน้ำภายใต้การดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เครื่อง ขนาดกำลังผลิตเครื่องละ 12,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 36,000 กิโลวัตต์ที่สามารถใช้พลังน้ำมาผลิตพลังงานได้เฉลี่ยปีละ 90 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ทำให้ขยายขอบเขตการจ่ายกระแสไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือออกไปได้กว้างขวางขึ้น (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2562)

### 2.1.3 สภาพทางอุทกวิทยา

#### 1) น้ำฝน (Rainfall)

ฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทั่วไปจะเกิดจากฝนใน 3 ลักษณะ คือ Orographic, Cyclonic และ Convective ฝนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะ Orographic และ Cyclonic ซึ่งจะเกิดขึ้นในฤดูฝนที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีอิทธิพลอยู่ ส่วนฝนที่เกิดในลักษณะ Convective มีความเข้มข้นของฝนสูง แต่เกิดในช่วงเวลาสั้นๆ และบริเวณแคบในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีปริมาณฝนตกสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561)

#### 2) น้ำท่า (Runoff)

น้ำท่า หมายถึง ปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำ ลำธาร แม่น้ำลำคลอง ซึ่งเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโลก หลังจากที่ถูกการสูญเสียจากการระเหย จากการดูดซับของพื้นดินและพืช จากการซึมลงไปในชั้นน้ำใต้ดินลึกและอื่นๆ แล้วยังคงเหลือไหลรวมกันไปตามสภาพภูมิประเทศ จากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำรวมตัวกันมา

จนมีปริมาณมากขึ้นเป็นลำธารและไหลรวมกันต่อไปจนเป็นแม่น้ำใหญ่ ในการใช้เพื่อการเพาะปลูกนั้นสามารถอาศัยน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกโดยตรงและอาจไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำท่าเลย หากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมานั้นมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการตลอดช่วงเวลาที่ทำกรเพาะปลูก แต่การใช้ในวัตถุประสงค์อย่างอื่นอาจจำเป็นต้องอาศัยน้ำท่า เช่น การคมนาคม การประปา การผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำลำโดมน้อยมีค่าประมาณร้อยละ 40 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำลำโดมน้อยในแต่ละปี แสดงว่าปริมาณน้ำส่วนใหญ่จะสูญหายไประหว่างทางของการเปลี่ยนสภาพจากน้ำฝนมาสู่น้ำท่า ลักษณะปริมาณน้ำท่าของลำโดมน้อยจะมีปริมาณสูงสุดในช่วงเดือนกันยายน (ฝนตกหนักที่สุดในเดือนสิงหาคม) และจะลดลงอย่างรวดเร็ว และช่วงที่มีปริมาณน้ำต่ำมากคือช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน (กรมอุตุนิยมิวิทยา, 2561)

#### 2.1.4 ประโยชน์ของการสร้างเขื่อน

เขื่อนสิรินธร เป็นโครงการอเนกประสงค์จึงสามารถอำนวยประโยชน์อย่างกว้างขวางในการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- การผลิตพลังงานไฟฟ้า สามารถใช้พลังน้ำมาผลิตพลังงานได้เฉลี่ยปีละ 90 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ทำให้ขยายขอบเขตการจ่ายกระแสไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือออกไปได้กว้างขวางขึ้น
- การชลประทาน สามารถส่งน้ำที่เก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำไปใช้ในระบบชลประทานได้เป็นพื้นที่ 152,000 ไร่ จึงช่วยให้เกษตรกรในแถบนี้ทำการเพาะปลูกได้ตลอดปี
- บรรเทาอุทกภัย เขื่อนสิรินธรสามารถกักเก็บน้ำที่ไหลบ่ามาตามแม่น้ำลำโดมน้อยไว้ได้เป็นจำนวนมาก จึงช่วยป้องกันปัญหาน้ำท่วมและช่วยให้แม่น้ำมูลสามารถระบายน้ำลงสู่แม่น้ำโขงได้สะดวกยิ่งขึ้น
- การประมง อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิรินธร เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดขนาดใหญ่โดย กฟผ. ร่วมมือกับกรมประมง นำพันธุ์ปลาน้ำจืดขนาดใหญ่มาปล่อย อาทิ ปลาช่อน ปลาไน ปลาใน ฯลฯ และกักก้ามกรามทำให้ราษฎรมีอาชีพหลักเพิ่มขึ้น
- การคมนาคม สามารถใช้อ่างเก็บน้ำเป็นเส้นทางเดินเรือติดต่อค้าขายและคมนาคมขนส่งผลผลิตออกสู่ตลาดได้สะดวกอีกทางหนึ่ง
- การท่องเที่ยว

#### 2.2 คุณลักษณะของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำจืด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ น้ำผิวดิน ได้แก่ น้ำในแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ และในพื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นน้ำจืด โดยปกติน้ำผิวดินจะได้รับน้ำจากฝน และจะหายไปตามธรรมชาติด้วยการระเหย การไหลออกสู่ทะเลและการซึมลงไปได้ดิน และน้ำใต้ผิวดินหรือน้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำจืดที่ขังอยู่ใน

ช่องว่างของดินหรือหิน และยังหมายถึงน้ำที่ไหลอยู่ภายในชั้นหินอุ้มน้ำ หรือชั้นน้ำ ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน โดยปกติ น้ำใต้ดินเกิดจากการไหลซึมลงชั้นใต้ดินของน้ำผิวดิน จากแหล่งน้ำทั้งสองข้างต้น จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ดังนี้

## 2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

### 1) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิในแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงได้จากแสงที่ส่องผ่านลงไป ในแหล่งน้ำแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิ เป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช จึงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นอย่างมาก (ไพฑูริย์, 2553) นอกจากนี้ อุณหภูมิยังเป็นอีกสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายสปิซีสของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 23-32 °C ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองสัตว์น้ำจืด (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2530)

### 2) สี (Color)

สีของน้ำ คือ สีที่ละลายจนกลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำสีแท้ที่เกิดจากสารอินทรีย์ เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ สีของน้ำที่มีมาก่อนกับสีที่เกิดขึ้นหลังจากการกักเก็บไว้ระยะหนึ่ง ซึ่งสีของน้ำธรรมชาติจะไม่มี การปนเปื้อนของสียอมโดยจะมีค่าไม่เกิน 300 ADMI ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนสีจากอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) อย่างไรก็ตามหากน้ำมีสีที่เข้มส่งผลกระทบต่อ การส่องผ่านของแสงแดดลงใต้น้ำ ทำให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลง

### 3) ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นเกิดจากการที่ในน้ำมีสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยซึ่งเป็นไปได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ดิน ทรายละเอียด แพลงคตอน หรือจุลินทรีย์ เป็นต้น ถ้ามีค่าความขุ่นปริมาณมาก มีผลกระทบต่อ การสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ ซึ่งเป็นไปได้ไม่เต็มที่ ทำให้ออกซิเจนในน้ำมีน้อยและมีผลต่อการมองเห็นของสัตว์น้ำ (ไพฑูริย์, 2553)

### 4) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

การนำไฟฟ้าเป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ถ้าค่านำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีมาก แต่ถ้าค่านำไฟฟ้าต่ำก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีน้อย ซึ่งเป็นตัวชี้วัดของสารอนินทรีย์ละลายที่อยู่ในน้ำได้ (ไพฑูริย์, 2553)

## 2.2.2 คุณสมบัติทางเคมี

### 1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรดจะหมายถึงน้ำที่มีพีเอชที่ต่ำกว่า 7 และความเป็นเบสหมายถึงน้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 7 หากพีเอชของน้ำต่ำหรือสูงเกินไป จะส่งผลกระทบต่อความเครียดให้กับสิ่งมีชีวิตในน้ำ บางครั้งถึงกับทำให้สิ่งมีชีวิตตายได้ ช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถดำรงอยู่ได้ ประมาณ 6-9 เท่านั้น (มัน

ลิน, 2536) นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง และคุณภาพทางเคมีของน้ำยังเป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต เช่น ฝนกรด (acid rain) เป็นต้นเหตุให้น้ำในทะเลสาบมีสภาพกรด และทำให้ amphipod (*Gammarus lacustris*) ซึ่งเป็นอาหารของปลา brown trout หายไป (Fjellheim และคณะ, 2001)

## 2) สารอินทรีย์

การบ่งบอกความสกปรกของน้ำ มีดัชนีคุณภาพน้ำที่แสดงถึงการปนเปื้อนสารอินทรีย์ และการใช้ออกซิเจนละลายในน้ำ ผลกระทบของสารอินทรีย์ก่อให้เกิดปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ เช่น เกิดน้ำเน่าเสีย และมีกลิ่นเหม็น พารามิเตอร์ที่ใช้กันโดยทั่วไปมีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้ ได้แก่

- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำธรรมชาติและน้ำเสีย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมี กายภาพ และกระบวนการชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต

- บีโอดี (Biochemical oxygen demand) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าค่าบีโอดีสูงแสดงว่าความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ในน้ำมาก

- ซีโอดี (Chemical oxygen demand) คือค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี มักใช้เทียบหาค่าบีโอดีโดยคร่าวๆ ปกติ COD:BOD ของน้ำเสียจากชุมชนประมาณ 2-4 เท่า พารามิเตอร์เหล่านี้ไม่ได้แสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำโดยตรง แต่แสดงค่าที่เชื่อมโยงหรือคาดการณ์ปริมาณเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ในน้ำได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552, ไพฑูรย์, 2553)

## 3) ของแข็ง (Solid)

ของแข็งทั้งหมด ประกอบด้วยของแข็งแขวนลอย ของแข็งจมตัว และของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ ของแข็งจะให้น้ำมีสี ความขุ่น และมีความสกปรกมากขึ้น และเมื่อตะกอนจมตัวลงสู่ก้นน้ำ จะทำให้น้ำเกิดสภาพที่ไม่มีอากาศ ไร้ออกซิเจนในท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์และการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำสามารถบอกคุณภาพน้ำได้ โดยมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำดื่มกำหนดให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552)

## 4) ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน (Total nitrogen) และฟอสฟอรัส (Total phosphorus)

ธาตุอาหาร ได้แก่ เกลือของสารประกอบพวกไนโตรเจนและฟอสเฟต ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  และ  $\text{PO}_4^{3-}$ ) เมื่อมีปริมาณสูงและเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่ายและพืชน้ำสีเขียว หรือเรียกว่า ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือ แอลจีบลูม (Algae bloom) ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงในช่วงกลางคืน และเกิดทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำ

เนื่องจากการตายของสาหร่าย มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ กีดขวางการจราจรทางน้ำ ด้านชลประทาน และการผลิตน้ำประปา (ไพฑูรย์, 2553)

### 2.2.3 คุณสมบัติทางชีวภาพ

#### 1) Total coliform bacteria

เป็นแบคทีเรียที่พบในดิน น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ และในของเสียของมนุษย์หรือสัตว์ ถ้าตรวจพบในปริมาณที่มากพอก็จะทำให้เกิดโรค และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการบำบัดน้ำเสีย การที่จะมีโรคเกิดขึ้น ก็ต่อเมื่อแหล่งน้ำเกิดมลพิษโดยมีการปนเปื้อนของอุจจาระ แบคทีเรียที่ก่อโรค ไวรัส และปรสิต อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อมีการสัมผัสกับน้ำ และทำให้เกิดโรคในคน ได้แก่ โรคท้องร่วง ไข้ไทฟอยด์ โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ โรคที่เกิดจากเชื้อ Shigella และโรคที่เกิดจากเชื้อ Salmonella (Water Education, 2006)

#### 2) Fecal coliform bacteria

เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Total coliform bacteria ที่พบในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น โดยจะเป็นตัวบ่งบอกถึงของเสียในสัตว์หรือมนุษย์ได้ดีกว่า Total coliform bacteria ถ้ามีอยู่ในน้ำ จะไม่ทำให้เกิดอันตราย แต่จะเป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่สามารถติดต่อกันโดยทางน้ำ ซึ่งอาจเกิดจาก Fecal coliform ที่ปนเปื้อนอยู่ โดยโรคติดต่อกัน ได้แก่ โรคท้องร่วง ไข้ไทฟอยด์ กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ และไวรัสตับอักเสบนชนิด A การที่พบ Fecal coliform จะมีแนวโน้มบ่งบอกถึงผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ (WHO, 2006; Water education, 2017)

#### 3) อีโคไล (*E. coli*)

*Escherichia coli* เป็นหนึ่งในแบคทีเรียที่พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์ มีหลากหลายสายพันธุ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือในสวนน้ำที่ไม่มีระบบรักษาความสะอาดที่ได้มาตรฐาน โดยมีลักษณะอาการติดเชื้อคล้ายคลึงกัน นั่นก็คือ ปวดท้อง ท้องเสีย ท้องอืด มีไข้ เพิ่มเติม คือ อาการคลื่นไส้อาเจียน เบื่ออาหารและอ่อนเพลีย ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการรักษาให้หายขาดแบบฉับพลัน ต้องรอให้อาการจะดีขึ้นตามลำดับภายใน 5-10 วัน (อรอนงค์, 2556)

### 2.3 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ โดยกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ดังนี้

### แหล่งน้ำประเภทที่ 1 คุณภาพน้ำดีมาก

- ค่ามาตรฐาน
  - ต้องเป็นไปตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำที่จากกิจกรรมทุกประเภท
- การใช้ประโยชน์
  1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
  2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
  3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

### แหล่งน้ำประเภทที่ 2 คุณภาพน้ำดี

- ค่ามาตรฐาน
  1. ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ไม่น้อยกว่า 6 มก./ล.
  2. ความเป็นกรด-ด่าง 5-9
  3. ค่าบีโอดี (BOD) ไม่เกินกว่า 1.5 มก./ล.
  4. แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าไม่เกินกว่า 5,000MPN/100 มล.
  5. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าไม่เกินกว่า 1,000MPN/100 มล.
  6. ไนเตรต-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 5.0 มก./ล.
  7. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 0.5 มก./ล.

#### การใช้ประโยชน์

1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

### แหล่งน้ำประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำพอใช้

- ค่ามาตรฐาน
  1. ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ไม่น้อยกว่า 4 มก./ล.
  2. ความเป็นกรด-ด่าง 5-9
  3. ค่าบีโอดี (BOD) ไม่เกินกว่า 2 มก./ล.
  4. แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าไม่เกินกว่า 20,000MPN/100 มล.
  5. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าไม่เกินกว่า 4,000MPN/100 มล.
  6. ไนเตรต-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 5.0 มก./ล.
  7. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 0.5 มก./ล.

#### - การใช้ประโยชน์

1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

## 2. การเกษตร

**แหล่งน้ำประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำต่ำ**

## - ค่ามาตรฐาน

1. ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ไม่น้อยกว่า 2 มก./ล.
2. ความเป็นกรด-ด่าง 5-9
3. ค่าบีโอดี (BOD) ไม่เกินกว่า 4 มก./ล.
4. ไนเตรต-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 5.0 มก./ล.
5. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 0.5 มก./ล.

## - การใช้ประโยชน์

1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษ
2. การอุตสาหกรรม

**แหล่งน้ำประเภทที่ 5 คุณภาพน้ำต่ำมาก**

## - ค่ามาตรฐาน

1. ค่าออกซิเจนละลาย (DO) น้อยกว่า 2 มก./ล.
2. ค่าบีโอดี (BOD) เกินกว่า 4 มก./ล.

## - การใช้ประโยชน์

เพื่อการคมนาคมเท่านั้น

สำหรับมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษา อพ.สธ. ดังแสดงในตารางที่ 2-1 และ 2-2

**ตารางที่ 2-1** ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม
1	อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	23 - 32
2	ความเป็นกรด - ด่าง (pH)	-	5 - 9
3	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	ต่ำสุด 3
4	ความขุ่น (Turbidity)		
	-ความโปร่งใส (Transparency)	ชม.	30 - 60
	-สารแขวนลอย (Suspended solids)	มก./ล.	สูงสุด 25

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด ฉบับที่ 75/2530

ตารางที่ 2-2 ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำสำหรับการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์กำหนดสูงสุด)
1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5-8.5
2. ความนำไฟฟ้า	ไมโครโมลล์/ซม.	2,000
3. บีโอดี (BOD <sub>5</sub> ) มิลลิกรัม/ลิตร	มก./ล.	20
4. สี และกลิ่นที่ระบายลงสู่ทางน้ำชลประทาน (Colour and Odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
6. ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO)	มก./ล.	2.0
7. ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)	มก./ล.	100

ที่มา : คำสั่งกรมชลประทานที่ 73/2554

## 2.4 ความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

### 2.4.1 พื้นที่เพื่อการเกษตร

1) **การเกษตรกรรม** ในการพัฒนาการเกษตรเพื่อการเพาะปลูกจะมีการไถพรวนทำให้เกิดการลดแรงเกาะยึดระหว่างเม็ดดิน เมื่อเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินจะทำให้เกิดการพัดพาดินลงสู่แหล่งน้ำทำให้ตะกอนแขวนลอยในแหล่งน้ำมีค่ามากขึ้น รวมถึงในการเพาะปลูกจะมีการใช้ปุ๋ยในการเพิ่มผลผลิตจะเป็นแหล่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สำคัญ (ภูมินทร์, 2553) ซึ่งมีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ และในกรณีที่มีฝนตกหนักเกิดน้ำท่วมจนพืชผลการเกษตรเน่าตายส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแหล่งน้ำลดลงจนเกิดน้ำเน่าเสีย (กรมชลประทาน, 2554)

2) **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ** จากการศึกษาพบว่าน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะบ่อปลาที่มีการเพาะเลี้ยงแบบหนาแน่น ให้ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) สูง ปริมาณสารแขวนลอยมาก และมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำมาก โดยน้ำจะมีสีดำหรือสีเขียวเข้ม และส่งกลิ่นเหม็น (พัชรราวลัย และคณะ, 2557)

3) **การปศุสัตว์** จากการศึกษาว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ โดยพิจารณาจากฟาร์มสุกรพบปริมาณของเสียในรูปสารอินทรีย์ (BOD) มีค่าอยู่ระหว่าง 1,500 – 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกอนแขวนลอย 2,000 – 4,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันตามขนาดของฟาร์ม โดยมีน้ำเสีย เกิดขึ้น 10 – 20 ลิตร/ตัว/วัน และมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

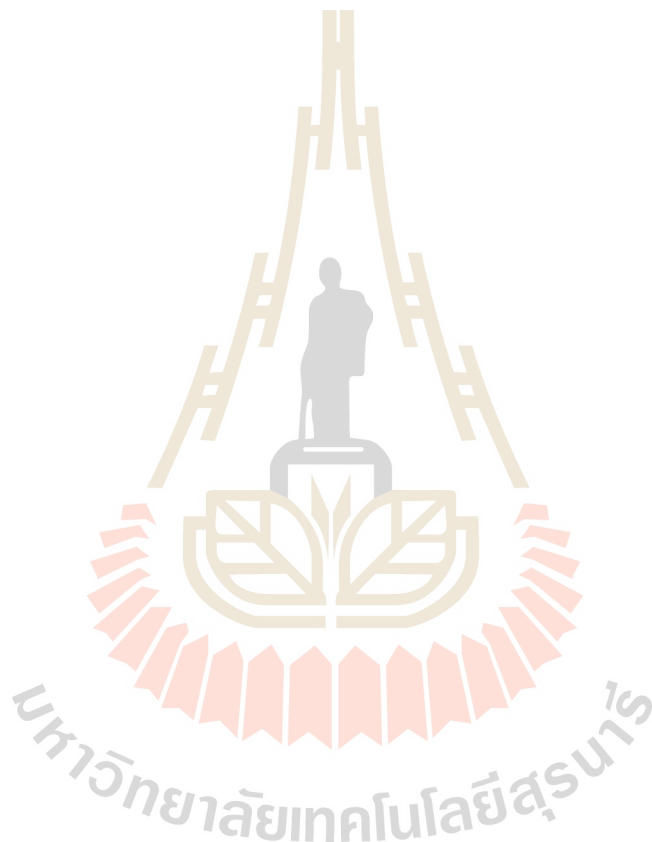
### 2.4.2 พื้นที่เขตชุมชน

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะลดต่ำลงในบริเวณที่แม่น้ำไหลผ่านชุมชน น้ำเสียจากแหล่งชุมชนเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งถูกใช้เพื่อการขนถ่ายและกำจัดของเสีย (สามารถ, 2555) ทำให้ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ตะกอนแขวนลอย ปริมาณโลหะหนัก แบคทีเรีย และสารเคมีต่างๆ มีค่าสูง



### 2.4.3 พื้นที่อุตสาหกรรม

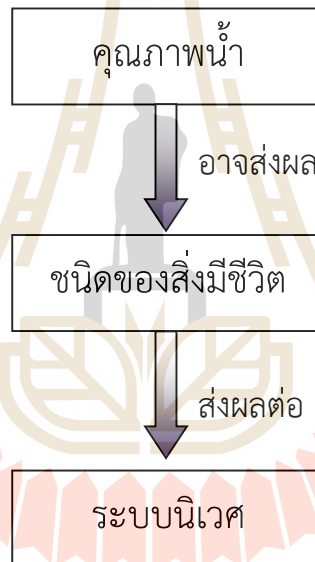
การใช้น้ำในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นการใช้เพื่อการขนถ่ายของเสีย ซึ่งอาจเป็นการถ่ายเทความร้อนสารไม่บริสุทธิ์หรือผลพลอยได้จากกระบวนการต่างๆ ของเสียที่ออกมา ทำให้ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ตะกอนแขวนลอย โลหะหนัก และสารเคมีต่างๆ ออกมาในปริมาณสูง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง จากสถานการณ์ปี 2558 พบว่าแหล่งน้ำที่มีคุณภาพเสื่อมโทรมมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2549 ได้แก่ แม่น้ำกวัง ลำตะคองตอนล่าง ระยองตอนล่าง ป่าสัก ลพบุรี เจ้าพระยาตอนบน ทำจีน ตอนกลางและล่าง เพชรบุรีตอนล่าง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการลงทุนระบบบำบัดน้ำเสีย (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)



## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

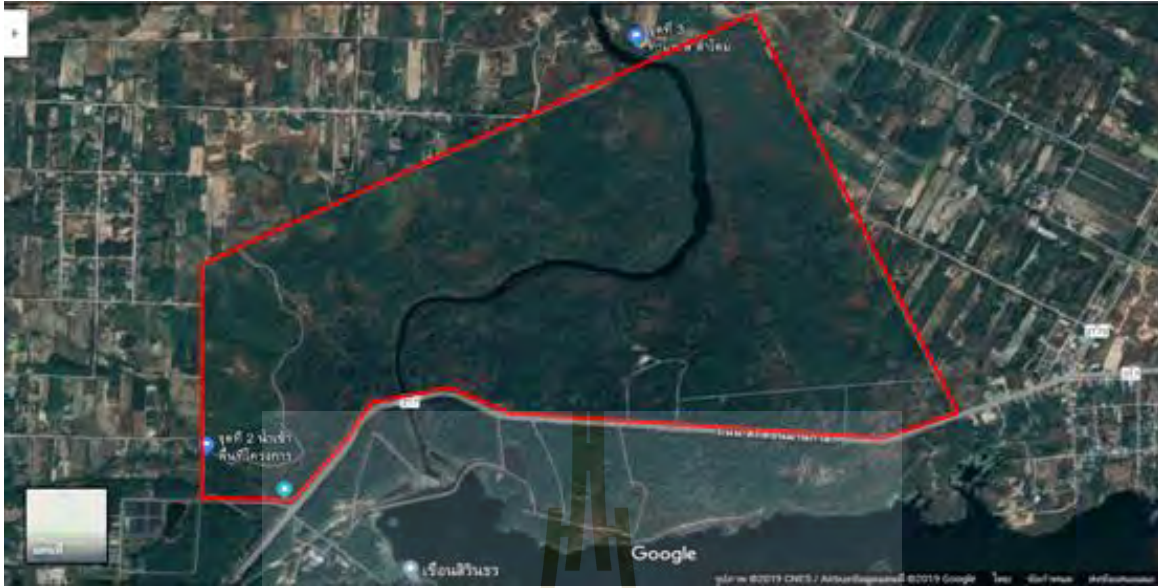
การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ ปกป้องทรัพยากรเขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีกรอบแนวคิด แสดงดังรูปที่ 3-1 กล่าวคือ คุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ปกป้องทรัพยากรเขื่อนสิรินธร ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ จะเป็นส่วนสำคัญในการทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ ทำให้มีสิ่งมีชีวิตหลากหลายสายพันธุ์ และก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของระบบนิเวศในพื้นที่โดยรอบ และยังทำให้มีการศึกษาถึงแนวโน้มในการเกิดมลพิษในพื้นที่เขื่อนได้อีกด้วย



รูปที่ 3-1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

#### 3.1 สำรวจศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่

ทำการสำรวจศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ในพื้นที่ อพ.สธ.-กฟผ. พื้นที่เขื่อนสิรินธร ดังแสดงในแผนที่โครงการอนุรักษ์ทรัพยากร (อพ.สธ.-กฟผ.) เขื่อนสิรินธร (รูปที่ 3-2) และแผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในเขตพื้นที่โครงการฯ (รูปที่ 3-3)



รูปที่ 3-2 แผนที่โครงการอนุรักษ์ทรัพยากร (อพ.สธ.-กฟผ.) เขื่อนสิรินธร



รูปที่ 3-3 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในเขตพื้นที่โครงการอนุรักษ์ทรัพยากร (อพ.สธ.-กฟผ.) เขื่อนสิรินธร

### 3.2 การกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษา

จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นในพื้นที่ที่จะศึกษาทั้งในพื้นที่จริงและจากข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิ คณะผู้วิจัยได้ทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทั้งหมด 5 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณลำห้วย

หมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ (ลำธารสายที่ 1) จุดที่ 2 บริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ (ลำธารสายที่ 2) จุดที่ 3 บริเวณลำห้วยหมากภายในเขตพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย และจุดที่ 5 บริเวณท่าแพแม่น้ำลำโดมน้อย ซึ่งทั้ง 5 จุดอยู่ในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษาการเขื่อนสิรินธร ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี (รูปที่ 3-2) โดยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีลักษณะพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างดังนี้

