



Study of Water Quality and Applicated Synchrotron Radiation
to Examine Element Accumulation in Plants from Water Sources
in Chon Buri Province

ผู้จัดทำ

นายธีรรัช วรบำรุงกุล

ม. 5/2 เลขที่ 9

นางสาวพัชฌ์อนันัญญา วงศ์เดชสกุล

ม. 5/6 เลขที่ 18

ครูที่ปรึกษาโครงการ

นายวิเชียร ดอนแรม

นางสาวพัชรพร บุญกิตติ

นางสาวอรรวรรณ ศรีไตรรัตน์

โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาโครงการวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2567

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี



Study of Water Quality and Applicated Synchrotron Radiation
to Examine Element Accumulation in Plants from Water Sources
in Chon