- 1) จุดที่ 1 บริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ เป็นลำห้วยชลประทานของอ่างเก็บน้ำห้วยหมากปากแซ ซึ่งไหลผ่านพื้นที่ชุมชนก่อนเข้าสู่เขตพื้นที่โครงการฯ
- 2) จุดที่ 2 บริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมาก เป็นลำห้วยที่มีการทำบ่อเลี้ยงปลา ก่อนไหลเข้าสู่เขตพื้นที่โครงการฯ
- 3) จุดที่ 3 ลำห้วยหมากเป็นจุดเก็บซึ่งอยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณและมีต้นไม้ปกคลุมตลอดลำน้ำและมีน้ำไหลตลอดทั้งปี
- 4) จุดที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย ซึ่งเป็นจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ในช่วงฤดูร้อนเป็นต้นไป
- 5) จุดที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย เป็นจุดน้ำออกจากพื้นที่โครงการฯ ซึ่งเป็นจุดที่มีการให้บริการล่องแพในแม่น้ำลำโดมน้อยเพื่อการสันทนาการ โดยมีความลึกของลำน้ำประมาณ 10 เมตร



รูปที่ 3-4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 ลำห้วยหมาก (ซ้าย) และ 2 ลำห้วยที่ไหลรวม (ขวา) ก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ



รูปที่ 3-5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 ลำห้วยหมาก อยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ



รูปที่ 3-6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4 ลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย



รูปที่ 3-7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย

### 3.3 การดำเนินการศึกษา

ศึกษาคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์ทรัพยากร อพ.สธ. โดยทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ 4 ครั้ง ในระยะเวลา 1 ปี คือ ครั้งที่ 1 ในระหว่างวันที่ 17-18 ธันวาคม 2561 เป็นช่วงฤดูหนาว และครั้งที่ 2 ในระหว่างวันที่ 5-6 มีนาคม 2562 เป็นช่วงฤดูร้อน-แล้ง โดยครั้งที่ 3 เป็นช่วงต้นฤดูฝน ระหว่างวันที่ 11-12 มิถุนายน 2562 และครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 3-4 กันยายน 2562 ตามการแบ่งฤดูกาลของประเทศไทย (กรมอุตุฯ, 2537) โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ แบ่งเป็น สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) สี (Color) การนำไฟฟ้า (Conductivity) ความขุ่น (Turbidity) สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ค่าบีโอดี (BOD) ค่าซีโอดี (COD) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total solid) ไนโตรเจนในรูปของไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ -N) และแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ -N) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus) และสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria) และอีโคไล (*Escherichia coli*, *E.coli*)

### 3.4 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำรวมทั้ง 13 พารามิเตอร์ จำแนกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูล กล่าวคือพารามิเตอร์ที่สามารถวิเคราะห์ได้ในภาคสนาม ณ จุดเก็บตัวอย่าง

น้ำ และพารามิเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตามมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA and WPCF, 2005) ดังแสดงใน ตารางที่ 3-1 และมีรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์ที่แสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3-1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

	พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการวิเคราะห์
พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในภาคสนาม	อุณหภูมิ (Temperature)	องศาเซลเซียส	Multi probe meter
	ค่านำไฟฟ้า (Conductivity)	ไมโครซีเมนต์/ เซนติเมตร	Multi probe meter
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	Multi probe meter
	ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen, DO)	มิลลิกรัม/ลิตร	Multi probe meter
	ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู	Turbidimeter
พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	สี* (Color)	เอทีเอ็มไอ	ADMI program on Spectrophotometric method
	ค่าบีโอดี (Biochemical oxygen demand, BOD)	มิลลิกรัม/ลิตร	BOD 5 day test
	ค่าซีโอดี (Chemical oxygen demand, COD)	มิลลิกรัม/ลิตร	Close reflux method
	ค่าของแข็งทั้งหมด (Total solids, TS)	มิลลิกรัม/ลิตร	Dried at 103-105°C
	ค่าไนเตรต (Nitrate, NO <sub>3</sub> -N)	มิลลิกรัม/ลิตร	Brucine method
	ค่าแอมโมเนีย (Ammonia, NH <sub>3</sub> -N)	มิลลิกรัม/ลิตร	Distillation nesslerization
	ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)	มิลลิกรัม/ลิตร	Ascorbic acid method
	แบคทีเรียในลำไส้ ได้แก่ - Total coliform bacteria - Fecal coliform - <i>Escherichia coli</i>	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	Multiple Tube Fermentation Technique (MPN)

หมายเหตุ\* ส่งตรวจโดยห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### 3.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) ยี่ห้อ Hach รุ่น 2100 p
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลาย ความเป็นกรด-ด่าง และการนำไฟฟ้า (Multi probe meter) ยี่ห้อ YSI รุ่น professional plus
3. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow) ยี่ห้อ Holten รุ่น Safe 2010
4. เครื่องอ่างน้ำ (Water bath) ยี่ห้อ Wise Bath และ ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB29
5. เตาอบแห้ง (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UE 500 และยี่ห้อ Binder รุ่น FED 115
6. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Distillation Unit) ยี่ห้อ VELP รุ่น UDK 140
7. เตาให้ความร้อน (Hot plate) ยี่ห้อ pbi
8. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Helios รุ่น Thermo Spectronic
9. ตู้ควบคุมอุณหภูมิบ่มเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ Memmert รุ่น BE 500
10. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ TKA รุ่น Steroclave 24 และ ยี่ห้อ Hiclave รุ่น HV-50
11. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettlertoledo รุ่น AG 285
12. เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa รุ่น XT 1200 C
13. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ยี่ห้อ Shin-ei รุ่น TYPE OD-10

### 3.6 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

รายชื่อของสารเคมีและสูตรโมเลกุลสำหรับที่ใช้ในงานวิจัย สรุปลำดับ ตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อสารเคมี	สูตรโมเลกุล
กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)	HCl
กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
กรดไนตริก (Nitric acid)	HNO <sub>3</sub>
กรดบอริก (Boric acid)	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
กรดซัลฟานิลิก (Sulfanilic acid)	4-NH <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> H



ตารางที่ 3-2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

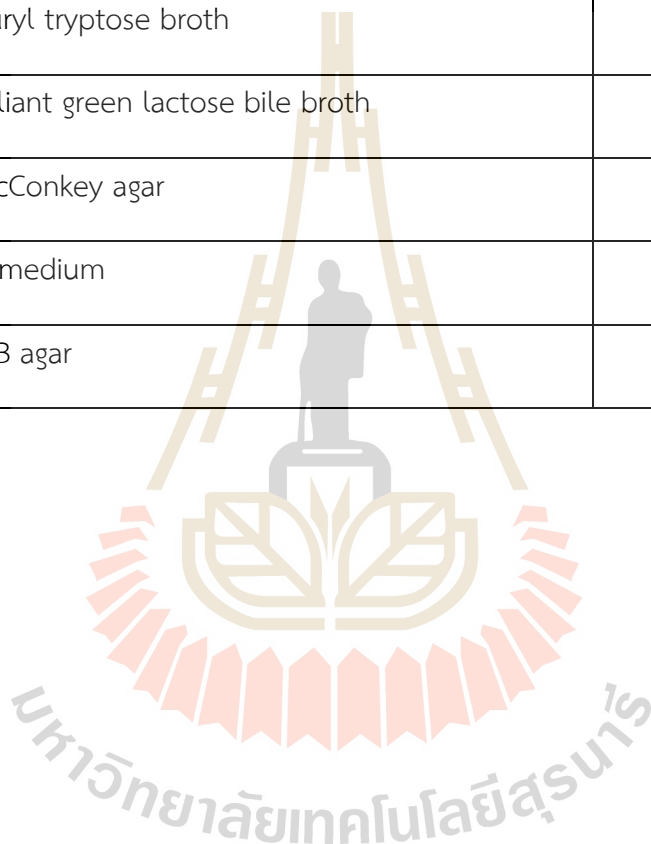
ชื่อสารเคมี	สูตรโมเลกุล
กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid)	$C_7H_6O_3$
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)	NaOH
เมธิลเรด (Methyl red)	$C_{13}H_{15}N_3O_2$
เมทิลีน บลู (Methylene blue)	$C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 2H_2O$
เอทิลแอลกอฮอล์ 95% (Ethyl alcohol)	$C_2H_5OH$
ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)	$C_{20}H_{14}O_4$
โพแทสเซียมแอนติโมนิทาร์เตรต (Potassium antimonyltartate)	$K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$
แอมโมเนียม โมลิบเดต (Ammonium molybdate)	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$
กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)	$C_6H_8O_6$
โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogenphosphate)	$KH_2PO_4$
โพแทสเซียม คลอโรแพลตตินेट (Potassium chloroplatinate)	$K_2PtCl_6$
โคบอลต์ส คลอไรด์ (Cobaltous chloride)	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$
โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride)	KCl
แมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium sulfat)	$MgSO_4$
แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride)	$CaCl_2$
เฟอร์ริกคลอไรด์ (Ferric chloride)	$FeCl_3$
แมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulfat)	$MnSO_4 \cdot H_2O$

ตารางที่ 3-2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ชื่อสารเคมี	สูตรโมเลกุล
โซเดียมไอโอดด์ (Sodium iodide)	NaI
โซเดียมเอไซด์ (Sodium azide)	NaN <sub>3</sub>
โซเดียมไทโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต (Sodium thiosulfate pentahydrate)	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O
โพแทสเซียมไบไอโอดेट (Potassium bi-iodate)	KH(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
โพแทสเซียมไอโอดด์ (Potassium iodide)	KI
โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate)	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
เมอร์คิวรีซัลเฟต (Mercury sulfate)	HgSO <sub>4</sub>
เฟอร์รัสซัลเฟต (Ferrous sulfate)	FeSO <sub>4</sub>
โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (Potassium hydrogen phthalate)	C <sub>8</sub> H <sub>5</sub> KO <sub>4</sub>
ไฮดราซีนซัลเฟต (Hydrazine sulfate)	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
เฮกซะเมทิลีนเตตรามีน (Hexamethylenetetramine)	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub>
บรูซีนซัลเฟต (Brucine sulfate)	(C <sub>23</sub> H <sub>26</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
โซเดียมเตตระบอเรต (Sodium tetraborate)	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>
โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	NaCl
โพแทสเซียมไนเตรต (Potassium nitrate)	KNO <sub>3</sub>
ซิลเวอร์ซัลเฟต (Silver sulfate)	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous ammonia sulfate)	Fe(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O

ตารางที่ 3-2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ชื่อสารเคมี	สูตรโมเลกุล
1,10 ฟิแนนโทลีนโมโนไฮเดรต (1,10-Phenanthroline monohydrate)	$C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$
แป้ง (Starch)	-
อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth	-
อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth	-
อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar	-
อาหารเลี้ยงเชื้อ EC medium	-
อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar	-



## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและอภิปรายผล

#### 4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่เขื่อนสิรินธร เพื่อทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของน้ำในพื้นที่ เนื่องจากคุณภาพของน้ำจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ รวมถึงพืชพันธุ์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่ปกปักษ์รักษาการโดยในการศึกษาครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม 2561 ครั้งที่ 2 ในระหว่างวันที่ 5-6 มีนาคม 2562 ครั้งที่ 3 ในระหว่างวันที่ 11-12 มิถุนายน 2562 และครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 3-4 กันยายน 2562 ได้ทำการศึกษาสองส่วน ได้แก่ การสำรวจพื้นที่ เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำและศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ดังกล่าว จาก การ ส ำ ร วจ พ ื น ที่ เบื้องต้น โดยศึกษาจากข้อมูลปฐมภูมิ ทดสอบ และ การ ลง ส ำ ร วจ ใน พ ื น ที่ จ ริ ง ได้ทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำ ทั้งหมด 5 จุด คือ จุดที่ 1 บริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 2 บริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมาก จุดที่ 3 ลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย ซึ่งเป็นจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ในช่วงฤดูร้อนเป็นต้นไป และจุดที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย ซึ่งทั้ง 5 จุดอยู่ในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษาการเขื่อนสิรินธร ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) สี (Color) การนำไฟฟ้า (Conductivity) ความขุ่น (Turbidity) คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ค่าบีโอดี (BOD) ค่าซีโอดี (COD) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total solid) ไนโตรเจนในรูปของไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ -N) และแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ -N) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus) และคุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria) ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria) และอีโคไล (*Escherichia coli*, *E. coli*) และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยทำการวิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างสำหรับบางพารามิเตอร์ และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์คุณภาพในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้รายละเอียดดังกล่าวได้แสดงดังตารางที่ 4-1 ถึง 4-3

ตารางที่ 4-1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

พารามิเตอร์	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5				ค่ามาตรฐาน
	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)		
Temperature (°C)	25.63 ±0.15	28.30 ±0.00	31.47 ±0.06	24.60 ±0.00	23.80 ±0.00	27.73 ±0.06	27.90 ±0.00	24.17 ±0.06	24.00 ±0.00	26.80 ±0.00	28.30 ±0.00	24.40 ±0.00	29.60 ±0.17	29.97 ±0.15	24.63 ±0.06	27.30 ±0.00	29.43 ±0.21	32.90 ±0.00	27.23 ±0.06	เป็นไปตาม ธรรมชาติ <sup>ก</sup> , 23-32 <sup>ก</sup>	
Color (ADMI)	25.50 ±0.03	48.25 ±2.36	15.50 ±3.32	85.25 ±18.48	51.00 ±0.00	54.75 ±1.89	57.00 ±3.65	109.50 ±8.70	42.00 ±0.00	54.50 ±2.08	62.75 ±6.39	95.25 ±4.99	37.75 ±3.95	11.00 ±2.94	106.75± 8.02	4.50 ±0.71	12.25 ±2.63	4.75 ±3.20	22.25 ±3.77	เป็นไปตาม ธรรมชาติ <sup>ก</sup>	
Conductivity (µS/cm)	210.00 ±4.59	56.17 ±0.12	303.13 ±1.95	35.87 ±0.02	100.50 ±0.10	69.03 ±0.51	72.00 ±0.00	21.40 ±0.20	163.90 ±0.17	47.43 ±0.21	140.27 ±0.12	20.50 ±0.10	33.67 ±0.57	34.67 ±2.32	20.85 ±0.48	23.67 ±0.06	25.93 ±0.12	25.73 ±0.06	24.03 ±0.06	2,000 <sup>ข</sup>	
Turbidity (NTU)	19.00 ±0.96	12.50 ±0.10	21.90 ±0.10	37.88 ±1.03	8.33 ±0.53	11.47 ±0.21	15.87 ±0.06	53.53 ±0.23	7.38 ±0.05	6.82 ±0.09	49.13 ±0.45	44.00 ±0.82	4.42 ±0.21	6.85 ±0.26	43.70 ±0.10	2.78 ±0.04	2.92 ±0.07	2.27 ±0.06	11.47 ±0.12	-	

หมายเหตุ : <sup>ก</sup> มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

<sup>ข</sup> มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทานฯ แหล่งที่มา : คำสั่งกรมชลประทานที่ 73/2554 เรื่อง การป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน ลงวันที่ 1 เมษายน 2554

<sup>ค</sup> ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ



<sup>ค</sup> ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

พารามิเตอร์	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4			จุดที่ 5				ค่ามาตรฐาน
	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	
pH	7.46 ±0.05	7.13 ±0.03	6.67 ±0.02	6.60 ±0.06	7.53 ±0.07	6.87 ±0.01	6.58 ±0.05	7.40 ±0.13	7.36 ±0.14	6.93 ±0.16	6.63 ±0.04	6.17 ±0.03	7.25 ±0.13	7.53 ±0.04	6.76 ±0.05	6.70 ±0.14	6.59 ±0.06	7.34 ±0.03	6.42 ±0.12	5-9 <sup>ก,ข</sup> , 6.5-8.5 <sup>ค</sup>
DO (mg/L)	6.43 ±0.24	7.22 ±0.05	5.25 ±0.05	6.63 ±0.11	5.24 ±0.04	6.08 ±0.02	3.84 ±0.08	6.29 ±0.19	5.39 ±0.02	3.72 ±0.12	2.97 ±0.05	5.56 ±0.03	7.29 ±0.04	6.74 ±0.05	5.45 ±0.18	5.39 ±0.03	5.94 ±0.02	5.84 ±0.06	4.87 ±0.09	4.0 <sup>ก</sup> , 2.0 <sup>ข</sup>
BOD (mg/L)	2.18 ±0.08	4.07 ±0.03	5.52 ±0.08	2.98 ±0.10	4.82 ±0.03	4.48 ±0.03	4.67 ±0.03	2.38 ±0.03	5.43 ±0.08	3.73 ±0.18	6.40 ±0.05	2.07 ±0.06	3.05 ±0.00	3.45 ±0.00	2.20 ±0.00	4.35 ±0.05	3.00 ±0.00	4.80 ±0.10	2.22 ±0.03	1.5 <sup>ก</sup> , 20 <sup>ข</sup>
COD (mg/L)	7.76 ±0.00	10.13 ±3.70	6.40 ±0.00	9.60 ±0.00	7.76 ±0.00	16.53 ±1.85	7.47 ±1.85	12.80 ±0.00	7.76 ±0.00	20.80 ±0.00	16.00 ±0.00	12.80 ±0.00	14.40 ±0.00	9.60 ±0.00	12.80 ±0.00	10.35 ±4.48	8.00 ±0.00	4.27 ±1.85	5.33 ±0.00	100 <sup>ข</sup>
Total Solid (mg/L)	188.7 ±1.00	41.56 ±5.87	110.89 ±8.15	76.89 ±12.55	74.1 ±10.6	43.11 ±11.13	53.00 ±2.31	78.00 ±6.67	111.9 ±17.7	16.44 ±4.44	123.89 ±1.26	52.27 ±9.48	4.67 ±2.08	50.44 ±0.84	60.44 ±6.05	27.1 ±1.3	7.5 ±6.36	36.00 ±3.30	25.67 ±1.41	-
Nitrate (mg/L)	0.0185 ±0.001	0.0173 ±0.000	0.0237 ±0.000	0.0361 ±0.002	0.0201 ±0.001	0.0169 ±0.000	0.0337 ±0.000	0.0392 ±0.001	0.0171 ±0.001	0.0163 ±0.000	0.0544 ±0.000	0.0369 ±0.003	0.0025 ±0.000	0.0112 ±0.000	0.0393 ±0.002	0.0058 ±0.004	0.0098 ±0.000	0.0020 ±0.000	0.0170 ±0.001	5.0 <sup>ก</sup>
Ammonia (mg/L)	0.37 ±0.00	ND	ND	ND	0.47 ±0.16	ND	ND	ND	0.19 ±0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.75 ±0.16	ND	ND	ND	0.5 <sup>ก</sup>
Total Phosphorous (mg/L)	0.0253 ±0.004	0.0306 ±0.001	0.0408 ±0.011	0.0335 ±0.003	0.0234 ±0.007	0.0294 ±0.003	0.0532 ±0.021	0.0571 ±0.007	0.0198 ±0.005	0.0183 ±0.001	0.0496 ±0.008	0.0582 ±0.007	0.0116 ±0.001	0.0324 ±0.009	0.0360 ±0.002	0.0171 ±0.006	0.0147 ±0.001	0.0405 ±0.019	0.0325 ±0.019	-

ตารางที่ 4-2 คุณภาพน้ำทางเคมี

หมายเหตุ : <sup>ก</sup> มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

<sup>ข</sup> มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทานฯ แหล่งที่มา : คำสั่งกรมชลประทานที่ 73/2554 เรื่อง การป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน ลงวันที่ 1 เมษายน 2554

ตารางที่ 4-3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

พารามิเตอร์	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4			จุดที่ 5				ค่ามาตรฐาน
	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	ฤดูหนาว (ธ.ค./ 2561)	ฤดูร้อน (มี.ค./ 2562)	ฤดูฝน (มิ.ย./ 2562)	ฤดูฝน (ก.ย./ 2562)	
Total coliform bacteria (MPN/100 ml)	350	>2400	>1,600	1,600	240	1600	1,600	>1,600	920	130	1,600	>1,600	130	1,600	>1,600	22	350	94	430	5,000 <sup>n</sup>
Fecal coliform bacteria (MPN/100 ml)	350	>2400	>1,600	>1,600	79	>2400	540	>1,600	220	130	1,600	>1,600	49	1,600	>1,600	17	48	33	350	1,000 <sup>n</sup>
<i>E. coli</i>	40	79	11	4	3.7	240	48	3.7	6.1	11	94	8.1	9	46	8.2	6.8	27	1.8	8.3	-

หมายเหตุ : <sup>n</sup> มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537



## 4.2 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในแหล่งน้ำเขื่อนสิรินธรบริเวณพื้นที่ ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. ในช่วงฤดูกาล

จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนสิรินธร โดยรอบที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและพันธุกรรมพืชในเขตพื้นที่ปกปักนั้นได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งหมด 4 ครั้ง ตั้งแต่ปลายปี 2561 ถึงปลายปี 2562 ครอบคลุม 3 ฤดู ตามการแบ่งฤดูกาลของประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561) เพื่อศึกษาแนวโน้มคุณภาพน้ำตามช่วงฤดูกาลและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. โดยครั้งที่ 1 ในระหว่างวันที่ 17-18 ธันวาคม 2561 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ครั้งที่ 2 ในระหว่างวันที่ 5-6 มีนาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศเริ่มร้อนและมีความแห้งแล้ง รวมทั้งน้ำในลำห้วยมากซึ่งเป็นลำธารที่อยู่ภายในพื้นที่โครงการมีปริมาณน้อยมาก จึงให้กำหนดให้การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 นี้เป็นช่วงฤดูร้อน-แล้ง ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 11-12 มิถุนายน 2562 เป็นช่วงต้นฤดูฝน มีปริมาณฝนเล็กน้อย และครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 3-4 กันยายน 2562 เป็นช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกหนักทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นมากและมีน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ ทั้งนี้ผลจากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในช่วงฤดูกาลทั้ง 3 มีผลดังนี้

### 4.2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

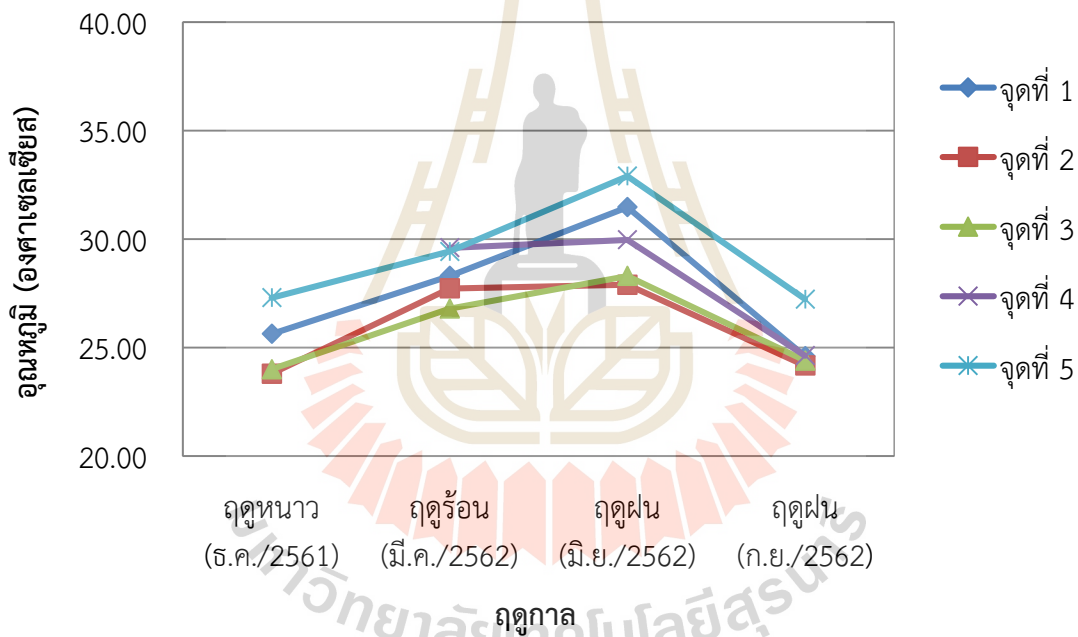
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพตามจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 2 บริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 3 บริเวณลำห้วยหมากภายในเขตพื้นที่โครงการฯ จุดที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย และจุดที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ (ตารางที่ 4-1)

#### 4.2.1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

การตรวจวัดค่าอุณหภูมิของน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในทุกฤดูกาลพบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำทั้ง 5 จุดแนวโน้มของอุณหภูมิในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในฤดูกาลต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4-1 อุณหภูมิของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากฤดูหนาวในเดือนธันวาคมไปถึงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน ซึ่งค่าอุณหภูมิของน้ำมีความแปรผันไปตามอุณหภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ในฤดูหนาวและฤดูฝนที่มีฝนตกและมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำมีค่าประมาณ 23-27 °C (พัชรวาลัย และคณะ, 2557) และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บ พบว่าจุดที่ 2 อุณหภูมิระหว่าง 23.80 – 27.90 °C และจุดที่ 3 อุณหภูมิระหว่าง 24.00 – 28.30 °C โดยบริเวณจุดที่ 2 บริเวณลำห้วยหมากซึ่งเป็นลำธารที่อยู่ภายในเขตพื้นที่โครงการฯ และจุดที่ 3 บริเวณลำห้วยหมากภายในเขตพื้นที่โครงการฯ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีไม้ยืนต้นปกคลุมตลอดลำธารซึ่งส่งผลกระทบต่อรังสีของแสงแดด จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำบริเวณดังกล่าวต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ขณะที่จุดที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย เป็นจุดที่มีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงที่สุด อุณหภูมิระหว่าง 27.23 – 32.90 °C ซึ่งบริเวณจุดเก็บดังกล่าวมีลักษณะเป็นพื้นที่โล่งแจ้งได้รับแสงเต็มที่ จึงเกิดการ



ถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำอุณหภูมิของน้ำจึงสูงขึ้น อีกทั้งช่วงเวลาในการเก็บและปริมาณน้ำในแหล่งน้ำยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิของแหล่งน้ำ กล่าวคือ ตัวอย่างน้ำที่เก็บช่วงเวลาเที่ยงวัน-ช่วงบ่าย อุณหภูมิของน้ำจะมีแนวโน้มสูงกว่าการตรวจวัดในช่วงเวลาเช้า อีกทั้งความตื้น-ลึกของน้ำยังส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำ อย่างไรก็ตามค่าอุณหภูมิของน้ำทุกจุดตรวจวัดยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองสัตว์น้ำจืด คือ มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 23-32 °C (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2530) ทั้งนี้จะเห็นได้จากบริเวณดังกล่าวจะมีสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู กุ้ง และตัวอ่อนของแมลง เช่น ตัวอ่อนแมลงหอนอนปลอก ตัวอ่อนแมลงปอ และแมงกะพุงน้ำ (จิ้งจอกน้ำ) อาศัยอยู่ ซึ่งตัวอ่อนแมลงดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพว่าแหล่งน้ำดังกล่าวเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากตัวอ่อนแมลงจะอาศัยอยู่ในลำน้ำที่สะอาดมาก คือ น้ำที่ปราศจากเชื้อที่อาจทำให้เกิดโรคโดยมีน้ำเป็นสื่อ และไม่มีสารพิษเจือปน และหากมีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ต้องไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2562)

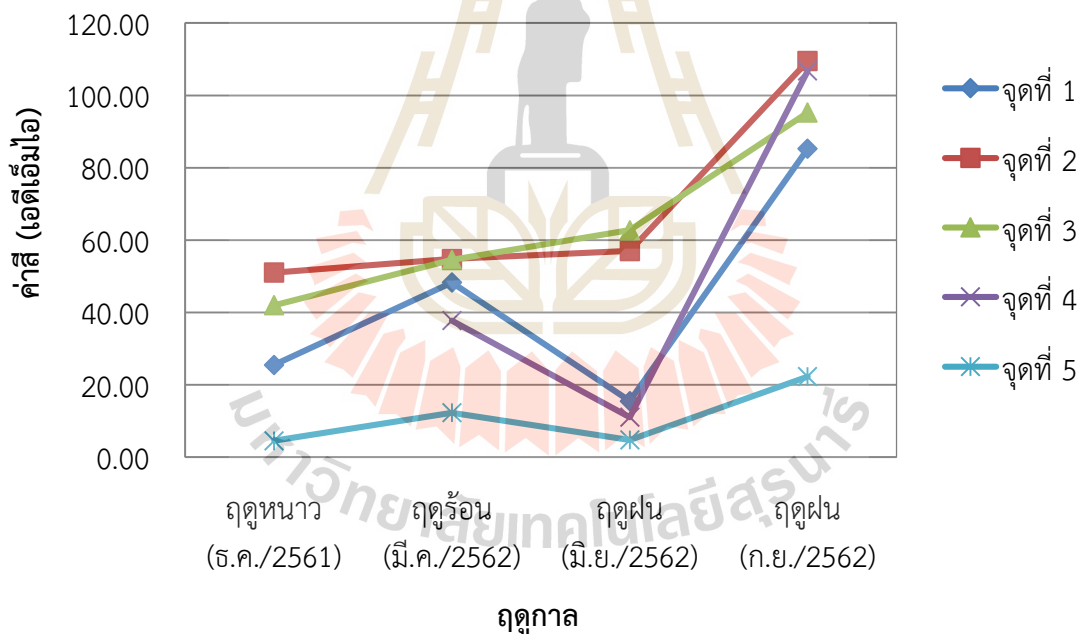


รูปที่ 4-1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.1.2 สี (Color)

การศึกษาสีของน้ำในหน่วยเอดีเอ็มไอ หรือ American Dye Manufacturers Institute (ADMI) สามารถตรวจวัดปริมาณของสี (Color value) ในทุกหน่วยสี ไม่นับที่สีใดสีหนึ่ง ทำให้สามารถตรวจสอบการปนเปื้อนของสีย้อม (Dye) และเม็ดสี (Pigment) ในน้ำได้ ค่าสีของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลอยู่ระหว่าง 4.50–109.50 ADMI (ตารางที่ 4-1) มีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนสีจากอุตสาหกรรม 300 ADMI (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) เนื่องจากเป็นค่าสีตามธรรมชาติ น่าจะไม่มีสาร

ปนเปื้อนของสีย้อม การเปรียบเทียบค่าของสีในแต่ละจุดเก็บตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-2 พบว่าสีของน้ำมีแนวโน้มเพิ่ม-ลดลงตามฤดูกาล ในฤดูร้อน-แล้ง มีปริมาณน้ำลดลงส่งผลให้ค่าของสีมีค่ามากขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำมีค่ามากขึ้น และพบว่าในช่วงต้นฤดูฝนเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำมากขึ้น จึงอาจทำให้สีมีค่าลดลง โดยเฉพาะจุดที่ 1 4 และ 5 มีค่าลดลงอย่างมาก จุดที่ 2 ไม่แตกต่างกันมาก ในขณะที่จุดที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสีของน้ำในฤดูฝนของเดือนกันยายนพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำมีค่าสีของน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มของสีนั้นอาจจะมาจากการที่น้ำในลำน้ำเป็นน้ำฝนที่ชะหน้าดินทำให้มีความขุ่นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากสีของน้ำในช่วงฤดูฝนที่มีค่ามากที่สุด และมีลักษณะเป็นลำน้ำที่ไหลผ่านชุมชนและพื้นที่ป่าไม้ ทำให้เกิดการเน่าเปื่อยของใบไม้ หญ้าหรือพืชพรรณนานาชนิด ซึ่งมีสารลิกนิน เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสีขึ้น (มันสิน และมันรักษ์, 2551) เมื่อเปรียบเทียบค่าของสีในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าจุดที่ 2 และ 3 มีค่ามากกว่าจุดอื่น ซึ่งทั้งสองจุดเป็นบริเวณลำห้วยหมากในพื้นที่ปกปักฯ ซึ่งจะมีสารอินทรีย์สารมากและอาจมีการทับถม เน่าเปื่อยของพืช ทั้งนี้ในจุดที่ 5 มีค่าน้อยที่สุด อาจเนื่องจากเป็นบริเวณที่น้ำไหลผ่านพื้นที่ปกปักฯ ไปแล้วทำให้มีค่าของสารอินทรีย์ลดลง

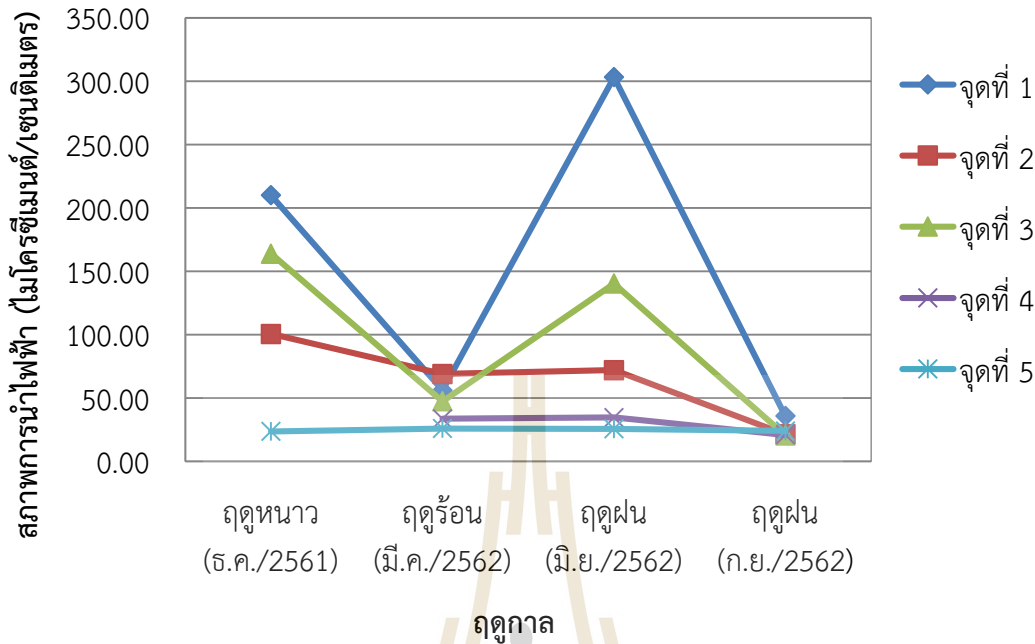


รูปที่ 4-2 การเปรียบเทียบสีของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.1.3 สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)

การตรวจวัดสภาพการนำไฟฟ้าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 20.85–210.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ตารางที่ 4-1) ทั้งนี้ US Salinity Laboratory Staff (USSL, 1954) และองค์การอาหารและเกษตรของสหประชาชาติ Food and Agriculture Organization of the United

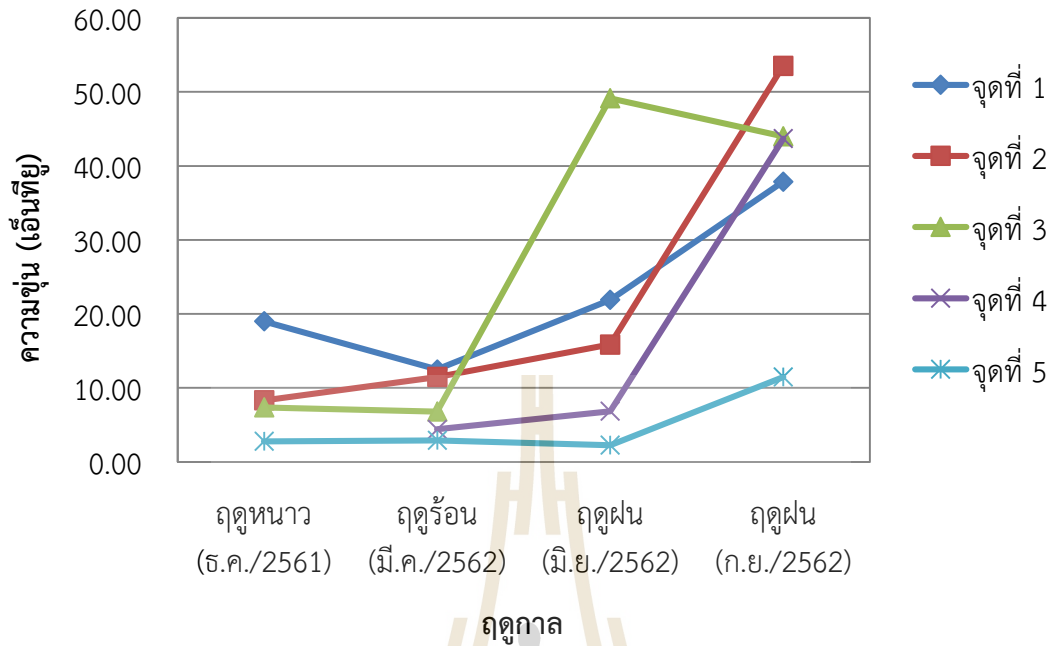
Nations (2019) ได้แบ่งชั้นคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานและการเพาะปลูกจากผลของค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังกล่าวพบว่าคุณภาพน้ำของพื้นที่ปกปักฯ เชื่อนสิรินธร จัดอยู่ในเกณฑ์ของน้ำที่มีคุณภาพดี คือ มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ซึ่งเป็นน้ำชลประทานที่ใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัดและมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้เพาะปลูกพืชทุกชนิด โดยทั่วไปน้ำธรรมชาติมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 10-1,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ดังนั้นค่าการนำไฟฟ้าจึงเป็นดัชนีอย่างหยาบที่ใช้ประเมินแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำหรือประเมินความเน่าเสียของแหล่งน้ำเบื้องต้นได้ การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-3 พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกจุดเก็บตัวอย่างจากฤดูหนาวกับต้นฤดูฝนและในช่วงฤดูฝน โดยมีลักษณะสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าอุณหภูมि เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจะทำให้สารต่างๆ แยกตัวได้ดีขึ้น ทำให้ออนสามารถเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่อ 1 องศาเซลเซียส (ไพฑูริย์, 2553) อย่างไรก็ตามในฤดูร้อน-แล้งมีค่าการนำไฟฟ้าลดลงในขณะที่อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นนั้น อาจเป็นเพราะการตกตะกอนของสารในแหล่งน้ำ เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าค่าการนำไฟฟ้าจากจุดที่ 1 ไปถึง จุดที่ 5 จะลดลงตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพของแหล่งน้ำที่ไหลเข้าสู่ลำน้ำในพื้นที่ปกปักฯ กล่าวคือ ลำธารที่ไหลผ่านเข้าสู่พื้นที่ปกปักฯ ในส่วนที่กำหนดให้เป็นจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1 และ 2 นั้น เกิดจากลำธาร 2 สายไหลมารวมกัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งเป็นลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนก่อนเข้าสู่พื้นที่โครงการไปยังจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จึงอาจมีการปนเปื้อนของน้ำทั้งจากกิจกรรมของชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีสารอินทรีย์และสารละลายต่าง ๆ ลงสู่ลำธารได้ รวมทั้งในช่วงต้นฤดูฝนที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่โครงการมีอัตราการไหลที่เพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้เกิดการพัดพาสารละลายหรือแร่ธาตุลงสู่แหล่งน้ำจึงทำให้วัดค่าการนำไฟฟ้าได้สูงขึ้น และเมื่อน้ำไหลผ่านเข้ามายังพื้นที่ปกปักฯ ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำมีแนวโน้มลดลง และเมื่อตรวจวัดบริเวณปลายลำห้วยหมากซึ่งเป็นจุดเก็บที่ 4 ซึ่งเป็นบริเวณปลายน้ำของลำห้วยหมากที่ไหลลงสู่ลำน้ำลำโดมน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชหรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ รวมถึงตะกอนสารถูกดักจับด้วยรากของพืชหรือแร่ธาตุบางส่วนจับกับตะกอนและตกลงสู่ก้นน้ำจึงทำให้วัดค่าการนำไฟฟ้าได้น้อยลง ขณะที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ซึ่งเป็นบริเวณท่าแพแม่น้ำลำโดมน้อย พบว่าเป็นจุดที่ค่าการนำไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งนี้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของแม่น้ำจะแตกต่างกันไปตามอิทธิพลของสภาพแหล่งน้ำด้วย เช่น ลักษณะทางเคมีของดิน สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ขบวนการทางชีวเคมีในแหล่งน้ำนั้นและกิจกรรมของประชากรในพื้นที่ดังกล่าว โดยบริเวณต้นน้ำจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่ำเนื่องจากกระยะทางที่เพิ่มขึ้นน้ำจะชะล้างเอาสารต่างๆ ซึ่งเกิดจากธรรมชาติ หรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สะสมเพิ่มขึ้น (ศรีสุวรรณ และคณะ, 2555)



รูปที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.1.4 ความขุ่น (Turbidity)

การตรวจวัดค่าความขุ่นบริเวณจุดเก็บทั้ง 5 จุดตามฤดูกาล สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรูปที่ 4-4 พบว่าค่าความขุ่นมีการแปรผันไปตามสภาพพื้นที่และลักษณะการใช้ที่ดิน ซึ่งในช่วงฤดูร้อนค่าความขุ่นของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ยกเว้นจุดที่ 1 ที่มีค่าลดลงเนื่องจากเป็นจุดที่รวบรวมน้ำก่อนเข้าพื้นที่ปกปักฯ ซึ่งปริมาณน้ำมีผลเจือจางสารที่แขวนลอยอยู่ได้ อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความขุ่นเพิ่มสูงมากขึ้นในช่วงฤดูฝน อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่หรือในช่วงที่มีฝนตกมากจากการทดลองพบว่าค่าความขุ่นจะมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกันยายน สังเกตได้จากค่าความขุ่นที่เพิ่มสูงขึ้นโดยทั่วไปค่าความขุ่นจะลดลงในฤดูแล้งและเพิ่มขึ้นในฤดูฝนนอกจากนี้การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร และกิจกรรมของประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณแหล่งน้ำหรือลุ่มน้ำนั้น ๆ ยังมีส่วนทำให้ค่าความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอีกด้วย (ไพฑูรย์, 2553) เมื่อเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำในแต่ละจุดเก็บพบว่าจุดที่ 1 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าจุดที่ 4 และ 5 เนื่องจากเมื่อไหลผ่านพื้นที่ปกปักฯ ที่มีพืชพรรณต่าง ๆ ปกคลุมตลอดลำน้ำซึ่งจะช่วยให้อัตราการไหลของน้ำลดลง ส่งผลให้มีการตกตะกอนของสารแขวนลอยค่าความขุ่นของน้ำจึงลดลง



รูปที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

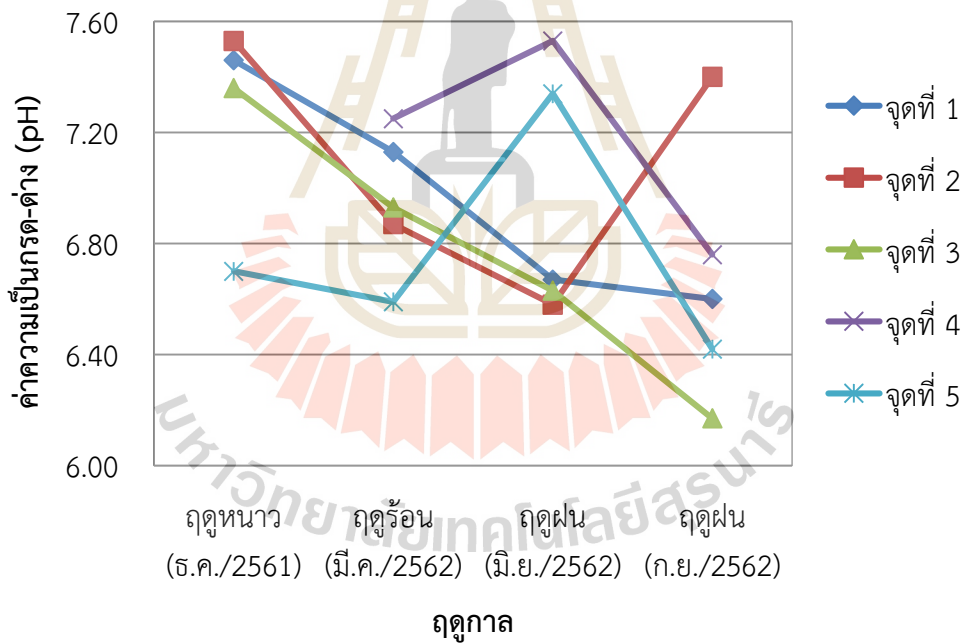
#### 4.2.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีในช่วงฤดูกาลในการครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ในเดือนธันวาคม ครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนและมีความแห้งแล้งมาก ในเดือนมีนาคม ครั้งที่ 3 เป็นช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเล็กน้อยและครั้งที่ 4 ในเดือนกันยายน ซึ่งมีฝนตกหนัก มีปริมาณน้ำฝนมากและมีน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ ตามจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดมีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4-2 และการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ค่าบีโอดี (BOD) ค่าซีโอดี (COD) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total solid) ไนโตรเจนในรูปของไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ -N) และแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ -N) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-5 ถึง 4-11 ตามลำดับ

##### 4.2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH : พีเอช)

ผลการศึกษาค่าพีเอชของแหล่งน้ำในพื้นที่เขตปภักฯ พื้นที่เขื่อนสิรินธรทั้ง 5 จุด มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.42-7.53 (ตารางที่ 4-2) แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำไม่ถูกรบกวนจากปัจจัยต่าง ๆ จึงทำให้ค่าพีเอชของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก และยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 คือ 5-9 ซึ่งแหล่งน้ำในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังไม่มีปัญหาในเรื่องของค่าพีเอชที่ผิดปกติ ยกเว้นในบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ อาจมีปัญหาในการรั่วซึมของน้ำที่มีพีเอชต่ำ เข้าสู่แหล่งน้ำผิวดินอื่น ๆ เป็นผลทำให้แหล่งน้ำมีพีเอชต่ำผิดปกติและอาจเป็นอันตรายต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ เนื่องจากไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

และแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ (มันสิน และมันรัช, 2551) การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-5 เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่าค่าพีเอชจะลดลงจากฤดูหนาวถึงฤดูฝนตามลำดับ ในฤดูร้อนในแหล่งน้ำมีปริมาณน้ำลดลง น้ำมีลักษณะนิ่งอาจมีการตกตะกอนของสารในน้ำทำให้ค่าพีเอชลดลง ในขณะที่ในฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำฝนจะมีค่าพีเอชที่ต่ำกว่า 7 เนื่องจากอิทธิพลของฝนที่ชะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะทำให้น้ำฝนมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.5 (ศรีสุวรรณ และคณะ, 2555) ทำให้ค่าพีเอชลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตามค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนในบางจุด อาจมีสาเหตุมาจากน้ำฝนที่มีค่าพีเอชต่ำสามารถละลายหินปูนที่อยู่ในแหล่งน้ำเป็นผลให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นได้ (มันสิน และมันรัช, 2551) เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าในจุดที่ก่อนเข้าพื้นที่ปกปักฯ และในพื้นที่ปกปักฯ (จุดที่ 1-3) มีค่าพีเอชต่ำกว่าอาจเนื่องมาจากการย่อยสลายพืชพรรณที่เน่าเปื่อยทับถมเป็นผลให้มีค่าพีเอชลดลง ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณนั้นทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงได้ (ไพฑูรย์, 2553)

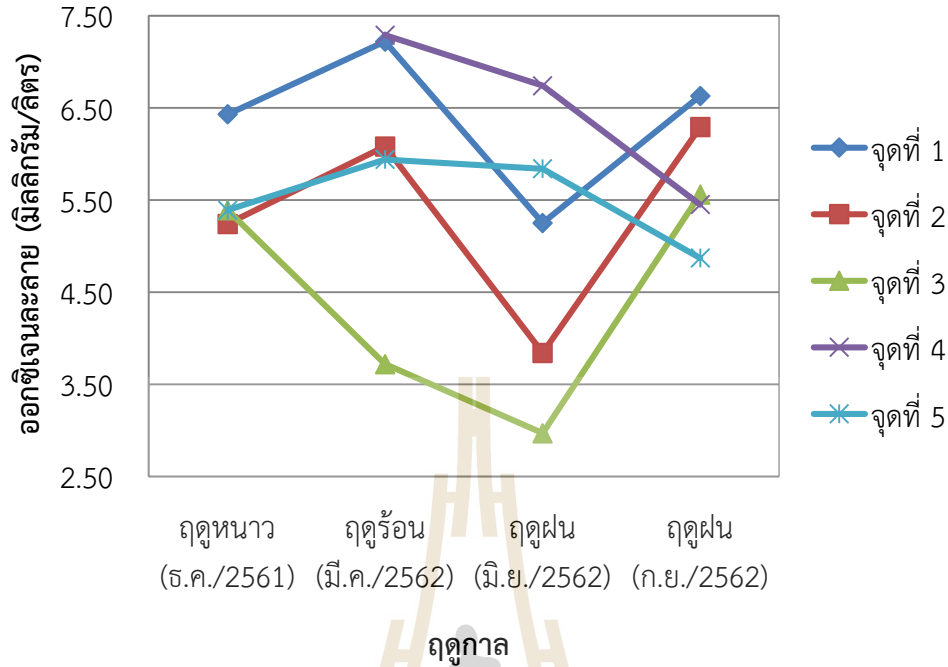


รูปที่ 4-5 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.2 ออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen : DO)

การตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายบริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 ในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ ในทุกฤดูกาล พบว่ามีค่าระหว่าง 2.97-7.29 mg/L (ตารางที่ 4-2) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค

โรคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน ในประเภท 2 3 และ 4 กำหนดให้มีค่าออกซิเจนละลายไม่น้อยกว่า 6.0 4.0 และ 2.0 ตามลำดับ โดยในประเภทที่ 2 เหมาะสำหรับการอนุรักษ์สัตว์น้ำ และประเภทที่ 3 เหมาะสำหรับการเกษตร การเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายของน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-6 เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่าจะมีค่าสูงขึ้นในฤดูร้อน เนื่องจากการกักเก็บความร้อนไว้ที่ผิวน้ำและมีกระบวนการสังเคราะห์แสงทำให้มีออกซิเจนละลายอยู่มาก (พัชรวาลัย และคณะ, 2557) ยกเว้นจุดที่ 3 ที่มีค่าออกซิเจนละลายลดลง เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ทำให้อัตราของกระบวนการสร้างและสลายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสูงขึ้น จุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวมีลักษณะเป็นแอ่งน้ำซึ่งมีเศษใบไม้และซากพืชทับถมในแหล่งน้ำประกอบกับในช่วงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างมีสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ทำให้อัตราของกระบวนการสร้างและสลายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสูงขึ้น จึงมีการนำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการดังกล่าวมากขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดต่ำลง อีกทั้งหากอุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง แต่จากผลการศึกษาพบว่าในช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายนพบค่าออกซิเจนละลายของน้ำมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมามีอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้น้ำที่ผิวน้ำจะมีอุณหภูมิลดลงแล้วจมลงสู่ชั้นล่าง ทำให้น้ำในชั้นล่างลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ซึ่งในน้ำชั้นล่างมีการสะสมของเสีย มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย ทำให้ค่าออกซิเจนละลายลดลง (พัชรวาลัย และคณะ, 2557) และเมื่อเปรียบเทียบแล้วจะพบว่าในฤดูฝนค่าออกซิเจนละลายมีค่าต่ำกว่าในฤดูร้อนอาจเนื่องจากน้ำฝนมีการชะพาสารอินทรีย์มากกับน้ำ มีการปนเปื้อนมากขึ้นทำให้มีการย่อยสลายด้วยกระบวนการทางธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายมากขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าจุดที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ช่วงต้นทางเข้าพื้นที่ปกปักฯ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำนิ่งรวมทั้งมีการทับถมของซากพืชซากสัตว์และมีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่สำหรับเส้นทางเดินเข้าโครงการฯ ขณะที่จุดที่ 4 พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายสูงที่สุดซึ่งจุดดังกล่าวเป็นลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ปกปักฯ ที่บริเวณโดยรอบมีป่าไม้ปกคลุมตลอดทำให้น้ำในลำธารได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชในบริเวณนั้น อย่างไรก็ตามสภาพของแหล่งน้ำทั้ง 5 จุด ยังมีสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าออกซิเจนละลายในน้ำไม่น้อยกว่า 3.0 mg/L



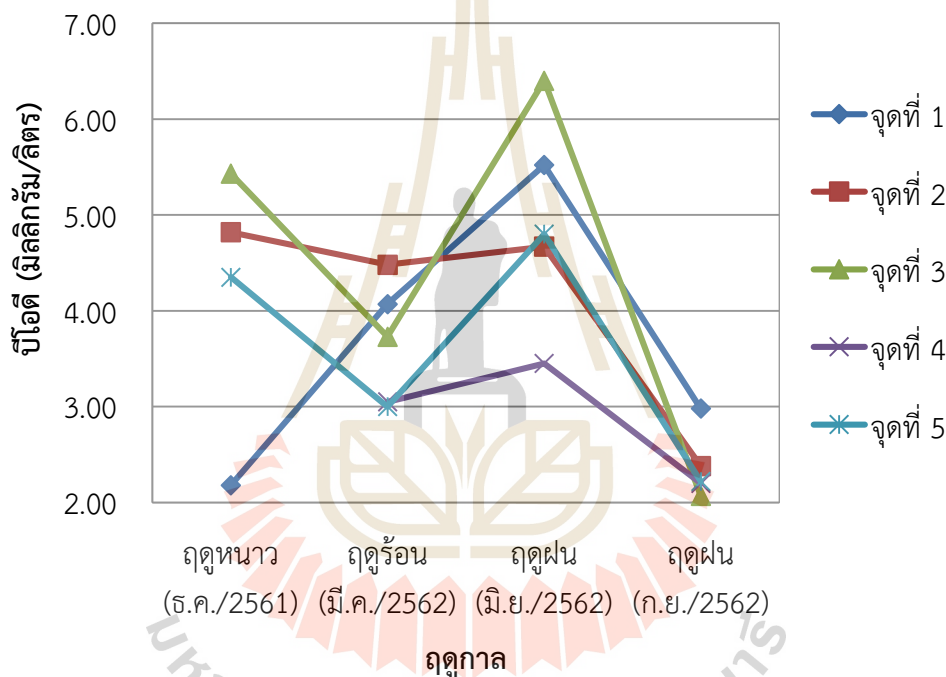
รูปที่ 4-6 การเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.3 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)

บีโอดี (BOD) หรือ Biochemical Oxygen Demand เป็นค่าความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ หากค่าบีโอดีมีค่าสูงแสดงว่าน้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาก ค่าบีโอดีจึงเป็นค่าที่บอกถึงความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำ การวิเคราะห์ค่าบีโอดีของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดตามฤดูกาล พบว่ามีค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 2.07-6.40 mg/L (ตารางที่ 4-2) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำที่กำหนดให้ค่าบีโอดีไม่ควรเกิน 1.5 mg/L ซึ่งจากผลการตรวจวัดพบว่า ทั้ง 5 จุดมีค่าบีโอดีเกินเกณฑ์กำหนด ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทานพบว่าค่าบีโอดีจากการตรวจวิเคราะห์ของทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงฤดูกาลมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าไม่เกิน 20 mg/L การเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-7 เมื่อมีการเปรียบเทียบค่าบีโอดีตามฤดูกาลพบว่าค่าบีโอดีสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับค่าออกซิเจนละลายที่ลดลงมาก ซึ่งในฤดูฝนมีน้ำฝนที่ตกลงมาไหลชะพา สารอินทรีย์ปนเปื้อนในแหล่งน้ำทำให้เพิ่มความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และเมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าค่าบีโอดีในจุดที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าออกซิเจนละลายที่มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ภายในพื้นที่ปกปักฯ น้ำมีการ



ไหลไม่มากเกิดการย่อยสลายได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามค่าบีโอดีมีแนวโน้มลดลงในช่วงปลายของลำน้ำ ซึ่งมีสภาพเป็นพื้นที่ป่าปกคลุม ไม่พบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำ จึงทำให้ทางน้ำนั้นสามารถปรับสภาพตัวเองโดยจะมีการทำความสะอาดมลสาร (pollutants) ต่าง ๆ ให้มีความเข้มข้นน้อยลงและกลับมามีออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นนี้เป็นการทำความสะอาดตัวเองของลำน้ำ (self-purification of natural waters) โดยสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะนำของเสียที่มีอยู่ในน้ำเสียออกมาใช้เป็นอาหารทำให้ลำน้ำนั้นสะอาดขึ้นมาอีกครั้ง ดังนั้นหากปริมาณสารอินทรีย์ปะปนในแหล่งน้ำมากเท่าใด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำก็จะถูกนำไปใช้มากยิ่งขึ้น จึงมีผลทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลง (สิริแซ และคณะ, 2556)

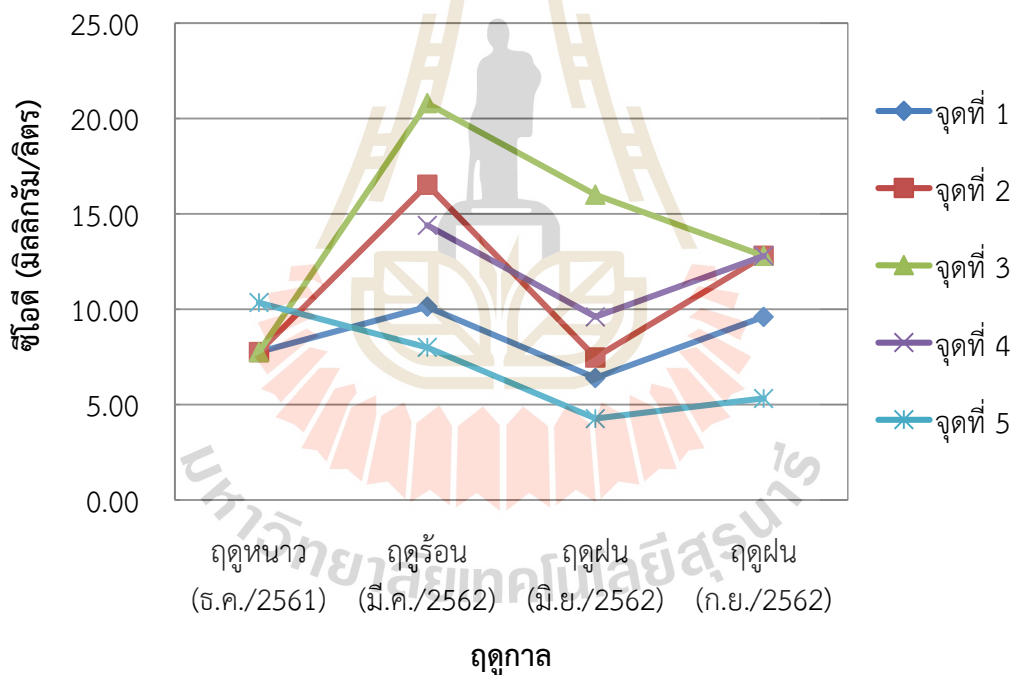


รูปที่ 4-7 การเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.4 ซีโอดี (Chemical oxygen demand : COD)

ซีโอดี (COD) หรือ Chemical oxygen demand เป็นค่าของการออกซิไดส์สารอินทรีย์ด้วยสารเคมี ซึ่งหากมีค่าซีโอดีสูง แสดงว่าในน้ำมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูงเช่นกัน ค่าซีโอดีนี้จึงเป็นค่าที่บอกลถึงความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำและค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าที่สามารถเชื่อมโยงหรือคาดการณ์ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำได้ซึ่งผลกระทบของสารอินทรีย์นั้นจะก่อให้เกิดปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและยังเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำได้อีกด้วย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552) การวิเคราะห์น้ำจากจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดตามฤดูกาล พบว่า

ค่าซีโอติอยู่ระหว่าง 4.27-20.80 mg/L (ตารางที่ 4-2) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานการระบายน้ำลางทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน พบว่าค่าซีโอติจากการตรวจวิเคราะห์ของทุกจุดเก็บตัวอย่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าไม่เกิน 100 mg/L การเปรียบเทียบค่าซีโอติของน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-8 พบว่าในช่วงฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากปริมาณน้ำที่ลดลงอาจส่งผลให้สารปนเปื้อนในน้ำมีความเข้มข้นสูงขึ้น และพบว่าลดลงในช่วงต้นฤดูฝน อย่างไรก็ตามในฤดูฝนช่วงเดือนกันยายน มีฝนตกหนักมีโอกาสน้ำฝนจะไหลชะพาสารอินทรีย์ปนเปื้อนมากับน้ำทำให้ค่าซีโอติสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าซีโอติแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าจุดที่ 3 เป็นจุดที่มีค่าสูงที่สุดสอดคล้องกับค่าบีโอดีที่สูงที่สุด และค่าออกซิเจนละลายน้ำของจุดดังกล่าวที่มีค่าลดลง รวมถึงค่าสีของน้ำในจุดดังกล่าวที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน ซึ่งจุดเก็บดังกล่าวมีลักษณะเป็นลำน้ำที่ไหลผ่านจากชุมชนเข้าสู่พื้นที่ป่าไม่ทำให้เกิดการเนาเปื่อยของใบไม้ หญ้าหรือพืชพรรณนานาชนิด ซึ่งมีสารลิกนินเป็นส่วนประกอบ (ภูมินทร์, 2553) จึงทำให้ค่าซีโอติเพิ่มสูงขึ้น

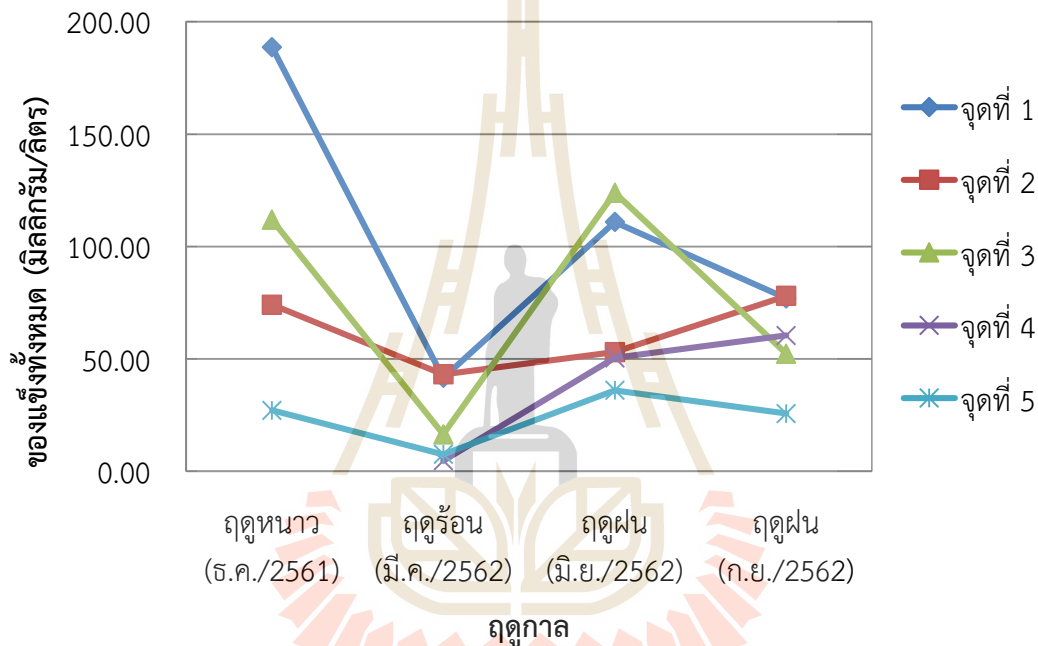


รูปที่ 4-8 การเปรียบเทียบค่าซีโอติของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.5 ของแข็งทั้งหมด (Total solid : TS)

การวิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล พบว่ามีค่าของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 7.5-111.90 mg/L (ตารางที่ 4-2) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล การเปรียบเทียบค่าความขุ่นในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-9 จากการสำรวจคุณภาพน้ำพบว่าของแข็งทั้งหมด

ในน้ำจากการเก็บตัวอย่างน้ำช่วงฤดูฝนพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการตรวจวัดในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้เกิดจากการพัดพาตะกอนดินโคลนบ้างลงสู่แหล่งน้ำในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำอาจเกิดจากปัจจัยที่มีอิทธิพลได้อีกหลายประการ เช่น ลักษณะและช่วงการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ และปริมาณน้ำฝน (สิริขะ และคณะ, 2556) เป็นต้น โดยพบว่าค่าของแข็งทั้งหมดสอดคล้องกับค่าบีโอดี อาจแสดงได้ว่าของแข็งดังกล่าวคือสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ เมื่อเปรียบเทียบค่าของแข็งทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าจุดที่ 1-3 มีค่ามากกว่าจุดที่ 4-5 ซึ่งบริเวณที่มีค่าสูงเป็นจุดที่ลำน้ำไหลผ่านชุมชนก่อนเข้าสู่พื้นที่ปกปักฯ และในพื้นที่ปกปักฯเอง โดยค่าของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงหลังจากออกจากพื้นที่

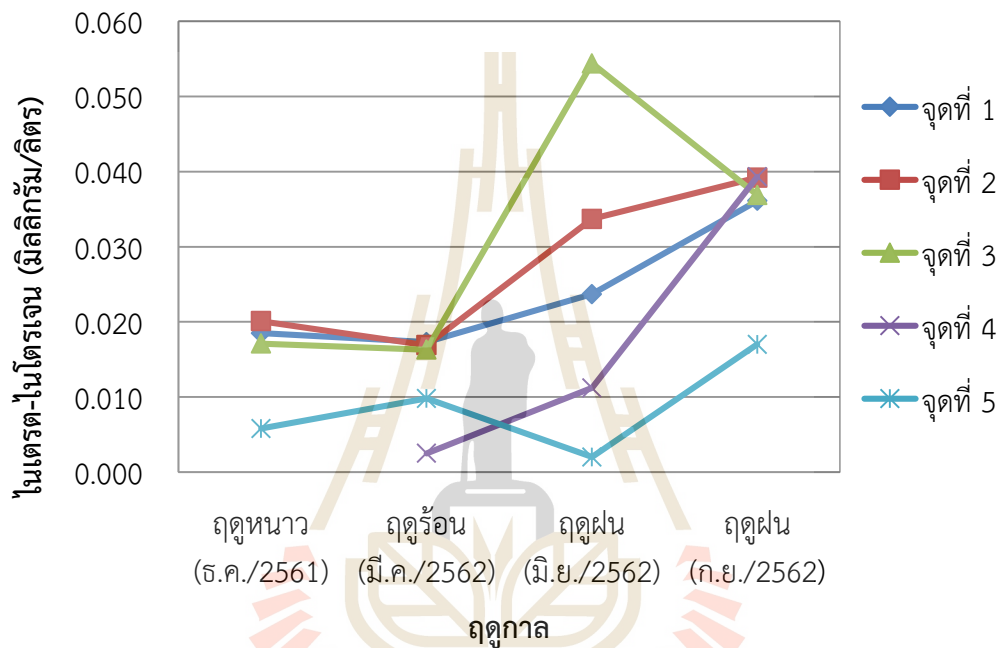


รูปที่ 4-9 การเปรียบเทียบค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.6 ไนเตรต-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3^-$ -N)

ไนเตรต-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3^-$ -N) เป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินไปความต้องการแอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรตต่อไป (สิริขะ และคณะ, 2556) การวิเคราะห์ค่าไนเตรตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล พบว่ามีค่าไม่เกิน 0.0392 mg/L (ตารางที่ 4-2) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่ามีค่าไนเตรตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 5 mg/L โดยทั่วไปในน้ำผิวดินจะพบไนเตรตในปริมาณน้อย กล่าวคือต่ำกว่า 1 mg/L ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล การเปรียบเทียบค่าไนเตรตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-10 พบว่าไน

เตรตจากการเก็บตัวอย่างน้ำช่วงต้นฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเป็นผลมาจากการชะพาของน้ำฝน โดยเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าจุดที่ 3 เป็นจุดที่มีค่าไนเตรตสูง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากบริเวณจุดดังกล่าวเป็นลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนซึ่งมีการทำการเกษตรโดยมาจากชลประทานในจุดที่ 1 เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนลงสู่แหล่งน้ำในทางอ้อม เมื่อมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้มีค่าสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่มีการใช้ปุ๋ย 3-10 เท่า (นภาพร และสมนิต, 2552) และจากการไหลผ่านของน้ำในพื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลาของน้ำในจุดที่ 2 ซึ่งมีค่าไนเตรตสูงรองลงมาจากจุดที่ 3



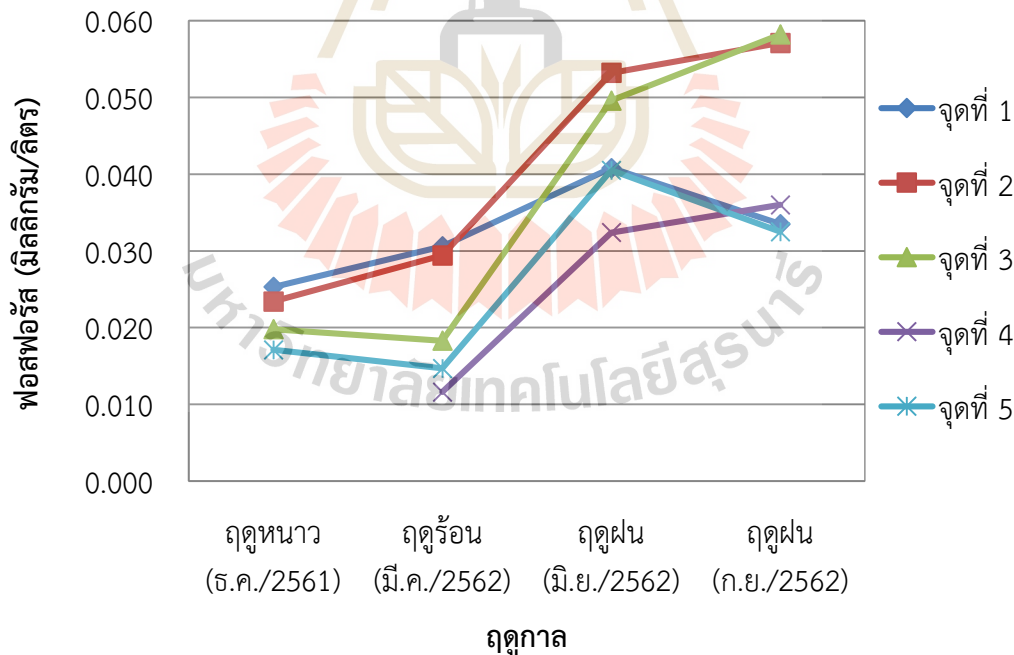
รูปที่ 4-10 การเปรียบเทียบค่าไนเตรต-ไนโตรเจนของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

#### 4.2.2.7 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )

ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมาจากการย่อยสลายโปรตีน ซึ่งมักพบมากในแหล่งน้ำเสียชุมชนจากการเก็บตัวอย่างน้ำตรวจวิเคราะห์พบแอมโมเนียในจุดที่ 1-4 อยู่ระหว่าง 0.19-0.47 mg/L (ตารางที่ 4-2) ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมาตรฐานน้ำผิวดินกำหนด คือ ไม่เกิน 0.5 mg/L ในขณะที่จุดที่ 5 มีค่า 0.75 mg/L ซึ่งเกินมาตรฐาน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นจุดล่องแพท่องเที่ยว อาจมีการปนเปื้อนจากของเสียจากมนุษย์ได้ โดยทั่วไปในน้ำที่ไม่เสียจะมีปริมาณของแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) และสารประกอบแอมโมเนียละลายอยู่เพียงเล็กน้อย หรือน้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร (ไพฑูรย์, 2553) อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูร้อนและช่วงต้นฤดูฝนนั้นไม่พบว่ามีแอมโมเนียปนเปื้อนในแหล่งน้ำ อาจเนื่องจากไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียที่พบในน้ำผิวดินจะมีปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับที่พบในน้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชน จึงเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าแหล่งน้ำยังไม่มี การปนเปื้อนของน้ำเสียที่มีความสกปรกมากลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง

#### 4.2.2.8 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus : TP)

ฟอสฟอรัสในน้ำโดยทั่วไปอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต การปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมในครัวเรือนของประชากรที่อาศัยอยู่รอบ ๆ พื้นที่ เช่น การซักผ้า อาบน้ำ ล้างจาน ซึ่งล้วนเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ประโยชน์จากสารโซเดียมไตรพอลิฟอสเฟตซึ่งทำหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพให้สารลดแรงตึงผิว จึงมีผลทำให้ค่าฟอสเฟตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าบริเวณจุดอื่น ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่พบในน้ำเสียชุมชนไทยมีค่าระหว่าง 2-10 mg/L (สิริแฉ และคณะ, 2556) และอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ค่าฟอสเฟตเพิ่มสูงขึ้น เกิดจากการใช้ปุ๋ยในพื้นที่การเกษตรรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษากฎพัลลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชผลทางการเกษตรจะมีปริมาณสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ (นภาพรและสมนิต, 2552) การวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล พบว่ามีค่าไม่เกิน 0.0582 mg/L (ตารางที่ 4-2) ซึ่งถือได้ว่ามีค่าน้อยมาก ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนฟอสฟอรัสจากกิจกรรมของมนุษย์และการเกษตรเพียงเล็กน้อย การเปรียบเทียบค่าฟอสฟอรัสในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 4-11 พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสในน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากการชะพาของน้ำฝน เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำพบว่า ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-3 มีค่าสูง ซึ่งแนวโน้มสอดคล้องกับค่าไนเตรตในน้ำ โดยสูงที่สุดในจุดที่ 2 เนื่องจากเป็นลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลา ทำให้มีค่าฟอสฟอรัสสูง



รูปที่ 4-11 การเปรียบเทียบค่าฟอสฟอรัสของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล

### 4.2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีในช่วงฤดูกาลในการครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ในเดือนธันวาคม ครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนและมีความแห้งแล้งมาก ในเดือนมีนาคม ครั้งที่ 3 เป็นช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเล็กน้อยและครั้งที่ 4 ในเดือนกันยายน ซึ่งมีฝนตกหนัก มีปริมาณน้ำฝนมากและมีน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ ตามจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria) และอีโคไล (*Escherichia coli*, *E. coli*) แสดงดังตารางที่ 4-3

#### 4.2.3.1 แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)

แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4 มีค่าสูงอยู่ระหว่าง 130 ถึงมากกว่า 2,400 MPN/100 ml ซึ่งจุดที่ 1 และ 2 เป็นส่วนของน้ำที่ไหลผ่านชุมชนก่อนเข้าพื้นที่ปกปักรักษา และในจุดที่ 3 และ 4 เป็นลำธารภายในพื้นที่โครงการซึ่งรองรับน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชน จึงอาจได้รับการปนเปื้อนของสิ่งปนเปื้อนจากชุมชนลงสู่ลำน้ำ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามฤดูกาล เนื่องจากน้ำฝนที่ชะพาสารปนเปื้อนจากชุมชนมากับลำธาร อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 5,000 MPN/100 ml สำหรับจุดที่ 5 มีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกิน 430 MPN/100 ml ซึ่งน้อยกว่าค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดก่อนเข้าพื้นที่และในพื้นที่ปกปักรักษา ซึ่งให้เห็นว่าการไหลผ่านของน้ำไปในพื้นที่ปกปักรักษา มีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดลดลง ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำโดยธรรมชาติ

#### 4.2.3.2 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria)

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด โดยพบว่าจุดที่ 1 และ 2 มีค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ซึ่งพบมากที่สุดที่ฤดูร้อนคือมากกว่า 2400 MPN/100 ml ในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐาน ซึ่งอาจคาดการณ์ได้ว่าแหล่งน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนของสิ่งปนเปื้อนจากครัวเรือนลงสู่แหล่งน้ำ อันเนื่องมาจากการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงหรือจากการพัดพาของน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำ

#### 4.2.3.3 อีโคไล (*E. coli*)

อีโคไล (*E. coli*) หรือ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่มักพบอยู่ในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น (อรอนงค์, 2556) เป็นสาเหตุของอาการท้องร่วงคล้ายน้ำซาวข้าว จากผลการวิเคราะห์อีโคไลพบว่าน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ทุกฤดูกาลพบมีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล เนื่องจากในบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างมีชุมชนตั้งอยู่ และมีการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่บริเวณเขื่อนทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวลงสู่แหล่งน้ำได้ แม้ว่าจะยังไม่มีมาตรฐานกำหนดปริมาณเชื้ออีโคไลในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่การ

พบว่าเมื่อใช้โคลิโคไลในน้ำซีให้เห็นว่า น้ำนั้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค ก่อนการนำมาอุปโภค-บริโภค

#### 4.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปัก

##### ทรัพยากร อพ.สร.เขื่อนสิรินธร

คุณภาพของแหล่งน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ปกปักฯ พบว่าจุดที่ 1 และ 2 เป็นบริเวณก่อนเข้าพื้นที่ปกปักฯ โดยจุดที่ 1 เป็นลำห้วยชลประทานของอ่างเก็บน้ำห้วยหมากปากแซ และจุดที่ 2 เป็นลำห้วยที่มีการทำบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งทั้งสองจุดนี้จะมีค่าของการปนเปื้อนสารอินทรีย์ในน้ำประกอบด้วย ค่าสี ความขุ่น บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ไนเตรต และฟอสฟอรัส มีค่าสูง ซึ่งมีผลต่อค่าออกซิเจนละลายทำให้มีค่าน้อย นอกจากนี้ยังมีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมากกว่าเมื่อเทียบกับจุดที่น้ำไหลผ่านพื้นที่ปกปักฯ ไปแล้ว คือ จุดที่ 4 บริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อย และจุดที่ 5 บริเวณท่าแพลำโดมน้อย จากผลนี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำที่ผ่านพื้นที่ปกปักฯ มีคุณภาพที่ดีขึ้น ในขณะที่จุดที่ 3 เป็นจุดเก็บซึ่งอยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณและมีต้นไม้ปกคลุมตลอดลำน้ำและมีน้ำไหลตลอดทั้งปี กลับมีค่าของการปนเปื้อนสูงที่สุด ซึ่งส่งผลให้มีค่าออกซิเจนละลายน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นต้นทางของพื้นที่ที่รับน้ำมาจากจุดที่ 1 และ 2 นอกจากนี้ยังมีลักษณะของน้ำที่ค่อนข้างนิ่งอาจทำให้เกิดการสะสมและเน่าเสียของพืชและอินทรีย์สารอื่นๆ ได้ และมีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่สำหรับเส้นทางเดินเข้าโครงการฯ ทำให้คุณภาพของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ผ่านมาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เหมาะกับการเกษตร สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 2 4 และ 5 จัดอยู่ในประเภทที่ 2 สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมาะการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษานิตของปลาและสัตว์ผิวดินในพื้นที่ปกปักฯ ตามฤดูกาลตั้งแต่ธันวาคม 2561 ถึงกันยายน 2562 สสำรวจพบปลามากกว่า 40 ชนิด กล่าวคือเป็นพื้นที่อนุรักษ์และอาจยังมีความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ และการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสัตว์หน้าดิน (Average Score Per Taxa: ASPT) กับคุณภาพน้ำ มีค่าประมาณ 4-6 ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำคุณภาพปานกลาง (พงศ์เทพ และคณะ, 2562)

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึง เดือนกันยายน 2562 ตามช่วงฤดูกาล ได้แก่ ช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน เพื่อติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนสิรินธร มีผลสรุปดังต่อไปนี้

#### 5.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำเขื่อนสิรินธรในช่วงฤดูกาล

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูหนาว ฤดูร้อน ต้นฤดูฝนที่เริ่มมีปริมาณน้ำฝนเล็กน้อยแต่ในช่วงกลางวันยังคงมีสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว และฤดูฝนที่มีฝนตกชุก มีบางพื้นที่เกิดน้ำท่วม ผลการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับฤดูกาล กล่าวคือในฤดูฝนจะมีน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงและมีค่าใกล้เคียงในฤดูหนาว ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.80-32.90 °C ค่าพีเอชของน้ำฝนที่มีค่าต่ำกว่า 7 ทำให้พีเอชในแหล่งน้ำลดลงแต่ยังอยู่ในช่วง 6.17-7.53 นอกจากนี้ น้ำฝนจะชะพาสารอินทรีย์ สารที่ผิวดิน และสารที่ปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งมีผลให้ค่าสีและความขุ่นเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ค่าบีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ไนเตรต และฟอสฟอรัส จะมีค่าสูงที่สุดในช่วงต้นฤดูฝนซึ่งน้ำฝนพาสารต่างๆ ปนเปื้อนมา แต่ในช่วงเดือนกันยายนที่มีฝนตกหนักค่าดังกล่าวจะลดลงเล็กน้อย สาเหตุมาจากน้ำฝนที่มีปริมาณมากและไหลแรงจนทำให้สารที่ปนเปื้อนมาไหลผ่านไปพร้อมกับน้ำ รวมถึงการถูกเจือจางจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งมีค่าบีโอดีอยู่ในช่วง 2.07-6.40 mg/L ค่าซีโอดี 4.27-20.80 mg/L ค่าของแข็งทั้งหมด 7.5-111.90 mg/L ไนเตรตไม่เกิน 0.0392 mg/L และฟอสฟอรัสไม่เกิน 0.0582 mg/L สำหรับค่าออกซิเจนละลายมีค่าต่ำที่สุดในช่วงต้นฤดูฝน เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมามีอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้น้ำที่ผิวหน้าจะมีอุณหภูมิลดลงแล้วจมลงสู่ชั้นล่าง และน้ำในชั้นล่างที่มีการสะสมของเสียลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายลดต่ำลง ค่าออกซิเจนละลายมีค่า 2.97-7.29 mg/L ค่าแอมโมเนียพบปริมาณเพียงเล็กน้อยในฤดูหนาว ไม่เกิน 0.75 mg/L และสำหรับคุณภาพน้ำทางชีวภาพพบว่าค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดอยู่ระหว่าง 22 ถึงมากกว่า 2,400 MPN/100 ml ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 17 ถึงมากกว่า 2,400 MPN/100 ml การใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ปกปักฯ จากการชลประทาน (จุดที่ 1) การเลี้ยงปลา (จุดที่ 2) จะมีค่าไนเตรตและฟอสฟอรัสสูง



มาจากการทำการเกษตรและการเลี้ยงปลา รวมถึงมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและค่าพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าสูง เมื่อเข้าสู่พื้นที่ปกปักในพื้นที่ปกปักฯ ที่ต้นทาง (จุดที่ 3) เป็นจุดที่มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่สำหรับเส้นทางการเดินเข้าโครงการฯ อีกทั้งมีการรับน้ำมาจากจุดที่ 1 และ 2 ทำให้มีค่าการปนเปื้อนทั้งทางเคมี (บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ไนเตรตและฟอสฟอรัส) ในน้ำสูงที่สุด ในขณะที่เมื่อน้ำได้ไหลผ่านพื้นที่ปกปักฯ ได้รับออกซิเจนเพิ่มจากการไหลผ่านร่องหินและจากต้นไม้ทำให้ค่าออกซิเจนละลายเพิ่มสูงขึ้นในจุดที่ 4 ซึ่งเป็นบริเวณในพื้นที่ปกปักฯ และเมื่อน้ำออกจากโครงการฯ ไปถึงจุดที่มีการให้บริการล่องแพในแม่น้ำลำโดมน้อย (จุดที่ 5) น้ำก็ยังคงมีคุณภาพดีแต่ในฤดูหนาวพบว่ามีความเข้มข้นสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อยเนื่องจากกิจกรรมล่องแพ อย่างไรก็ตามโดยรวมพบว่าน้ำในเขื่อนสิริกิติ์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 เหมาะสมกับการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมงและกีฬาทางน้ำ และต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนการอุปโภคและบริโภค ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจพบเชื้ออีโคไลทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยืนยันว่าจะต้องมีการฆ่าเชื้อก่อนการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค

## 5.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย

1. การแบ่งฤดูกาลในการเก็บตัวอย่างน้ำ พบว่าฤดูฝนแบ่งตามข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่าช่วงเดือนกันยายนเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก เกิดน้ำไหลหลาก หากเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ จะส่งผลให้เกิดความแปรปรวนในน้ำตัวอย่างได้ ดังนั้นในการเลือกเดือนที่เป็นตัวแทนในฤดูฝนแล้ว อาจจะต้องดูช่วงไม่ให้ในช่วงที่มีฝนตกมากเกินไป โดยดูจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน
2. คุณภาพน้ำทางชีวภาพในรูปของแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าสูงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน และมีการตรวจพบอีโคไล (*E. coli*) ดังนั้นหากจะนำน้ำจากเขื่อนไปใช้ประโยชน์ในการอุปโภคบริโภคควรมีการกำจัดแบคทีเรียที่เหมาะสมและได้มาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากจะนำไปผลิตน้ำประปาควรมีการเติมคลอรีนเพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากแบคทีเรียชนิดนี้
3. การให้ความรู้กับประชาชนในชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณที่ลำน้ำไหลผ่าน พื้นที่ทำการเกษตร การเลี้ยงปลา หรือจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันก่อนเข้าสู่พื้นที่ปกปักฯ เพื่อลดการปนเปื้อนสารต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ เช่น การส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งควรส่งเสริมการปลูกพืชคลุมดิน เพื่อลดการพังทลายของหน้าดิน นอกจากนี้ควรให้ข้อมูลถึงการเดินทางเข้า-ออกพื้นที่ปกปักฯ เพื่อลดการรบกวนสมดุลของระบบนิเวศ

## บรรณานุกรม

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). เขื่อนสิรินธร. (Online). Available : [https://www.egat.co.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2593&Itemid=11](https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2593&Itemid=11)  
7 สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2562
- กรมควบคุมมลพิษ. (2548) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548
- กรมควบคุมมลพิษ. (2558) รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2558. กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2559) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม ลงวันที่ 29 มีนาคม 2559
- กรมชลประทาน. (2554) คำสั่งกรมชลประทานที่ 73/2554 เรื่อง แก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน ลงวันที่ 1 เมษายน 2554
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีของประเทศไทย พ.ศ. 2561 เปรียบเทียบกับค่าปกติ (พ.ศ. 2524-2553). (Online). Available : <https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B8%AA%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%B0%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%9B%E0%B8%B5%202561.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2562
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2552) ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.
- นภาพร ทิพมาสน์ และสมนิต พุกงาม. (2552) การตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม โดยใช้ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ในลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่. วารสารวนศาสตร์. ปีที่ 28. ฉบับที่ 1. หน้า 51-66.
- พงศ์เทพ สุวรรณวารี และคณะ. (2562) การสำรวจสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และคุณสมบัติของดินในพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ.-กฟผ.เขื่อนสิรินธร จ.อุบลราชธานี. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

- พัชรราวลัย ศรียะศักดิ์ และคณะ. (2557) ผลกระทบจากสภาพอากาศและฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 19 ฉบับที่ 5. หน้า 743-751.
- ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. (2553) การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเบื้องต้น. สำนักวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงาน.
- ภูมินทร์ ชัดตะละ. (2553) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนบนและตอนกลางตามช่วงฤดูกาล. วิทยานิพนธ์ วท.ม.บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- มันสิน ตันทุลเวศม์ และมันรัช ตันทุลเวศม์. (2551) เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- มูลนิธิโลกสีเขียว. (2562) ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ. (Online). Available : <https://greenworld.or.th/นักสืบสิ่งแวดล้อม/นักสืบสายน้ำ/ตัวบ่งชี้>
- ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ คิวพันธ์ ชูอินทร์ และระชาดา บัวไพร. (2555) คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สามารถ ใจเตี้ย. (2555) ความเสื่อมสภาพของแม่น้ำกับสุขภาพ. วารสารสาธารณสุขล้านนา. ปีที่ 8. ฉบับที่ 3. หน้า 57-68.
- สิริแซ พงษ์สวัสดิ์ และคณะ. (2556) การศึกษาคุณภาพน้ำ และปริมาณแร่ธาตุบางชนิดบริเวณเหนือและภายในท่อน้ำพุร้อนของอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรีระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 18. ฉบับที่ 2. หน้า 179-194.
- สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2537) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 111. ตอนที่ 16.
- สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. (2530) เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการ. ฉบับที่ 75.
- อรอนงค์ พริ้งศุลกะ. (2556) จุลชีววิทยาการแพทย์: แบคทีเรียก่อโรค. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.
- APHA, AWWA, WPCF (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington DC, USA.

APHA, AWWA, WPCF (2005) Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington DC, USA.

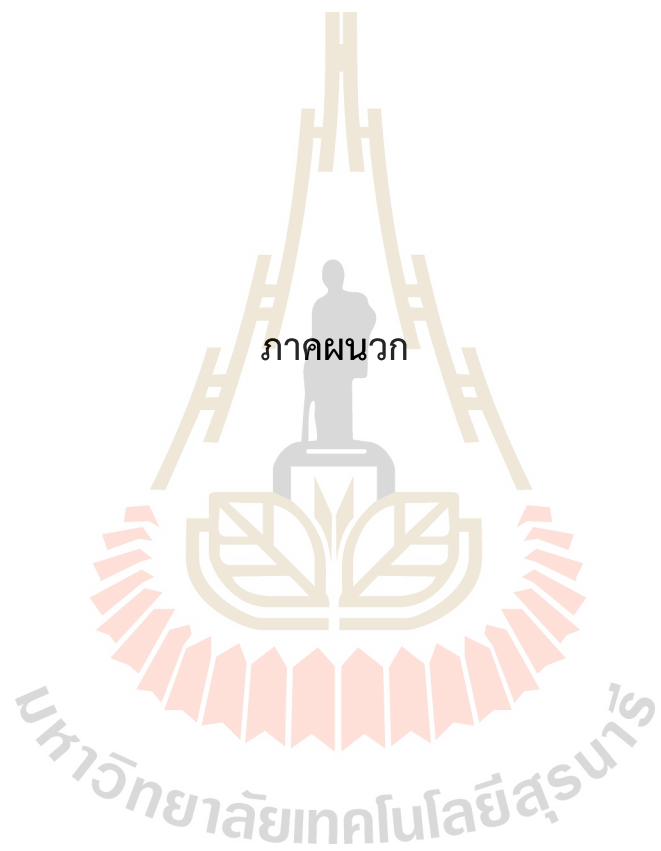
Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). (Online). Available : <http://www.fao.org>

Fjellheim, A., Tysse, A. and Bjerknes, V. (2001) Reappearance of Highly Acid-Sensitive Invertebrates After Liming of an Alpine Lake Ecosystem. *Water, Air, Soil Pollut.* 130(1-4) :1391-1396.

US Salinity Laboratory Staff (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soil. USDA Handbook No. 60. Washington DC.

Water education. (2006) How could coliform bacteria affect water quality? (Online). Available : [http://www.freedrinkingwater.com/water\\_quality/quality1/1-how-coliform-bacteria-affect-water-quality.htm](http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/quality1/1-how-coliform-bacteria-affect-water-quality.htm) [25 Sep 2017].

WHO. (2006) Guidelines for The Safe Use of Wastewater, Excreta and greywater. Volume II Wastewater use in Agriculture, and Volume IV Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, Switzerland



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก ก  
วิธีการวิเคราะห์

## 1. การวิเคราะห์บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ในน้ำ

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี BOD 5 day test (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกปิดสนิท ขวดที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากสารอินทรีย์ การทำความสะอาดควรล้างด้วยสารละลายโครมิก แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ฉีดน้ำกลั่นล้างอีกหลาย ๆ ครั้ง คว่ำให้แห้ง

2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งควบคุมได้  $20 \pm 1$  องศาเซลเซียส
3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น กระจกตวง บิวเรตต์ ขวดรูปกรวย เป็นต้น
4. เครื่องจ่ายลมบน แบบเดียวกับที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลาสวยงาม และหัวลูกฟู้ (หัวจ่ายลม)

### สารเคมี

1. **สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์:** ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 8.5 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 33.4 กรัม ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) 21.75 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี pH เท่ากับ 7.2

ข้อควรระวัง ให้เททิ้งทันทีถ้าพบเห็นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในขวดเก็บสารละลาย

2. **สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต:** ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) จำนวน 22.5 กรัมในน้ำกลั่น เจือจางเป็น 1 ลิตร

3. **สารละลายแคลเซียมคลอไรด์:** ละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ (anhydrous  $\text{CaCl}_2$ ) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4. **สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์:** ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) จำนวน 0.25 กรัม หรือละลาย  $\text{FeCl}_3$  0.14 กรัม แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

5. **สารละลายแมงกานีสซัลเฟต:** ละลายแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 364 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตเตตระไฮเดรต ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ( $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 400 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

6. **สารละลายอัลคาไลน์-ไอโอดีน-เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide reagent):** ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 500 กรัม (หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม) และโซเดียมไอโอดีน ( $\text{NaI}$ ) 135 กรัม (หรือโพแทสเซียมไอโอดีน 150 กรัม) ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร (เตรียมเพียง 500 มิลลิลิตร) และละลายโซเดียมเอไซด์ ( $\text{NaN}_3$ ) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

7. **กรดซัลฟิวริกเข้มข้น**

8. **น้ำแป้ง:** ละลายแป้ง (Soluble starch) 2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 มิลลิลิตร และเติมกรดซาลิไซลิก 0.2 กรัม

9. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 โมลาร์ : ละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) จำนวน 6.205 กรัม ในน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เทียบค่าความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 0.025 โมลาร์ โดยนำไปทดสอบ เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร

10. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 0.0021 โมลาร์ : ละลายโพแทสเซียมไอโอเดต ( $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ ) 0.8124 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

#### การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ประมาณ 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 3 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร หรือกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2-3 หยด และสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 20 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตไอโอดีนซึ่งถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต เติมน้ำแบ่งเมื่อใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองอ่อน ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟตมีความเข้มข้น 0.025 โมลาร์ พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตจะเท่ากับ 20 มิลลิลิตร ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟตไม่ได้ค่าดังกล่าว ให้ปรับความเข้มข้นให้เท่ากับ 0.025 โมลาร์

ตารางที่ ก-1 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วง BOD ต่าง ๆ

ปริมาณตัวอย่าง (มล.)	ช่วงบีโอดี (มก./ลิตร)	อัตราการเจือจาง
0.02	30,000 - 105,000	15,000
0.05	12,000 - 42,000	6,000
0.10	6,000 - 21,000	3,000
0.20	3,000 - 10,500	1,500
0.50	1,200 - 4,200	600
1.0	600 - 2,100	300
2.0	300 - 1,050	150
5.0	120 - 420	60
10.0	60 - 210	30
20.0	30 - 105	15
50.0	12 - 42	6
100	6 - 21	3
300	0 - 7	1



### วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมน้ำผสมเจือจาง โดยนำน้ำกลั่นที่ปรับอุณหภูมิเป็น 20 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ลิตร และเติมฟอสเฟตบัพเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์และเพอริคลอไรด์ อย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วเป่าอากาศ ให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว
2. เลือกปริมาณตัวอย่างที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณ ให้หาซีโอดีก่อน โดยพิจารณาถึงลักษณะของตัวอย่างน้ำและแหล่งเก็บด้วย เพื่อกะปริมาณค่าบีโอดี เมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณแล้ว ควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตารางที่ ก-1
3. เมื่อเลือกปริมาณตัวอย่างแล้ว ปิเปตตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดี อย่างละ 2 ขวด เติมน้ำสำหรับใช้เจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังพยายามอย่าให้เกิดฟองอากาศ ปิดฝาให้แน่น นำขวดบีโอดีหนึ่งขวดของแต่ละปริมาตรที่เลือก หาค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้นโดยวิธี Azide Modification สมมติเป็น  $DO_0$  ส่วนอีกขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
4. เมื่อครบ 5 วัน นำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ โดยวิธี Azide Modification สมมติเป็น  $DO_5$

### วิธี Azide Modification

1. นำขวดบีโอดีจากข้างต้นมาเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต ( $MnSO_4$ ) 1 มิลลิลิตร และสารละลายอัลคาไล-ไอโอดด์-เอไซด์ (Alkali-iodide-azide) 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ข้างขวด ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน จนได้ปริมาณน้ำใสประมาณครึ่งขวด (จะเกิดตะกอนสีน้ำตาล และถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)
2. เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยปล่อยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามข้างๆ ขวด โดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำ ปิดจุกขวดก่อนตะกอนจะล้นออกจากปากขวด เขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด
3. ตวงน้ำจากขวดบีโอดีมา 201 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ( $Na_2S_2O_3$ ) 0.025 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 2-3 หยด (1 มิลลิลิตร) จะได้สีน้ำเงินเข้ม แล้วไทเทรตจนถึงจุดยุติเป็นสารละลายไม่มีสี จดปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไป

## 2. การวิเคราะห์ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ในน้ำ

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด (Close reflux method) (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดย่อย (Digestion vessels) เป็นหลอดแก้วบอโรซิลิเคท (Borosilicate) ขนาด 20×150 mm
2. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
3. ตู้อบ (oven)
4. บิวเรตต์
5. ขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร

### สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมท (Standard potassium dichromate solution) 0.0167 โมลาร์ : ละลายโพแทสเซียมไดโครเมท ( $K_2Cr_2O_7$ ) ซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หนัก 4.913 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 167 มิลลิลิตร และเมอร์คิวริกซัลเฟต 33.3 กรัม คนให้ละลาย ปล่อยให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

2. กรดซัลฟิวริกเกรด: ซิงซิลเวอร์ซัลเฟต ( $Ag_2SO_4$ ) 8.8 กรัม ใส่ลงในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ซิลเวอร์ซัลเฟตละลายได้หมด ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

3. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Standard FAS) 0.1 โมลาร์ : ละลายแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต ( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ปล่อยให้เย็น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

### วิธีตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมท 0.0167 โมลาร์ 3.0 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปกรวย เติมน้ำกลั่น 5.0 มิลลิลิตร แล้วจึงค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 7.0 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนได้สีน้ำตาลแดงเป็นจุดยุติ ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

### ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

$$\text{โมลาริตีของเอฟเอเอส} = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท} \times 0.10}{\text{ปริมาตรเอฟเอเอสที่ใช้ไทเทรต}}$$

4. สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์: ละลาย 1,10 ฟีนานโทลีนโมโนไฮเดรต (1,10-phenanthroline monohydrate,  $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$ ) 1.485 กรัม และเฟอร์รัสซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต (Ferrous sulfate,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 0.695 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

5. **กรดซัลฟามิค:** ใช้สำหรับป้องกันการรบกวนของไนไตรท์ ปริมาณที่ใช้ คือ 10 มิลลิกรัม ต่อทุก ๆ 1 มิลลิกรัมของไนไตรท์

6. **สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (Potassium hydrogen phthalate หรือ KHP):** บดโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต เพื่อลดขนาดลงและนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนแห้งและมีน้ำหนักคงที่ แล้วละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ที่บดและอบแห้งแล้ว 0.425 กรัม ในน้ำกลั่น เจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีค่า COD เท่ากับ 500 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้นานไม่เกิน 3 เดือน

7. **สารละลายกลูโคส:** ละลายกลูโคส 486.6 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีค่า COD เท่ากับ 500 มิลลิกรัม/ลิตร (กลูโคส 1 กรัม จะให้ COD 1.067 กรัม) สารละลายกลูโคสจะไม่ค่อยคงตัวเพราะสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว

### วิธีวิเคราะห์

1. กลั้วล้างหลอดย่อยและฝาปิดด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 20% ประมาณ 2-3 มิลลิลิตร ทุกครั้ง ก่อนการใช้งาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์

2. เลือกใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างมากที่สุด 5 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่า แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 5 มิลลิลิตร

3. ใส่ตัวอย่างน้ำลงในหลอดแก้ว เติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 3.0 มิลลิลิตร ตามด้วยกรดซัลฟิวริก 7.0 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ แล้วปิดฝาให้แน่นและผสมให้เข้ากันดี สำหรับแปลงค์เตรียมเช่นเดียวกับกับตัวอย่าง แต่เปลี่ยนน้ำตัวอย่างเป็นน้ำกลั่น

4. วางหลอดแก้วในตะแกรงใส่หลอดทดลอง แล้วใส่ตุ้บ ตั้งอุณหภูมิไว้ที่  $150 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5. เมื่อครบ 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตุ้บทิ้งไว้ให้เย็น

6. เทสารละลายออกจากหลอดแก้วลงในขวดรูปชมพู่ เติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต สีของสารละลายจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากฟ้าอมเขียวเป็นน้ำตาลแดง ซึ่งแสดงว่าถึงจุดยุติ (ถึงแม้ว่าสีฟ้าอมเขียวจะกลับมาปรากฏอีกในหลายนาทีต่อมา) จดปริมาณสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไทเทรต

### 3. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids, TS) ในน้ำ

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporation dishes) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
3. โถทำแห้ง (Desiccator)
4. เตาอบแห้ง (Oven)
5. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

### วิธีวิเคราะห์

1. อบอุ่นระเหยในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยระเหยจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ (สมมติมีน้ำหนักเป็น A มิลลิกรัม)
3. เขย่าน้ำตัวอย่างให้เข้ากันดี เทน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาณแน่นอนลงในถ้วยระเหย (การเลือกปริมาตรน้ำ พิจารณาจากลักษณะของน้ำและแหล่งที่มา โดยจะใช้ 50 หรือ 100 มิลลิลิตร) นำไประเหยในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้ง (ปริมาตรน้ำที่พอเหมาะควรเหลือจากที่แห้งแล้ว อยู่ในช่วง 10-200 มิลลิลิตร)
4. นำถ้วยระเหยที่ระเหยแล้วเข้าอบในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักถ้วยระเหย
5. ทำซ้ำในข้อ 4 จนชั่งน้ำหนักถ้วยระเหยได้ค่าคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4 (สมมติมีน้ำหนักเป็น B มิลลิกรัม)

$$\begin{array}{rclcl} \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด ในน้ำ} & \times & \text{มิลลิลิตร} & = & (B-A) \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด ในน้ำ 1000} & & \text{มิลลิลิตร} & = & \frac{(B-A) \times 1000}{X} \end{array}$$

ให้คิดหน่วยของปริมาณของแข็งทั้งหมด เป็น มิลลิกรัม/ลิตร

### 4. การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ในน้ำ

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Brucine Method (APHA, AWWA, WPCF, 1998)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
2. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
3. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
4. หลอดทดลองชนิดฝาเกลียวสีดำ

#### สารเคมี

1. สารละลายสต็อกไนโตรเจนความเข้มข้น 100 mg-N/L : ละลาย Anhydrous  $\text{KNO}_3$  721.8 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร
2. สารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 1 mg-N/L : น้ำสารละลายสต็อกไนโตรเจนมา 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร
3. สารละลายกรดซัลฟิวริก: ค่อยๆ เท กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 500 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องปิดจุกให้แน่น

4. สารละลายบรูซึน-กรดซัลฟานิลิก: ละลาย 1 กรัม ของบรูซึนซัลเฟต และกรดซัลฟานิลิก 0.1 กรัม ในน้ำกลั่นร้อนประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้เก็บได้นานหลายเดือน สีชมพูที่เกิดขึ้นไม่มีผลต่อการทดลอง (ควรระวังการใช้สารเพราะเป็นพิษ)

5. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) : ละลายโซเดียมคลอไรด์ 300 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

#### วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรต ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.05 0.1 0.5 และ 1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร หลอดละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2. ปิบน้ำตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร หรือปริมาณน้อยกว่าแล้วปรับให้เป็น 5 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตร

3. จัดหลอดลงใน ตะแกรงใส่หลอดทดลอง วาง ตะแกรงใส่หลอดทดลอง ในน้ำเย็น เติมสารละลาย NaCl 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้ เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex Mixer) เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปล่อยให้เย็นในน้ำเย็น สังเกตสีดังนี้

- ถ้ามีสีหรือความขุ่นเกิดขึ้นให้แบ่งตัวอย่างน้ำ แล้วนำมาตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร ก่อน โดยจะเป็นค่าเบี่ยงเบนของตัวอย่าง (sample blank)

- ถ้าไม่มีสีหรือความขุ่นเกิดขึ้นให้ทำการทดลองต่อไป

4. เติมสารละลายบรูซึน-กรดซัลฟานิลิก 0.25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มที่ 95 องศาเซลเซียส 20 นาที

5. นำไปแช่ในน้ำเย็นและทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

#### 5. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) ในน้ำ

ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Distillation Nesslerization (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกลั่น
2. ขวดรูปชมพู่
3. ขวดปรับปริมาตร
4. กระบอกตวง
5. หลอดย่อยโปรตีน (Digestion tube)
6. เครื่องกลั่นโปรตีน/ไนโตรเจน (Distilling unit)

## สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ หรือกรดซัลฟิวริก 0.5 โมลาร์
2. สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์: นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ 88 มิลลิลิตร เติมลงในสารละลายโซเดียมเตตระบอเรต ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 500 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายโซเดียมเตตระบอเรต เตรียมได้โดยนำ 5.0 กรัม ของ  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  หรือ 9.5 กรัม ของ  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ 1,000 มิลลิลิตร)
3. กรดบอริกอินดิเคเตอร์: ละลายกรดบอริก 20 กรัม ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย เติม Mixed indicator 10 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ 1,000 มิลลิลิตร
  - การเตรียมอินดิเคเตอร์ผสม: ละลายเมทิลเรด 200 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ (95%) 100 มิลลิลิตร ละลายเมทิลีน บลู 100 มิลลิกรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ (95%) 50 มิลลิลิตร แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกัน สารละลายนี้ควรเตรียมทุก ๆ เดือน
  - สารละลายกรดบอริก: ละลายกรดบอริก 20 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร
4. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลาร์
5. Phenolphthalein indicator

## วิธีวิเคราะห์

1. สำหรับตัวอย่างน้ำที่เป็นกรดหรือด่าง ต้องปรับให้เป็นกลางก่อนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ หรือกรดซัลฟิวริก 0.5 โมลาร์
2. ตวงตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนใส่ลูกแก้ว 3-4 เม็ด
3. เติมสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
4. เติม NaOH 6 โมลาร์ จนได้สีชมพู แล้วนำไปกลั่น
5. เก็บส่วนที่กลั่นออกมาได้ประมาณ 200 มิลลิลิตร ไว้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอินดิเคเตอร์อยู่ 50 มิลลิลิตร
6. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลาร์

6. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (Total phosphorus) ในน้ำ  
ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic Acid Method (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

## เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
2. บีกเกอร์
3. ขวดปรับปริมาตร
4. ขวดรูปชมพู่
5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

### สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 18 โมลาร์
2. กรดไนตริกเข้มข้น
3. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 โมลาร์: ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร
5. สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล: เจือจางกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
6. สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนิทาร์เทรต (Potassium AntimonylTartate Solution): ละลาย  $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 1/2H_2O$  1.3715 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว
7. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution): ละลาย  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร และเก็บในขวดแก้ว
8. สารละลายแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) 0.1 โมลาร์: ละลายแอสคอร์บิก 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
9. น้ำยารวม (Combined Reagent): ผสมน้ำยาเคมีจากข้างต้นในสัดส่วน สำหรับ 100 มิลลิลิตร ดังนี้

สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล	50 มิลลิลิตร
สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนิทาร์เทรต	5 มิลลิลิตร
สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต	15 มิลลิลิตร
สารละลายแอสคอร์บิก	30 มิลลิลิตร

ก่อนที่จะทำการผสมน้ำยารวมตั้งตั้งสารละลายแต่ละชนิดให้อยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อน แล้วจึงนำมาผสมกันที่ละชนิดตามลำดับ ถ้าเกิดความขุ่นขึ้นหลังจากเติมสารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนิทาร์เทรตหรือสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้ แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที จนกระทั่งความขุ่นหายไป จึงเติมน้ำยาตัวอื่นต่อไป น้ำยารวมนี้สามารถอยู่ได้ 4 ชั่วโมง

10. สารละลายสต็อกฟอสเฟต (Stock Phosphate Solution): ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 219.5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร โดย 1 มิลลิลิตร ของสารละลายนี้มีปริมาณฟอสฟอรัส 50 ไมโครกรัม

11. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต: นำสต็อกฟอสเฟตมา 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร โดย 1 มิลลิลิตร มีปริมาณฟอสฟอรัส 2.5 ไมโครกรัม

## วิธีวิเคราะห์

### 1. การย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริก-ไนตริก (Sulfuric acid-Nitric acid digestion)

- 1.1 นำตัวอย่างมา 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร
- 1.2 นำมาย่อยบนเตาให้ความร้อนจนได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วย่อยสลายต่อจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี เพื่อให้กรดไนตริก
- 1.3 ทำให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด (0.05 มิลลิลิตร)
- 1.4 ค่อย ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน (ถ้าเกิดความขุ่นให้กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง) ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

### 2. การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid method)

- 2.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำจากข้างต้นมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด ถ้าเกิดสีแดงให้หยดสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล ที่ละหยดจนกระทั่งสีแดงหายไป
- 2.2 เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที
- 2.3 นำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

#### การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต (mg/L)} = \frac{\mu\text{g P ที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}}$$

### 7. การวิเคราะห์แบคทีเรียในลำไส้ในน้ำ

วิเคราะห์ด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique (MPN) (APHA, AWWA, WPCF, 2005)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้ว พร้อมฝาปิด และหลอดดักแก๊ส
2. ปิเปตขนาด 10 และ 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
3. จานเพาะเชื้อ
4. ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop)
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. ตูเพาะเชื้อ
7. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ



## สารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar
4. อาหารเลี้ยงเชื้อ EC medium
5. อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar

## วิธีวิเคราะห์

**การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test)** (Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *Escherichia coli*)

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ lauryl tryptose broth หลอดละ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีหลอดดักแก๊สอยู่ และทำให้ปลอดเชื้อ โดยเตรียมอาหารเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด และอาหารปกติ จำนวน 10 หลอด (ระบบ 15 หลอด)
2. เขย่าตัวอย่างน้ำแรง ๆ ประมาณ 25 ครั้ง
3. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหารเหลวเข้มข้นเป็น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด ๆ ละ 10 มิลลิลิตร และดูดตัวอย่างน้ำใส่หลอดที่บรรจุอาหารเหลวเข้มข้นปกติปริมาตร 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ปริมาตรละ 5 หลอด รวมทั้งหมดเป็น 15 หลอด
4. เขย่าหลอดเบา ๆ เพื่อให้อาหารเหลวผสมกับน้ำตัวอย่าง
5. นำหลอดทั้งหมด (15 หลอดต่อ 1 ตัวอย่าง) เข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ  $35 \pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24 \pm 2$  ชั่วโมง
6. เมื่อครบ  $24 \pm 2$  ชั่วโมง ให้ดูว่ามีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สหรือไม่ หลอดที่เกิดแก๊สให้ผลเป็นบวก ให้ทำการวิเคราะห์ขั้นยืนยันต่อไป
7. สำหรับหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้นำไปอบในตู้เพาะเชื้อต่ออีก ให้ครบ  $48 \pm 3$  ชั่วโมง แล้วจึงนำมาอ่านผลอีกครั้ง หลอดที่เกิดแก๊สภายใน  $48 \pm 3$  ชั่วโมง ให้ผลเป็นบวก ส่วนหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้ผลเป็นลบ
8. ทำการวิเคราะห์ขั้นยืนยันกับหลอดที่เกิดแก๊สทุกหลอด

**การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)**

**สำหรับ Total coliform bacteria**

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร Brilliant green lactose bile broth ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก
3. เขย่าหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop) ลนไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็น สักครู่ จุ่มลงไปหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีของเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วถ่ายเชื้อลงในหลอดที่บรรจุอาหาร Brilliant green lactose bile broth
4. นำเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ  $35 \pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $48 \pm 3$  ชั่วโมง

5. เมื่อครบเวลาให้นำมาอ่านผลว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าหลอดใดเกิดแก๊สให้ผลเป็นบวก ถ้าไม่เกิดแก๊สให้ผลเป็นลบ
6. จากจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกในแต่ละการเจือจาง สามารถนำไปคำนวณหาค่า MPN index ได้
7. ทำการวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์กับหลอดที่เกิดแก๊สทุกหลอด

#### สำหรับ Fecal coliform

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร EC medium ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก
3. เขย่าหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop) ลนไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็น สักครู่ จุ่มลงไปในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีช่องเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วถ่ายเชื้อลงในหลอดที่บรรจุอาหาร EC medium
4. นำหลอดที่ถ่ายเชื้อแล้ว ไปเพาะเชื้อในเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ  $44.5 \pm 0.2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24 \pm 2$  ชั่วโมง ให้ใส่หลอดทั้งหมดในเครื่องอังน้ำ ภายใน 30 นาที หลังจากถ่ายเชื้อแล้ว และระดับน้ำในอ่างควรท่วมระดับอาหารในหลอด
5. เมื่อครบเวลาให้นำมาอ่านผลว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าหลอดใดเกิดแก๊สก็ให้ผลเป็นบวก ซึ่งแสดงว่าเป็น Fecal coliform แต่ถ้าไม่เกิดแก๊สก็ให้ผลเป็นลบ
6. จากจำนวนหลอดที่ให้ผลเป็นบวกในแต่ละการเจือจาง ให้นำไปคำนวณหาค่า MPN index ของ Fecal coliform

#### สำหรับ Escherichia coli

1. เลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นแรกมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนจานเพาะเชื้อที่บรรจุอาหาร EMB agar ให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก
3. เขย่าหลอดผลบวกไปมา แล้วใช้ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop) ลนไฟให้แดง ทิ้งให้เย็น สักครู่ จุ่มลงไปในหลอดที่ให้ผลบวก ให้มีช่องเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วขยับปลายห่วงลากกลับไปกลับมา (streak) บนผิวอาหารแข็ง (EMB agar) จนทั่วจาน
4. นำจานเพาะเชื้อเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ  $35 \pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24 \pm 2$  ชั่วโมง โดยคว่ำจานลง
5. ตรวจจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง EMB Agar ว่ามีแบคทีเรียที่มีสีม่วงเหมือนสีอาหาร ผิวนี้อาจมีลักษณะมันวาวเหมือนเงาโลหะ (Metallic sheen) ถ้าพบแบคทีเรียกลุ่มนี้บนอาหาร แสดงว่าผลการทดสอบเป็นบวก นั่นคือ *Escherichia coli*

### การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test) (สำหรับ Total coliform bacteria)

1. เลือกลอดที่เกิดแก๊สจากการตรวจสอบขั้นยืนยันมาทำการตรวจสอบ
2. เขียนสัญลักษณ์บนจานเพาะเชื้อบรรจุอาหาร MacConkey agar ให้ตรงกับลวดที่ให้ผลบวก
3. ใช้ลวดที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop) ลนไฟให้แดง แล้วทิ้งให้เย็นสักครู่ จุ่มลงไปในลวดที่ให้ผลบวก ให้มีของเหลวติดอยู่เต็มห่วง แล้วลนขยับปลายห่วงลากกลับไปกลับมา (streak) บนผิวอาหารแข็ง (MacConkey agar) จนทั่วจาน
4. นำจานเพาะเชื้อเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ  $35\pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24\pm 2$  ชั่วโมง โดยคว่ำจานลง
5. โคโลนีที่เกิดขึ้นจะเป็นสีแดง หรือเป็นสีชมพูและเยิ้ม
6. ใช้เข็มเขี่ยเอาโคโลนีที่แยกเดี่ยว ๆ และเห็นชัดในแต่ละจานใส่ลงในลวดที่บรรจุอาหาร lauryl tryptose broth
7. นำลวดอาหารที่ถ่ายเชื้อแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35\pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24\pm 2$  ชั่วโมง
8. เมื่อครบเวลาแล้วให้นำมาอ่านผล ถ้าเกิดแก๊สขึ้นก็แสดงว่าเป็น coliform bacteria แต่ถ้าไม่มีแก๊สเกิดขึ้นก็ให้นำไปเพาะเชื้อต่อถึง  $48\pm 3$  ชั่วโมง แล้วนำมาอ่านผลเช่นเดียวกัน

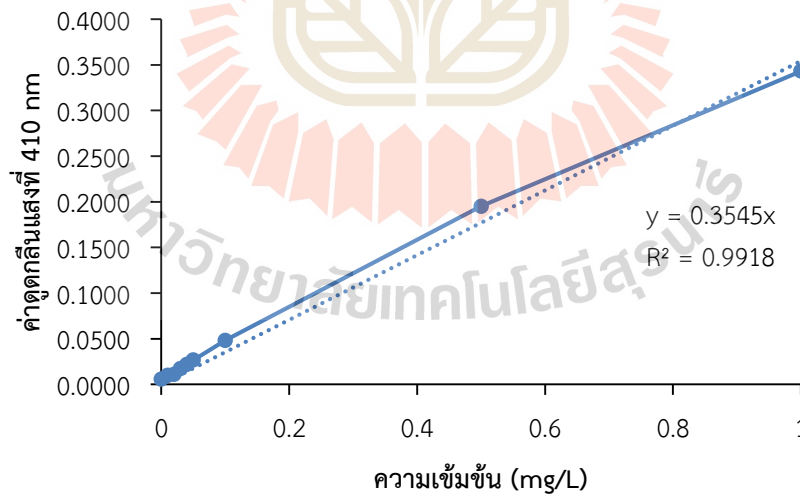
ภาคผนวก ข  
กราฟมาตรฐาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-1 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L (ครั้งที่ 1)

ค่าความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานไนเตรต (mg/L)	ค่า Absorbance 410 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058
0.01	0.01	0.01	0.01	0.0100
0.02	0.011	0.011	0.011	0.0110
0.03	0.0172	0.0171	0.0172	0.0172
0.04	0.0219	0.0222	0.022	0.0220
0.05	0.0267	0.0267	0.0267	0.0267
0.1	0.0483	0.0482	0.0482	0.0482
0.5	0.1951	0.1951	0.1951	0.1951
1	0.343	0.3432	0.3432	0.3431

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลาย  
มาตรฐานไนเตรตกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตร

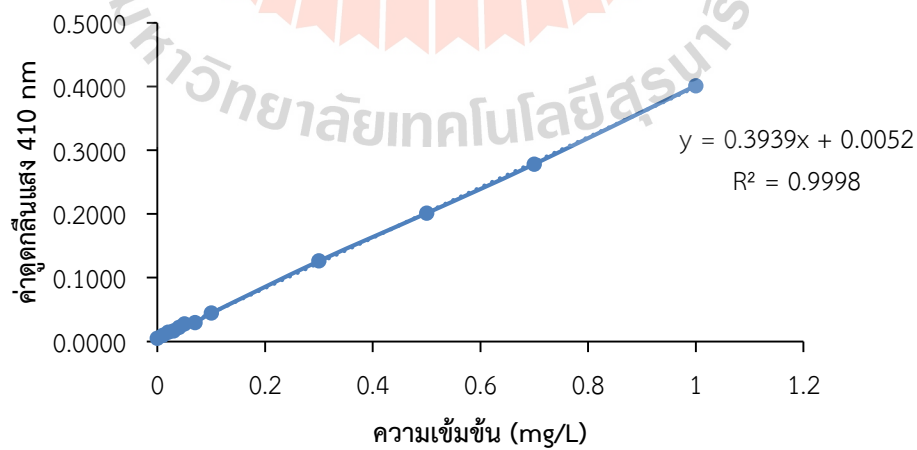


รูปที่ ข-1 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 1)

ตารางที่ ข-2 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L (ครั้งที่ 2)

ค่าความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานไนเตรต (mg/L)	ค่า Absorbance 410 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
0.01	0.0093	0.0093	0.0092	0.0093
0.02	0.0144	0.014	0.0142	0.0142
0.03	0.0165	0.0165	0.0164	0.0165
0.04	0.0216	0.0216	0.0217	0.0216
0.05	0.0272	0.0273	0.0272	0.0272
0.07	0.0296	0.0296	0.0295	0.0296
0.1	0.0443	0.0444	0.0443	0.0443
0.3	0.1261	0.1261	0.1261	0.1261
0.5	0.201	0.2011	0.201	0.2010
0.7	0.2782	0.2779	0.278	0.2780
1	0.4012	0.401	0.4008	0.4010

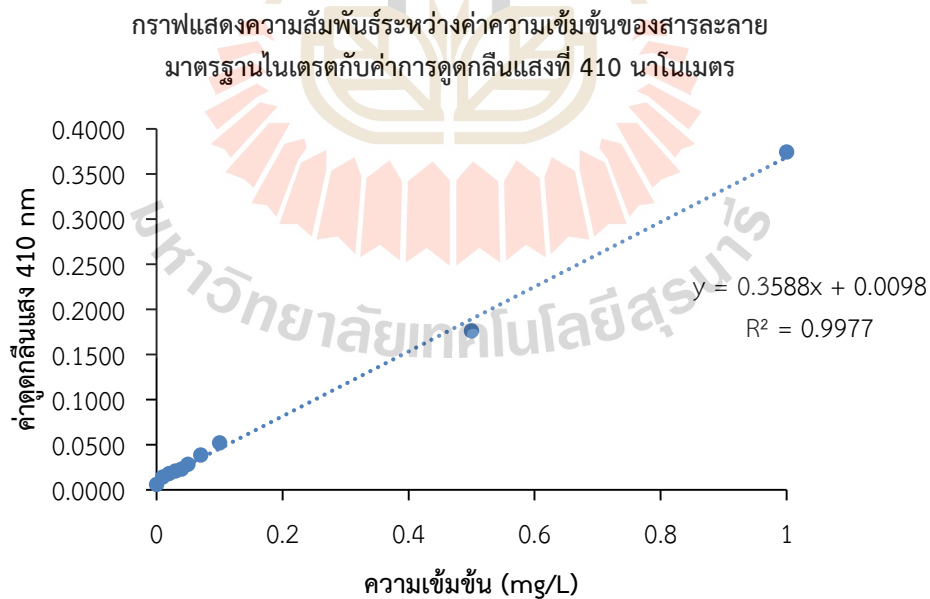
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลาย  
มาตรฐานไนเตรตกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตร



รูปที่ ข-2 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 2)

ตารางที่ ข-3 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L (ครั้งที่ 3)

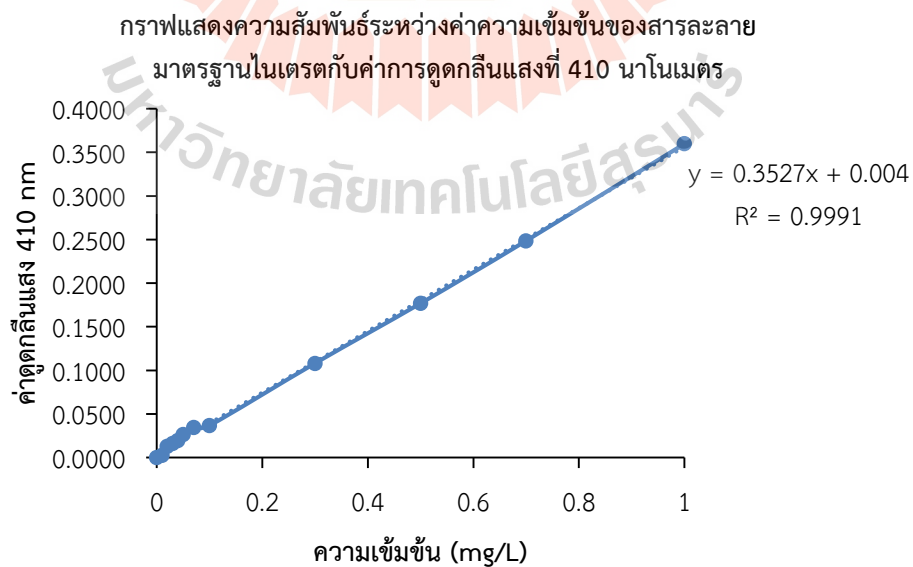
ค่าความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานไนเตรต (mg/L)	ค่า Absorbance 410 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0004	0.0106	0.0068	0.0059
0.01	0.0139	0.0146	0.014	0.0142
0.02	0.0187	0.017	0.0178	0.0178
0.03	0.0211	0.021	0.0207	0.0209
0.04	0.0232	0.024	0.0217	0.0230
0.05	0.029	0.0283	0.0275	0.0283
0.07	0.0428	0.0354	0.0373	0.0385
0.1	0.0556	0.047	0.053	0.0519
0.5	0.1757	0.1787	0.1736	0.1760
1	0.3743	0.3711	0.3773	0.3742



รูปที่ ข-3 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 3)

ตารางที่ ข-4 การทำสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L (ครั้งที่ 4)

ค่าความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานไนเตรต (mg/L)	ค่า Absorbance 410 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
0.01	0.0026	0.0025	0.0027	0.0026
0.02	0.0131	0.013	0.0129	0.0130
0.03	0.0162	0.0161	0.0162	0.0162
0.04	0.0195	0.0196	0.0197	0.0196
0.05	0.0262	0.0263	0.0263	0.0263
0.07	0.0345	0.0343	0.0344	0.0344
0.1	0.0367	0.0367	0.0367	0.0367
0.3	0.1081	0.1081	0.1081	0.1081
0.5	0.1769	0.1769	0.1769	0.1769
0.7	0.2485	0.2488	0.2487	0.2487
1	0.36	0.3599	0.3599	0.3599

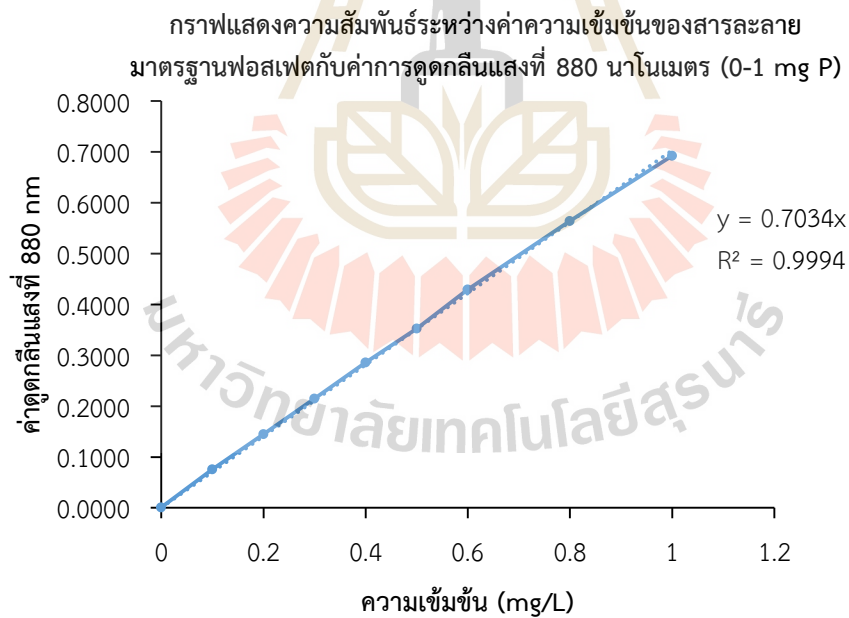


รูปที่ ข-4 กราฟมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 0.01-1.00 mg/L โดยวิธี Brucine Method (ครั้งที่ 4)



ตารางที่ ข-5 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 1)

ความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานฟอสเฟต (mg P)	ค่า Absorbance 880 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0011	0.0009	0.0009	0.0010
0.1	0.076	0.0759	0.076	0.0760
0.2	0.1452	0.1449	0.1448	0.1450
0.3	0.2147	0.2147	0.2147	0.2147
0.4	0.2861	0.2861	0.2859	0.2860
0.5	0.3529	0.353	0.3528	0.3529
0.6	0.4297	0.4297	0.4296	0.4297
0.8	0.5647	0.5639	0.5642	0.5643
1	0.6927	0.6925	0.6923	0.6925

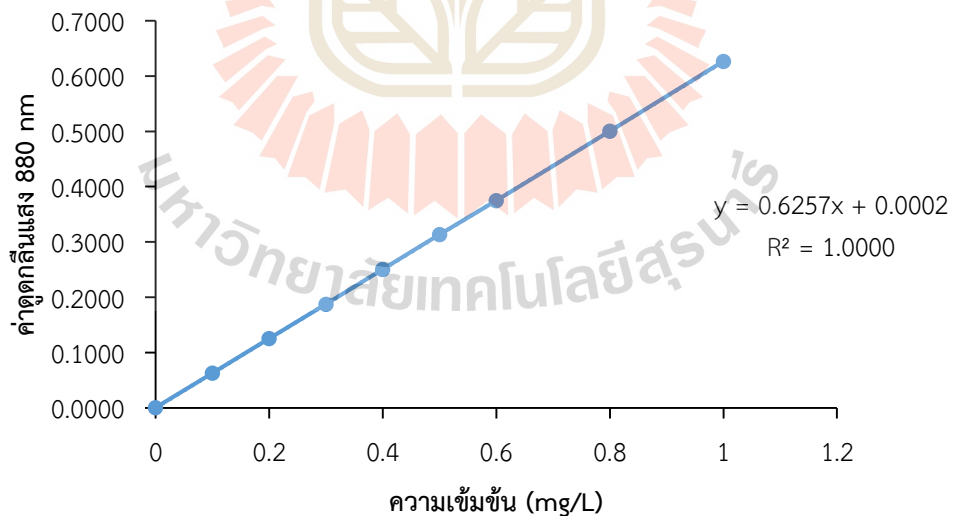


รูปที่ ข-5 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 1)

ตารางที่ ข-6 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 2-3)

ความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานฟอสเฟต (mg P)	ค่า Absorbance 880 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
0.1	0.0628	0.0628	0.0627	0.0628
0.2	0.1252	0.1253	0.1254	0.1253
0.3	0.1876	0.1876	0.1876	0.1876
0.4	0.2505	0.2506	0.2506	0.2506
0.5	0.3135	0.3132	0.3133	0.3133
0.6	0.3748	0.3748	0.3747	0.3748
0.8	0.5003	0.5003	0.5002	0.5003
1	0.6267	0.6266	0.6265	0.6266

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลาย  
มาตรฐานฟอสเฟตกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 880 นาโนเมตร (0-1 mg P)

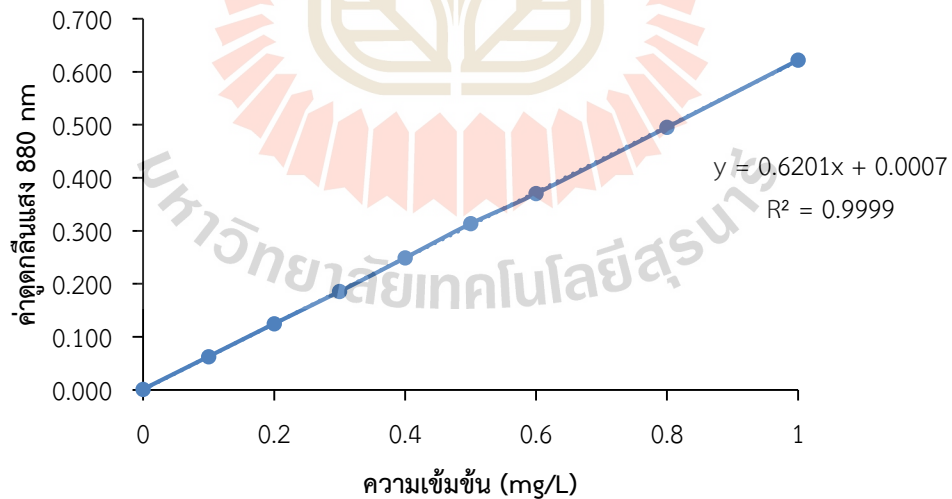


รูปที่ ข-6 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 2-3)

ตารางที่ ข-7 การทำสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P (ครั้งที่ 4)

ความเข้มข้นของสารละลาย มาตรฐานฟอสเฟต (mg P)	ค่า Absorbance 880 nm			เฉลี่ย
	1	2	3	
0	0.0011	0.0011	0.0012	0.0011
0.1	0.0628	0.0629	0.0629	0.0629
0.2	0.1248	0.1247	0.1247	0.1247
0.3	0.1856	0.1855	0.1855	0.1855
0.4	0.2491	0.249	0.2489	0.2490
0.5	0.3136	0.3135	0.3134	0.3135
0.6	0.3704	0.3703	0.3702	0.3703
0.8	0.4956	0.4955	0.4954	0.4955
1	0.6222	0.6222	0.622	0.6221

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลาย  
มาตรฐานฟอสเฟตกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 880 นาโนเมตร (0-1 mg P)



รูปที่ ข-7 กราฟมาตรฐานฟอสเฟตความเข้มข้น 0-1.0 mg P โดยวิธี Ascorbic Method (ครั้งที่ 4)



ภาคผนวก ค  
ข้อมูลผลการวิเคราะห์

ผลการทดลองในขั้นตอนการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพสธ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ แบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ
  - 1) อุณหภูมิ (Temperature)
  - 2) สี (Color)
  - 3) สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)
  - 4) ความขุ่น (Turbidity)
2. คุณภาพน้ำทางเคมี
  - 1) พีเอช (pH)
  - 2) ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO)
  - 3) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)
  - 4) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)
  - 5) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS)
  - 6) ไนเตรต ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) แอมโมเนีย (Ammonia)
  - 7) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP)
3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ
  - 1) Total coliform bacteria
  - 2) Fecal coliform bacteria
  - 3) *Escherichia coli* (*E. coli*)

โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากพื้นที่บริเวณโดยรอบเขื่อนสิรินธรที่อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปกปักทรัพยากรฯ ทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างตามช่วงฤดูกาล จำนวน 4 ครั้ง ให้ผลดังนี้

ตารางที่ ค-1 คุณภาพน้ำทางกายภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	อุณหภูมิ (°C)					ความขุ่น (NTU)				
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	25.8	25.5	25.6	25.63	0.15	18.6	20.1	18.3	19.00	0.96
	จุดที่ 2	23.80	23.80	23.80	23.80	0.00	7.94	8.93	8.11	8.33	0.53
	จุดที่ 3	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	7.40	7.32	7.41	7.38	0.05
	จุดที่ 4	27.3	27.3	27.3	27.30	0.00	2.73	2.8	2.8	2.78	0.04
	จุดที่ 5	28.2	27.7	27.5	27.80	0.36	4.79	4.84	4.71	4.78	0.07
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	28.3	28.3	28.3	28.30	0.00	12.5	12.4	12.6	12.50	0.10
	จุดที่ 2	27.70	27.70	27.80	27.73	0.06	11.30	11.70	11.40	11.47	0.21
	จุดที่ 3	26.80	26.80	26.80	26.80	0.00	6.88	6.86	6.72	6.82	0.09
	จุดที่ 4	29.5	29.5	29.8	29.60	0.17	4.22	4.63	4.41	4.42	0.21
	จุดที่ 5	29.6	29.2	29.5	29.43	0.21	2.85	2.99	2.91	2.92	0.07
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	31.5	31.4	31.5	31.47	0.06	21.8	22	21.9	21.90	0.10
	จุดที่ 2	27.90	27.90	27.90	27.90	0.00	15.90	15.80	15.90	15.87	0.06
	จุดที่ 3	28.30	28.30	28.30	28.30	0.00	49.60	49.10	48.70	49.13	0.45
	จุดที่ 4	30.1	29.8	30	29.97	0.15	6.64	7.14	6.77	6.85	0.26
	จุดที่ 5	32.9	32.9	32.9	32.90	0.00	2.24	2.34	2.24	2.27	0.06
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	24.6	24.6	24.6	24.60	0.00	36.7	38.45	38.5	37.88	1.03
	จุดที่ 2	24.10	24.20	24.20	24.17	0.06	53.40	53.40	53.80	53.53	0.23
	จุดที่ 3	24.40	24.40	24.40	24.40	0.00	44.20	44.70	43.10	44.00	0.82
	จุดที่ 4	24.6	24.6	24.7	24.63	0.06	43.6	43.7	43.8	43.70	0.10
	จุดที่ 1	31.5	31.4	31.5	31.47	0.06	21.8	22	21.9	21.90	0.10

ตารางที่ ค-1 คุณภาพน้ำทางกายภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสรีนธร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล (ต่อ)

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	สภาพการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{S/cm}$ )					สี (ADMI)					
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	4	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	213.5	211.7	204.8	210.00	4.59	26.00	25.00	-	-	25.50	0.71
	จุดที่ 2	100.50	100.60	100.40	100.50	0.10	51.00	51.00	-	-	51.00	0.00
	จุดที่ 3	164.10	163.80	163.80	163.90	0.17	42.00	42.00	-	-	42.00	0.00
	จุดที่ 4	23.6	23.7	23.7	23.67	0.06	5.00	4.00	-	-	4.50	0.71
	จุดที่ 5	60	61	60.9	60.63	0.55	54.00	53.00	-	-	53.50	0.71
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	56.3	56.1	56.1	56.17	0.12	50.00	48.00	50.00	45.00	48.25	2.36
	จุดที่ 2	68.90	68.60	69.60	69.03	0.51	56.00	52.00	56.00	55.00	54.75	1.89
	จุดที่ 3	47.20	47.60	47.50	47.43	0.21	57.00	52.00	55.00	54.00	54.50	2.08
	จุดที่ 4	33.5	34.3	33.2	33.67	0.57	14.00	10.00	15.00	10.00	12.25	2.63
	จุดที่ 5	26	25.8	26	25.93	0.12	41.00	36.00	41.00	33.00	37.75	3.94
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	304	304.5	300.9	303.13	1.95	20.00	15.00	15.00	12.00	15.50	3.32
	จุดที่ 2	72.00	72.00	72.00	72.00	0.00	59.00	53.00	61.00	55.00	57.00	3.65
	จุดที่ 3	140.20	140.20	140.40	140.27	0.12	72.00	59.00	62.00	58.00	62.75	6.39
	จุดที่ 4	37.3	33.8	32.9	34.67	2.32	13.00	8.00	14.00	9.00	11.00	2.94
	จุดที่ 5	25.7	25.7	25.8	25.73	0.06	7.00	2.00	8.00	2.00	4.75	3.20
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	36.1	35.8	35.7	35.87	0.21	105.00	97.00	70.00	69.00	85.25	18.48
	จุดที่ 2	21.60	21.40	21.20	21.40	0.20	122.00	106.00	108.00	102.00	109.50	8.70
	จุดที่ 3	20.50	20.60	20.40	20.50	0.10	99.00	98.00	96.00	88.00	95.25	4.99
	จุดที่ 4	21.4	20.55	20.6	20.85	0.48	117.00	102.00	109.00	99.00	106.75	8.02
	จุดที่ 5	24	24	24.1	24.03	0.06	25.00	19.00	26.00	19.00	22.25	3.77

ตารางที่ ค-2 คุณภาพน้ำทางเคมีในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสรินทร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	พีเอช (pH)					ค่าออกซิเจนละลาย (mg/L)				
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	7.41	7.51	7.46	7.46	0.05	6.37	6.22	6.69	6.43	0.24
	จุดที่ 2	7.60	7.52	7.47	7.53	0.07	5.20	5.27	5.24	5.24	0.04
	จุดที่ 3	7.51	7.33	7.23	7.36	0.14	5.39	5.40	5.37	5.39	0.02
	จุดที่ 4	6.68	6.85	6.57	6.70	0.14	5.41	5.4	5.36	5.39	0.03
	จุดที่ 5	7.32	7.13	7.02	7.16	0.15	3.65	3.46	3.39	3.50	0.13
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	7.1	7.16	7.13	7.13	0.03	7.27	7.21	7.17	7.22	0.05
	จุดที่ 2	6.86	6.88	6.87	6.87	0.01	6.10	6.08	6.07	6.08	0.02
	จุดที่ 3	7.10	6.89	6.79	6.93	0.16	3.85	3.65	3.65	3.72	0.12
	จุดที่ 4	7.4	7.2	7.16	7.25	0.13	7.25	7.3	7.32	7.29	0.04
	จุดที่ 5	6.57	6.55	6.66	6.59	0.06	5.96	5.92	5.95	5.94	0.02
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	6.66	6.7	6.66	6.67	0.02	5.29	5.26	5.19	5.25	0.05
	จุดที่ 2	6.63	6.57	6.54	6.58	0.05	3.90	3.75	3.87	3.84	0.08
	จุดที่ 3	6.67	6.63	6.60	6.63	0.04	3.02	2.96	2.93	2.97	0.05
	จุดที่ 4	7.57	7.53	7.49	7.53	0.04	6.69	6.79	6.73	6.74	0.05
	จุดที่ 5	7.32	7.32	7.38	7.34	0.03	5.84	5.78	5.9	5.84	0.06
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	6.66	6.58	6.55	6.60	0.06	6.71	6.5	6.67	6.63	0.11
	จุดที่ 2	7.50	7.45	7.26	7.40	0.13	6.50	6.14	6.22	6.29	0.19
	จุดที่ 3	6.20	6.15	6.16	6.17	0.03	5.58	5.58	5.52	5.56	0.03
	จุดที่ 4	6.81	6.74	6.72	6.76	0.05	5.31	5.65	5.4	5.45	0.18
	จุดที่ 5	6.28	6.51	6.47	6.42	0.12	4.88	4.78	4.96	4.87	0.09



ตารางที่ ค-2 คุณภาพน้ำทางเคมีในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสรินทร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล (ต่อ)

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	บีโอดี (mg/L)					ซีโอดี (mg/L)				
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	2.70	2.60	2.75	2.18	0.08	7.76	7.76	7.76	7.76	0.00
	จุดที่ 2	5.30	5.35	5.30	4.82	0.03	7.76	7.76	7.76	7.76	0.00
	จุดที่ 3	6.00	5.95	5.85	5.43	0.08	7.76	7.76	7.76	7.76	0.00
	จุดที่ 4	4.80	4.85	4.90	4.35	0.05	7.76	7.76	15.52	10.35	4.48
	จุดที่ 5	8.70	8.50	8.60	8.10	0.10	23.28	23.28	23.28	23.28	0.00
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	4.10	4.05	4.05	4.07	0.03	8.00	8.00	14.40	10.13	3.70
	จุดที่ 2	4.45	4.50	4.50	4.48	0.03	14.40	17.60	17.60	16.53	1.85
	จุดที่ 3	3.75	3.55	3.90	3.73	0.18	20.80	20.80	20.80	20.80	0.00
	จุดที่ 4	3.05	3.05	3.05	3.05	0.00	14.40	14.40	14.40	14.40	0.00
	จุดที่ 5	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	5.45	5.60	5.50	5.52	0.08	6.40	6.40	6.40	6.40	0.00
	จุดที่ 2	4.70	4.65	4.65	4.76	0.03	9.60	6.40	6.40	7.47	1.85
	จุดที่ 3	6.40	6.35	6.45	6.40	0.05	16.00	16.00	16.00	16.00	0.00
	จุดที่ 4	3.45	3.45	3.45	3.45	0.00	9.60	9.60	9.60	9.60	0.00
	จุดที่ 5	4.70	4.90	4.80	4.80	0.10	6.40	3.20	3.20	4.27	1.85
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	3.10	2.90	2.95	2.98	0.10	9.60	9.60	9.60	9.60	0.00
	จุดที่ 2	2.40	2.35	2.40	2.38	0.03	12.80	12.80	12.80	12.80	0.00
	จุดที่ 3	2.10	2.10	2.00	2.07	0.06	12.80	12.80	12.80	12.80	0.00
	จุดที่ 4	2.20	2.20	2.20	2.20	0.00	12.80	12.80	12.80	12.80	0.00
	จุดที่ 5	2.20	2.25	2.20	2.22	0.03	6.40	3.20	6.40	5.33	1.85

ตารางที่ ค-2 คุณภาพน้ำทางเคมีในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษา อพ.สธ. เขื่อนน้ำสรีนธร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล (ต่อ)

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	ไนเตรต (mg/L)					แอมโมเนีย (mg/L)				
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	0.0193	0.0187	0.0178	0.0185	0.08	0.37	0.37	0.37	0.37	0.00
	จุดที่ 2	0.0204	0.0206	0.0202	0.0201	0.0005	0.37	0.65	0.37	0.47	0.16
	จุดที่ 3	0.0178	0.0159	0.0172	0.0171	0.0008	0.09	0.37	0.09	0.19	0.16
	จุดที่ 4	0.0110	0.0027	0.0066	0.0058	0.0039	0.65	0.65	0.93	0.75	0.16
	จุดที่ 5	0.0025	0.0022	0.0024	0.0026	0.0004	0.93	0.65	0.65	0.75	0.16
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	0.0170	0.0175	0.0173	0.0173	0.0003	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 2	0.0173	0.0167	0.0167	0.0169	0.0004	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 3	0.0161	0.0167	0.0161	0.0163	0.0004	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 4	0.0019	0.0026	0.0027	0.0024	0.0004	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 5	0.0094	0.0094	0.0093	0.0094	0.0001	ND	ND	ND	-	-
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	0.0233	0.0240	0.0239	0.0237	0.0004	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 2	0.0334	0.0340	0.0338	0.0337	0.0003	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 3	0.0541	0.0546	0.0546	0.0544	0.0003	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 4	0.0108	0.0111	0.0116	0.0112	0.0004	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 5	0.0020	0.0021	0.0020	0.0020	0.0001	ND	ND	ND	-	-
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	0.0336	0.0372	0.0377	0.0361	0.0022	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 2	0.0397	0.0382	0.0398	0.0392	0.0009	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 3	0.0378	0.0390	0.0339	0.0369	0.0027	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 4	0.0409	0.0380	0.0390	0.0393	0.0015	ND	ND	ND	-	-
	จุดที่ 5	0.0161	0.0177	0.0170	0.0170	0.0008	ND	ND	ND	-	-

ตารางที่ ค-2 คุณภาพน้ำทางเคมีในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสรินทร จังหวัดอุบลราชธานี ตามช่วงฤดูกาล (ต่อ)

ฤดูกาล	จุดที่ ทำการศึกษา	ฟอสฟอรัส (mg/L)					ของแข็งทั้งหมด (mg/L)				
		1	2	3	เฉลี่ย	SD	1	2	3	เฉลี่ย	SD
ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561	จุดที่ 1	0.0372	0.0293	0.0322	0.0253	0.0040	188.67	187.67	189.67	188.67	1.00
	จุดที่ 2	0.0276	0.0269	0.0388	0.0234	0.0067	68.67	67.33	86.33	74.11	10.60
	จุดที่ 3	0.0331	0.0266	0.0226	0.0198	0.0053	129.33	94.00	112.33	111.89	17.67
	จุดที่ 4	0.0179	0.0261	0.0302	0.0171	0.0063	27.67	25.67	28.00	27.11	1.26
	จุดที่ 5	0.0599	0.0689	0.0707	0.0588	0.0058	54.33	57.33	61.33	57.67	3.51
ฤดูร้อน/มีนาคม 2562	จุดที่ 1	0.0363	0.0367	0.0381	0.0306	0.0010	46.33	43.33	35.00	41.56	5.87
	จุดที่ 2	0.0370	0.0327	0.0388	0.0294	0.0032	30.33	50.67	48.33	43.11	11.13
	จุดที่ 3	0.0236	0.0256	0.0262	0.0183	0.0014	19.33	11.33	18.67	16.44	4.44
	จุดที่ 4	0.0190	0.0171	0.0189	0.0116	0.0011	3.00	4.00	7.00	4.67	2.08
	จุดที่ 5	0.0212	0.0211	0.0221	0.0147	0.0005	12.00	3.00	-	7.50	6.36
ฤดูฝน/มิถุนายน 2562	จุดที่ 1	0.0456	0.0680	0.0594	0.0408	0.0113	112.67	118.00	102.00	110.89	8.15
	จุดที่ 2	0.0470	0.0765	0.0869	0.0532	0.0207	51.67	51.67	56.67	53.00	2.31
	จุดที่ 3	0.0584	0.0670	0.0741	0.0496	0.0079	123.33	123.00	125.33	123.89	1.26
	จุดที่ 4	0.0383	0.0538	0.0559	0.0324	0.0096	49.67	51.33	50.33	50.44	0.84
	จุดที่ 5	0.0435	0.0492	0.0794	0.0405	0.0193	38.33	33.67	35.67	36.00	3.30
ฤดูฝน/กันยายน 2562	จุดที่ 1	0.0457	0.0483	0.0512	0.0335	0.0028	91.33	70.67	68.67	76.89	12.55
	จุดที่ 2	0.0783	0.0649	0.0729	0.0571	0.0067	78.00	84.67	71.33	78.00	6.67
	จุดที่ 3	0.0670	0.0806	0.0716	0.0582	0.0069	41.33	58.13	57.33	52.27	9.48
	จุดที่ 4	0.0502	0.0532	0.0492	0.0360	0.0021	66.00	61.33	54.00	60.44	6.05
	จุดที่ 5	0.0611	0.0558	0.0252	0.0325	0.0194	26.67	24.67	28.00	25.67	1.41

ตารางที่ ค-3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษา อพ.สธ. เขื่อนน้ำลรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูหนาว/ธันวาคม 2561

ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561													
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 1			MPN index/100ml	จุดที่ 2			MPN index/100ml.	จุดที่ 3			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	3	920	5	5	2	540	5	5	4	1,600
	BGB	5	5	2	540	5	5	0	240	5	5	3	920
	MacConkey	5	5	2	540	5	5	0	240	5	5	3	920
	Lauryl tryptose broth	5	5	1	350	5	5	0	240	5	5	3	920
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	1	350	5	3	0	79	5	4	2	220
<i>E. coli</i>	EMB agar	4	4	1	40	0	2	0	3.7	1	1	1	6.1

ตารางที่ ค-3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์พยาบาล อพ.สธ. เขื่อนน้ำลรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูหนาว/ธันวาคม 2561 (ต่อ)

ฤดูหนาว/ธันวาคม 2561									
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 4			MPN index/100ml	จุดที่ 5			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	4	1	170	5	5	5	>1,600
	BGB	5	2	0	49	5	5	5	>1,600
	MacConkey	5	1	0	33	5	5	5	>1,600
	Lauryl tryptose broth	4	2	0	22	5	5	4	1,600
Fecal Coliform bacteria	EC medium	4	1	0	17	5	5	4	1,600
<i>E. coli</i>	EMB agar	2	1	0	6.8	1	1	1	6.1

ตารางที่ ค-4 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์พยาบาลร อพ.สธ. เขื่อนน้ำลรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูร้อน/มีนาคม 2562

ฤดูร้อน/มีนาคม 2562													
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 1			MPN index/100ml	จุดที่ 2			MPN index/100ml	จุดที่ 3			MPN index/100ml
		LB 2 เท้า	LB ปกติ			LB 2 เท้า	LB ปกติ			LB 2 เท้า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	5	4	1,600
	BGB	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	5	0	240
	MacConkey	5	5	5	>1,600	5	5	4	1,600	5	5	0	240
	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	5	4	1,600	5	4	0	130
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	4	0	130
<i>E. coli</i>	EMB agar	5	3	0	79	5	5	0	240	3	1	0	11

ตารางที่ ค-4 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์พยาบาล อพ.สธ. เขื่อนน้ำลึรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูร้อน/มีนาคม 2562 (ต่อ)

ฤดูร้อน/ธันวาคม 2561									
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 4			MPN index/100ml	จุดที่ 5			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	3	920	5	5	2	540
	BGB	5	5	0	240	5	5	1	350
	MacConkey	5	4	0	240	5	5	1	350
	Lauryl tryptose broth	5	4	0	130	5	5	1	350
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	2	0	49	4	5	1	48
<i>E. coli</i>	EMB agar	2	2	0	9	4	3	0	27

ตารางที่ ค-5 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษา อพ.สธ. เขื่อนน้ำลรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/มิถุนายน 2562

ฤดูฝน/มิถุนายน 2562													
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 1			MPN index/100ml	จุดที่ 2			MPN index/100ml	จุดที่ 3			MPN index/100ml
		LB 2 เท้า	LB ปกติ			LB 2 เท้า	LB ปกติ			LB 2 เท้า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	5	4	>1,600	5	5	4	1,600
	BGB	5	5	5	>1,600	5	5	4	>1,600	5	5	4	1,600
	MacConkey	5	5	5	>1,600	5	5	4	1,600	5	5	4	1,600
	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	5	4	1,600	5	5	4	1,600
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	5	>1,600	5	5	2	540	5	5	0	1,600
<i>E. coli</i>	EMB agar	3	0	1	11	4	5	1	48	3	2	2	94



ตารางที่ ค-5 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์พยาบาล อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/มิถุนายน 2562 (ต่อ)

ฤดูฝน/มิถุนายน 2562									
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 4			MPN index/100ml	จุดที่ 5			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	3	2	140
	BGB	5	5	5	>1,600	5	2	2	94
	MacConkey	5	5	5	>1,600	5	2	2	94
	Lauryl tryptose broth	5	5	4	1,600	5	2	2	94
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	4	1,600	5	1	0	33
<i>E. coli</i>	EMB agar	5	1	1	46	0	0	1	1.8

ตารางที่ ค-6 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์รักษา อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/กันยายน 2562

ฤดูฝน/กันยายน 2562													
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 1			MPN index/100ml	จุดที่ 2			MPN index/100ml	จุดที่ 3			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1600
	BGB	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1601
	MacConkey	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1602
	Lauryl tryptose broth	5	5	4	1,600	5	5	5	>1600	5	5	5	>1600
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	5	>1,600	5	5	5	>1600	5	5	5	>1600
<i>E. coli</i>	EMB agar	1	1	0	4	0	0	2	3.7	1	1	3	8.1

ตารางที่ ค-6 คุณภาพน้ำทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักษ์พยาบาลร อพ.สธ. เขื่อนน้ำสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงฤดูฝน/กันยายน 2562 (ต่อ)

ฤดูฝน/กันยายน 2562									
เชื้อที่ตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จุดที่ 4			MPN index/100ml	จุดที่ 5			MPN index/100ml
		LB 2 เท่า	LB ปกติ			LB 2 เท่า	LB ปกติ		
		10 ml	1.0 ml	0.1 ml		10 ml	1.0 ml	0.1 ml	
Total Coliform bacteria	Lauryl tryptose broth	5	5	5	>1600	5	5	4	1600
	BGB	5	5	5	>1600	5	5	4	1600
	MacConkey	5	5	5	>1600	5	5	4	1600
	Lauryl tryptose broth	5	5	4	1600	5	4	5	430
Fecal Coliform bacteria	EC medium	5	5	5	>1600	5	5	1	350
<i>E. coli</i>	EMB agar	1	2	2	8.2	1	3	0	8.3



ภาคผนวก ง  
มาตรฐานคุณภาพน้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ง-1 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน								
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด <sup>2/</sup> ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1.สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	๓	๓'	๓'	๓'	-	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	ซ °	-	๓	๓'	๓'	๓'	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	๓	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4.ออกซิเจนละลาย (DO) <sup>2/</sup>	มก./ล.	P20	๓	6.0	4.0	2.0	-	Azide Modification
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	๓	1.5	2.0	4.0	-	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	P80	๓	5,000	20,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	P80	๓	1,000	4,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
8.ไนเตรต (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓		5.0		-	Cadmium Reduction
9.แอมโมเนีย (NH <sub>3</sub> ) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓		0.5		-	Distillation Nesslerization

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 , 2537

หมายเหตุ

1. <sup>1/</sup> กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
2. <sup>2/</sup> ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด
3. ๘ เป็นไปตามธรรมชาติ
4. ๘' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส
5. ๘ ซ องศาเซลเซียส
6. P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
7. P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
8. มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร
9. MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number
10. วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

#### ตารางที่ ง-2 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทแหล่งน้ำ	การใช้ประโยชน์
ประเภทที่ 1	ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน (2) การอุตสาหกรรม
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ที่มา : พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

#### ตารางที่ ง-3 เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ				
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม	หมายเหตุ
1	อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	23 - 32	โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติและไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
2	ความเป็นกรด - ด่าง (pH)		5 - 9	โดยมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน ไม่ควรเกินกว่า 2.0 หน่วย
3	ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	ต่ำสุด 3	-
4	ความขุ่น (Turbidity) -ความโปร่งใส (Transparency) -สารแขวนลอย (Suspended solids)	ชม.	30 - 60 สูงสุด 25	วัดด้วย Secchi disc

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด ฉบับที่ 75/253

ตารางที่ ง-4 มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน

มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน		
ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์กำหนดสูงสุด)
1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5-8.5
2. ความนำไฟฟ้า	ไมโครโมล/ชม.	2,000
3. บีโอดี (BOD <sub>5</sub> ) มิลลิกรัม/ลิตร	มก./ล.	20
4. สี และกลิ่นที่ระบายลงสู่ทางน้ำชลประทาน (Colour and Odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
5. ค่าอุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	40
6. ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	2.0
7. ซีโอดี (COD)	มก./ล.	100

ที่มา : คำสั่งกรมชลประทานที่ 73/2554

ภาคผนวก จ  
รูปภาพที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย







รูปที่ จ-1 การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายภาคสนามด้วยเครื่อง Multi probe meter



รูปที่ จ-2 เครื่องวิเคราะห์ค่าความขุ่นภาคสนาม



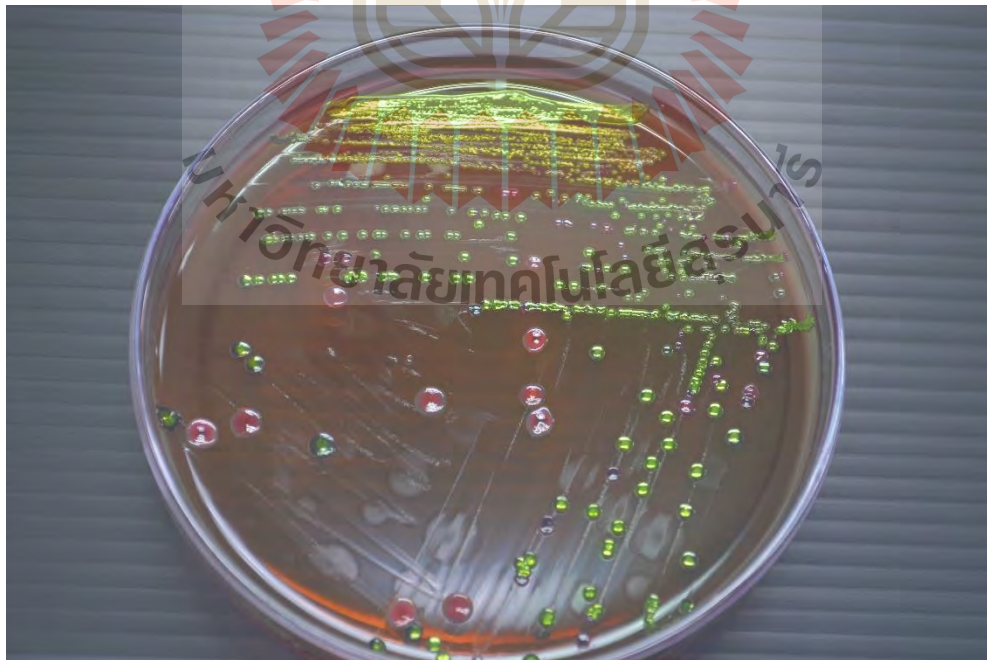
รูปที่ จ- 3 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลายในการหาค่าบีโอดี



รูปที่ จ-4 การวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมดโดยใช้เครื่องอังน้ำ



รูปที่ จ-5 การวิเคราะห์แบคทีเรียในลำไส้ด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique



รูปที่ จ-6 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้กลุ่ม *E. coli*



รูปที่ ง-7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561)



รูปที่ ง-8 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561)



รูปที่ ง-9 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561)



รูปที่ ง-10 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโตมน้อยช่วงฤดูหนาว (ธ.ค./2561)



รูปที่ ง-11 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562)



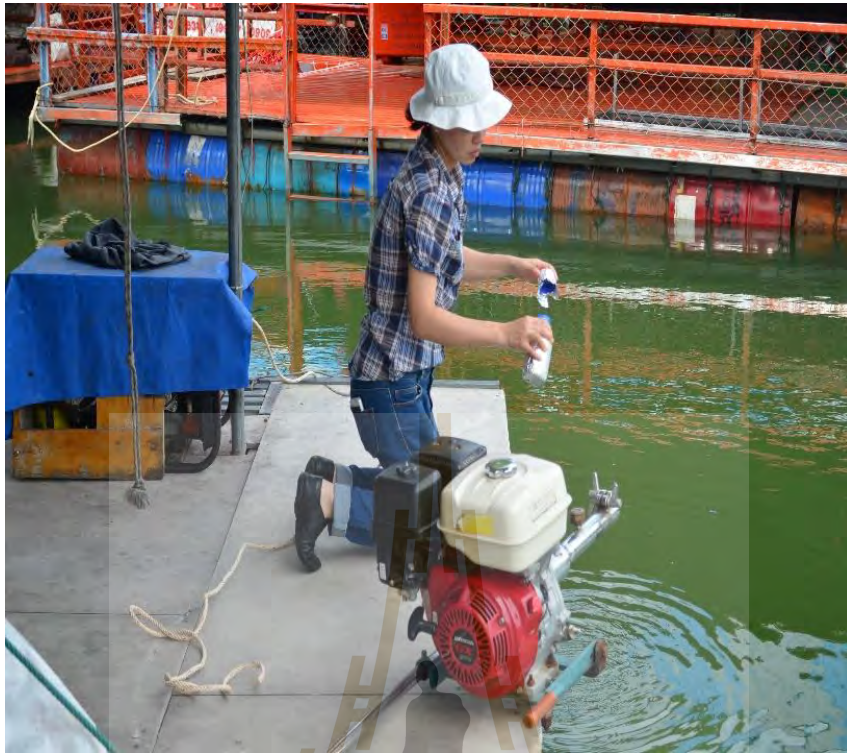
รูปที่ ง-12 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562)



รูปที่ ง-13 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562)



รูปที่ ง-14 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อยช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562)



รูปที่ ง-15 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูร้อน (มี.ค./2562)



รูปที่ ง-16 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯช่วงฤดูฝน (มี.ย./2562)





รูปที่ ง-17 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากช่วงฤดูฝน (มิ.ย./2562)



รูปที่ ง-18 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯช่วงฤดูฝน (มิ.ย./2562)



รูปที่ ง-19 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (มิ.ย./2562)



รูปที่ ง-20 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (มิ.ย./2562)



รูปที่ ง-21 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลำห้วยที่ไหลมาบรรจบกับลำห้วยหมากแลลำห้วยหมากก่อนเข้าพื้นที่โครงการฯ และช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562)



รูปที่ ง-22 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากภายในพื้นที่โครงการฯ ช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562)



รูปที่ ง-23 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลำห้วยหมากไหลลงสู่แม่น้ำลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562)



รูปที่ ง-24 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณท่าแพลำโดมน้อยช่วงฤดูฝน (ก.ย./2562)



รูปที่ ง-25 คณะผู้ทำการสำรวจคุณภาพน้ำในเขื่อนน้ำสิรินธร



## ประวัติคณะผู้วิจัย

### ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววิณา รongจะโปะ  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Wina Rongchapo
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
3. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้  
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000  
หมายเลขโทรศัพท์ 044-223857 โทรสาร 044-223920 E-mail: winar@sut.ac.th

### 4. ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2558 ปริญญาเอก วท.ด. (เคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี วท.บ. (อนามัยสิ่งแวดล้อม, เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การเตรียมวัสดุที่มีรูพรุนจากวัสดุทางวัสดุเหลือใช้ และ/หรือวัสดุจากธรรมชาติ การพิสูจน์เอกลักษณ์วัสดุด้วยเทคนิคทางเคมี และการนำไปใช้ในการกำจัดสารมลพิษด้วยการดูดซับและการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง

### 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

#### 6.1 งานวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

- เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วย ซิลิกาจากขานอ้อยในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบ (หัวหน้าโครงการวิจัย)  
แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ประจำปี 2560)
- เรื่อง การเตรียมฟิล์มรับรู้เคมีเชิงแสงด้วยการตรึงสีย้อมสำหรับการตรวจวัดปริมาณนิกเกิลในน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ (หัวหน้าโครงการวิจัย)  
แหล่งทุน : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ประจำปี 2561)
- เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากรอพ.สธ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี (หัวหน้าโครงการวิจัย)  
แหล่งทุน : สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (ประจำปี 2562)

#### 6.2 งานตีพิมพ์เผยแพร่

- Keawkumay, C., Rongchapo, W., Sosa, N., Suthirakun, S., Koleva, I. Z., Aleksandrov, H. A., Vayssilov, G. N., Wittayakun, J. (2019) Paraquat adsorption on NaY zeolite at various Si/Al ratios: A combined experimental and computational study, Materials Chemistry and Physics. 238, 121824.
- Bunmai, K., Osakoo, N., Deekamwong, K., Rongchapo, W., Keawkumay, C., Chanlek, N., Prayoonpokarach, S., Wittayakun, J. (2018) Extraction of silica from cogon grass and utilization for synthesis of zeolite NaY by conventional and microwave-assisted

hydrothermal methods, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 83, 152-158.

- Rongchapo, W., Keawkumay, C., Osakoo, N, Deekamwong, K., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2018) Comprehension of paraquat adsorption on faujasite zeolite NaY and NaX, Adsorption Science and Technology, 36(1-2), 684-693.
- Keawkumay, C., Rakmae, S., Rongchapo, W., Suppakarn, N., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2017). Adsorption of paraquat and pirimiphos- methyl by montmorillonite modified with tetradecylammonium chloride and intragallery templating method, Adsorption Science and Technology, 35(3-4), 357-371.
- Osakoo, N., Pansakdanon, C., Sosa, N., Deekamwong, K., Keawkumay, C., Rongchapo, W., Chanlek, N., Jicharoen, J. (2017). Characterization and comprehension of zeolite NaY/mesoporous SBA-15 composite as adsorbent for paraquat, Materials Chemistry and Physics. 193, 470-476.
- Rongchapo, W., Khamdahsag, P., Grisdanurak, N., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2016) Photocatalytic degradation of paraquat by using titanium dioxide on rice husk silica and zeolite Y in sodium form. Suranaree Journal of Science and Technology, 23(3), 343-350.
- Rongchapo, W., Deekamwong, K., Loiha, S., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2015). Paraquat adsorption on NaX and Al-MCM-41. Water Science and Technology, 71, 1347-1353.
- สุदारัตน์ สมบัติศรี ชัยยศ จันทรแก้ว ปกิต กำบุญมา และ วีณา ร่องจะโปะ “การดูดซับทางชีวภาพของแดง(II) ด้วยไฟโบรอินจากรังไหมเหลือทิ้ง” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 17ฉบับที่ 1มกราคม-เมษายน ปี 2558 หน้า 50-58.
- สุदारัตน์ สมบัติศรี พนิดา ธงกิ่ง ปวีณัฐ นามสำลี ณิชฐ์คณิน ศุภเมธานนท์ และ วีณา ร่องจะโปะ “การดูดซับไอออนตะกั่วด้วยกากมันสำปะหลังดัดแปลง” วารสารนเรศวรพะเยา ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม ปี 2558 หน้า 167-170.
- Rongchapo, W., Sophiphun, O., Rinramee, K., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2013). Paraquat adsorption on porous materials synthesized from rice husk silica. Water Science and Technology, 68, 863-869

### 6.3 การนำเสนอที่ประชุมวิชาการ

- Pengkhunthod, S., Suriwong, S., Thanupan, K., Rongchapo, W. (2019). Adsorptions of Chromium and Nickel from chrome plating wastewater using silica from rice husk. PACCON 2019 Pure and Applied Chemistry International Conference, Bangkok, Thailand, 7-8 February 2019. (Abstract, Poster).

- Pornnongsan, N. , Krasaesat, A. , Pakakaew, S. , Juangjun, S. , Thaochampa, P. , Rongchapo, W. (2019). Hardness Removal from Groundwater by Water hyacinth leaves. PACCON 2019 Pure and Applied Chemistry International Conference, Bangkok, Thailand, 7-8 February 2019. (Abstract, Poster).
- Ditsi, S., Thasak, M., Phakdee, A., Ngaoped, J., Rongchapo, W. (2018). Preparation of Activated Carbon from Terminalia Catappa Seeds for Dye Adsorption from effluent of Thai silk making process. In The First International Conference on Healthcare Science and Technology (ICHST 2018), Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima Province, Thailand, December 3-4 , 2018. (Abstract, Poster)
- Krasaesat, A. , Pakakaew, S. , Pornnongsan, N. , Juangjun, S. , Thaochampa, P. , and Rongchapo, W. (2017). Modification of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart) solms) for Water Hardness Removal from Groundwater of Saphanhin Community Mueang District Nakhon Ratchasima Province. In the 5<sup>th</sup> Nontri National Conference 2017, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon province campus, Sakon Nakhon province, Thailand, November 26, 2017. (Full paper, Oral presentation)
- Rongchapo, W., Osakoo, N., Chanlek, N., & Wittayakun, J. (2017). Activity of titanium dioxide on cogon grass silica for photocatalytic degradation of paraquat. In the 3<sup>rd</sup> International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST 2017). Budapest, Hungary, 19-23 October 2017. (Abstract, Poster)
- Rongchapo, W. , Keawkumay, C. , Osakoo, N, Deekamwong, K. , Prayoonpokarach, S. , and Wittayakun, J. (2017). Comprehension of paraquat adsorption on faujasite zeolite NaY and NaX. The 3<sup>rd</sup> Euro-Asia Zeolite Conference (EAZC), Bali Island, Indonesia, January 22-25, 2017. (Abstract, Poster)
- Singkeaw, K. , Osakoo, N. , Deekamwong, K. , Rongchapo, W. , Keawkumay, C. , Wittayakun, J. (2017). Synthesis of zeolite NaY by conventional and microwave-assisted hydrothermal methods using high-purity silica from cogon grass. The 3<sup>rd</sup> Euro-Asia Zeolite Conference (EAZC), Bali Island, Indonesia, January 22-25, 2017. (Abstract, Poster)
- Rongchapo, W., Moon, G., Choi, W., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2015). Activity of TiO<sub>2</sub> Hybridized with Reduced Graphene Oxide for Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants. ICP 2015 International Conference on Photochemistry, Jeju Island, Korea, 28 June-3 July 2015. (Abstract, Poster)
- Rongchapo, W. , Khamdahsag, P. , Grisdanurak, N. , Prayoonpokarach, S. , and Wittayakun, J. (2015). Photocatalytic degradation of paraquat by using TiO<sub>2</sub> on RHS



and NaY. ICP 2015 International Conference on Photochemistry, Jeju Island, Korea, 28 June-3 July 2015. (Abstract, Poster)

- Rongchapo, W., Deekomwong K., Sophiphun, O., Loiha S., Prayoonpokarach S., and Wittayakun J. (2015). Adsorption of herbicide paraquat on porous materials synthesized with rice husk silica. The Sixteenth RGJ-Ph.D. Congress (RGJ-Ph.D. Congress XVI), Chonburi, Thailand, 11-13 June 2015. (Abstract, Oral presentation)
- Rongchapo, W., Deekomwong K., Loiha S., Prayoonpokarach S., and Wittayakun J. (2014). Paraquat adsorption on MCM-41 loaded with aluminum by hydrothermal method. PACCON 2014 Pure and Applied Chemistry International Conference, Khon Kaen, Thailand, 8-10 January 2014. (Abstract, Poster)
- Rongchapo, W., Sophiphun, O., Rintramee, K., Prayoonpokarach, S., and Wittayakun, J. (2013). Paraquat adsorption on porous materials synthesized from rice husk silica. RGJ Seminar Series XCVIII Contemporary Chemistry: Materials, Natural Products and Analytical Technology RGJ Seminar, Khon Kaen, Thailand, 13 September 2013. (Abstract, Poster)



### ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว สิริภรณ์ โพธิวิชยานนท์  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Siraporn Potivichayanon

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

3. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-3936 โทรสาร 0-4422-3920

E-mail: siraporn@sut.ac.th, possi12@yahoo.com

### 4. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 Certificate of International Program in Integrated Water Management training course, in the framework of the International program in Environmental Science, Saxion University of Applied Sciences, Deventer, the Netherlands. Supported by Netherlands Fellowship Programmes (NFP)

พ.ศ. 2551 Certificate of International Training Program in Ecological Alternatives in Sanitation, Stockholm Environment Institute, Sweden

พ.ศ. 2548 Ph.D. (Biology) International Program, Faculty of Science, Mahidol University

พ.ศ. 2541 วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล

### 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Odor treatment, Biodegradation and Bioremediation, Ecological sanitation, Water management

### 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

#### 6.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

เรื่องที่ 1 Removal of hydrogen sulfide by fixed-film bioscrubber

เรื่องที่ 2 การย่อยสลายไฮยาไนด์ด้วยจุลินทรีย์

เรื่องที่ 3 Water management and sanitation in a community

เรื่องที่ 4 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2551 (งบเร่งด่วน)

เรื่องที่ 5 การพัฒนาความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ในการกำจัดกลิ่นโดยใช้ระบบฟลักซ์-ฟิล์มไบโอสครีเบอร์

เรื่องที่ 6 การผลิตเอทานอลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดยเชื้อจุลินทรีย์

เรื่องที่ 7 การพัฒนาความสามารถของระบบฟลักซ์-ฟิล์มไบโอสครีเบอร์

- เรื่องที่ 8 การพัฒนาความสามารถของจุลินทรีย์รวมกลุ่มในการย่อยสลายไฮโดรเจนซัลไฟด์และไฮโดรเจนซัลไฟด์
- เรื่องที่ 9 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุ์กรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร
- เรื่องที่ 10 การพัฒนาระบบการผลิตเอทานอลจากก๊าซผสมโดยจุลินทรีย์ SUTSP1
- เรื่องที่ 11 การกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียอุตสาหกรรมโดยจุลินทรีย์รวมกลุ่มร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิสิกส์-ฟิล์มเอสปีอาร์
- เรื่องที่ 12 การพัฒนาการผลิตเอทานอลด้วยระบบฟิสิกส์-ฟิล์มไบโอรีแอกเตอร์แบบต่อเนื่อง

## 6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- เรื่องที่ 1 Removal of hydrogen sulfide by fixed-film bioscrubber. (ผู้วิจัยหลัก)  
แหล่งทุน Asian Development Bank (ADB)
- เรื่องที่ 2 Optimization of bioscrubber system for hydrogen sulfide removal. (ผู้ช่วยวิจัย)  
แหล่งทุน Asian Development Bank (ADB)
- เรื่องที่ 3 การประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดของ  
ห้องปฏิบัติการ: กรณีการชะแคะเคมีและตะกั่วจากภาชนะเซรามิค ห้องปฏิบัติการ  
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: ภายใต้  
โครงการการพัฒนากรอบนโยบายการเพิ่มศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เพื่อการ  
เสริมสร้างความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมของประเทศไทยในการรับรองผลกระทบ  
จากการประกาศใช้ระเบียบว่าด้วยสารเคมี (REACH) ของสหภาพยุโรป (ผู้ร่วมวิจัย)  
แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- เรื่องที่ 4 Water management and sanitation in a community (ผู้วิจัยหลัก)  
แหล่งทุน ภายใต้ความร่วมมือ การแนะนำและปรึกษาของ Swedish International  
Development Cooperation Agency (Sida) ในโปรแกรม International  
Training Programme (ITP) in Ecological Alternatives in Sanitation โดย  
Stockholm Environment Institute (SEI)
- เรื่องที่ 5 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านบำบัดแล้ว  
มาใช้ในการเพาะปลูก  
แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2551 (งบเร่งด่วน)
- เรื่องที่ 6 การย่อยสลายไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยจุลินทรีย์  
แหล่งทุน เงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- เรื่องที่ 7 การพัฒนาความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ในการกำจัดกลิ่นโดยใช้ระบบฟิสิกส์-  
ฟิล์มไบโอสครีเบอร์  
แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2553
- เรื่องที่ 8 การผลิตเอทานอลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดย

- เชื้อจุลินทรีย์
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2553  
 เรื่องที่ 9 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช  
 อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2555  
 เรื่องที่ 10 การพัฒนาความสามารถของจุลินทรีย์รวมกลุ่มในการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนและโลหะ  
 ไฮยาไรด์
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2555  
 เรื่องที่ 11 การพัฒนาความสามารถของระบบฟิสิกซ์-ฟิล์มไบโอสครับเบอร์
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2554  
 เรื่องที่ 12 การพัฒนาระบบการผลิตเอทานอลจากกากชผสมโดยจุลินทรีย์ SUTSP1
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556  
 เรื่องที่ 13 การกำจัดไฮยาไรด์จากน้ำเสียอุตสาหกรรมโดยจุลินทรีย์รวมกลุ่มร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสีย  
 แบบฟิสิกซ์-ฟิล์มเอสปีอาร์
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556  
 เรื่องที่ 14 การพัฒนาการผลิตเอทานอลด้วยระบบฟิสิกซ์-ฟิล์มไบโอรีแอกเตอร์แบบต่อเนื่อง
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2557

### 6.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :

การบำบัดน้ำเสียชุมชนและหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ของระบบบึงประดิษฐ์สำหรับการเพาะปลูกข้าว  
 (ผู้ร่วมวิจัย 30%)

แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2562  
 เสร็จสิ้นร้อยละ 40

### งานตีพิมพ์เผยแพร่และนำเสนอที่ประชุมวิชาการ

- Potivichayanon S, Pokethitiyook P, Kruatrachue M. 2006. Hydrogen sulfide removal by a novel fixed-film bioscrubber system. Process Biochem 41: 708-715.
- Potivichayanon S and Chuersuwan N. 2009. Greywater management and reuse for plant irrigation: A case study of Ban Lalloommoa Village in Thailand. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology. Chania, Crete, Greece. P.745-752.
- Potivichayanon S and Kitleartpornparoat R. 2010. Biodegradation of cyanide by a novel cyanide-degrading bacterium. World Academy of Science, Engineering and Technology 66: 1376-1379.

- Potivichayanon S, Sungmon T, Chaikongmao W, Kamvanin S. 2011. Enhancement of biogas production from bakery waste by *Pseudomonas aeruginosa*. World Academy of Science, Engineering and Technology 80: 529-532.
- Potivichayanon S and Phaisanthia K. 2013. Ethanol production from carbon-rich gases by a new mixed culture of bacteria. Proceeding of International Conference on Engineering and Applied Science. Tokyo, Japan. P.1304-1309.
- Phaisanthia K, Potivichayanon S, Chuersuwana N, Meevasana K. 2013. Removal of heavy metals from electroplating wastewater by cassava peel waste. (Best Paper Award). Proceeding of International Conference on Environmental Protection and Renewable Energy. Pataya, Thailand. P.125-130.
- Potivichayanon S and Kitleartpornpaiboon R. 2014. Degradation of cyanide to ammonia and nitrate by mixed culture of *Agrobacterium tumefaciens* SUTS 1 and *Pseudomonas monteilii* SUTS 2. Proceeding of the European Conference on Sustainability, Energy & the Environment. Brighton, United Kingdom. P. 251-264.
- Supromin N, Potivichayanon S, Toensakes R. 2015. Degradation of metal cyanide from real electroplating wastewater by mixed culture of SUTS 1 and SUTS 2. (Best Paper Award). Proceeding of 3<sup>rd</sup> International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences. Kuala Lumpur, Malaysia. P. 75-80.
- มุจรินทร์ บุญเสริม, สิริภรณ์ โพธิ์วิชยานนท์, ประพัฒน์ เป็นตามวา 2558. การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยระบบฟิสิกซ์-ฟิล์มไบโอสครับเบอร์แบบคู่ วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 43(4) 775-787.
- Bunsert M, Potivichayanon S, Pentamwa P. 2017 Mass balance of hydrogen cyanide and hydrogen sulfide gases removal by dual fixed-film bioscrubber. Proceeding of 4<sup>th</sup> EnvironmentAsia International Conference on Practical Global Policy and Environmental Dynamics. Bangkok, Thailand.
- Potivichayanon S, Supromin N, Toensakes R. 2017. Development of a mixed microbial culture for thiocyanate and metal cyanide degradation. 3 Biotech 7:1-11

#### บทความวิชาการ

- สิริภรณ์ โพธิ์วิชยานนท์ 2553. รู้หรือไม่ว่า น้ำเสียจากครัวเรือนที่ผ่านการบำบัดแล้วนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชได้ดี วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 เมษายน-มิถุนายน 2553 หน้า 67-71.

### ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาว รุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Rujirat Kitleartpornpairat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3409700127347
3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail  
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000  
โทรศัพท์ 0-4422-3936 โทรสาร 0-4422-3920 E-mail: rujirata@sut.ac.th
5. ประวัติการศึกษา  
พ.ศ. 2551 สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
พ.ศ. 2545 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยบูรพา  
พ.ศ. 2540 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยบูรพา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิมัธยมศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ  
Biodegradation, Water analysis, Industrial hygiene
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น
  - 7.1. หัวหน้าโครงการวิจัย : -
  - 7.2. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
 

เรื่องที่ 1	Biodegradation of Malachite green by Activated sludge. (ผู้วิจัยหลัก)
แหล่งทุน	Asian Development Bank (ADB)
เรื่องที่ 2	การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก (ผู้ช่วยวิจัย)
แหล่งทุน	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2551 (งบเร่งด่วน)
เรื่องที่ 3	การย่อยสลายไซยาไนด์ด้วยจุลินทรีย์ (ผู้ช่วยวิจัย)
แหล่งทุน	เงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนา นักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### งานตีพิมพ์เผยแพร่

- Potivichayanon S and Kitleartpornpairat R. 2010. Biodegradation of cyanide by a novel cyanide-degrading bacterium. Proceedings of ICEESD 2010 International Conference on Energy, Environment, Sustainable Development in World Academy of Science, Engineering and Technology. Paris, France. 66: 606-609.

## ประวัติผู้ช่วยโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวรัตนา เทินสะเกษ

(ภาษาอังกฤษ) Miss Rattana Toensakes

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1 3001 00101 xx x

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยวิจัย

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4422-3963 E-mail : [rattana.t58@gmail.com](mailto:rattana.t58@gmail.com)

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556-ปัจจุบัน กำลังศึกษา วท.ม. (มลพิษสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2553 วท.บ. (อนามัยสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น

6.1 งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว :

เรื่องที่ 1 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปัก

พันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2555

เรื่องที่ 2 การพัฒนาความสามารถของระบบฟิสิกซ์-ฟิล์มไบโอสครับเบอร์ (Fixed-film

bioscrubber capacity development) (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2554

เรื่องที่ 3 การพัฒนาความสามารถของจุลินทรีย์รวมกลุ่มในการย่อยสลาย

ไฮโดรไฮยาเนตและโลหะไฮยาไนด์ (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2555

เรื่องที่ 4 การกำจัดไฮยาไนด์จากน้ำเสียอุตสาหกรรมโดยจุลินทรีย์รวมกลุ่ม

ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟิสิกซ์-ฟิล์มเอสปีอาร์ (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556

เรื่องที่ 5 การพัฒนาระบบการผลิตเอทานอลจากกากซผสมโดยจุลินทรีย์ SUTSP1 (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556

เรื่องที่ 6 การพัฒนาการผลิตเอทานอลด้วยระบบฟิสิกซ์-ฟิล์มไบโอรีแอกเตอร์

แบบต่อเนื่อง (ผู้ช่วยวิจัย)

แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2557

### งานตีพิมพ์เผยแพร่

- Moungnak N, Chimmai J, Toensakes R, Katramee A, Manatsakan S, Sukton B, Wongklom T, Chuersuwan N. 2014. Estimating daily exposure factors among Thai s' students : A case in an university in Northeastern Thailand. International conference on public health among the greater Mekhong sub-regional countries. Khon kean, Thailand. 6 : 197.
- Supromin N, Potivichayanon S, Toensakes R. 2015. Degradation of metal cyanide from real electroplating wastewater by mixed culture of SUTS 1 and SUTS 2. 3<sup>rd</sup> International conference on biological, chemical & environmental sciences ( BCES- 2015). Kuala lumper, Malaysia. 3: 75-80.
- Toensakes R, Potivichayanon S, Supromin N. 2015. Screening and identification of biodegradable plastic polyhydroxyalkanoate-producing strains by rapid viable-colonies straining method. The 41<sup>th</sup> congress on science and technology of Thailand (STT41). Nakhon Ratchasima, Thailand.
- Katramee A, Toensakes R, Potivichayanon S. 2015. Biodegradation of oil and grease from synthetic wastewater by local isolation lipid degrading microorganism. The 41<sup>th</sup> congress on science and technology of Thailand (STT41). Nakhon Ratchasima, Thailand.
- Potivichayanon S, Supromin N, Toensakes R. 2017. Degradation of a mixed microbial culture for thiocyanate and metal cyanide degradation. 3Biotech 7:1-11.
- Toensakes, R., Potivichayanon, S., Tittabutr, P., and Vao-Soongnern. (2018). Isolation and identification of biodegradable plastic polyhydroxyalkanoate-producing strains by utilizing cassava pulp as a substrate. Exploring microorganisms: Recent advances in applied microbiology. Biomicroworld2017 conference. 18-20 October 2017. Madrid, Spain.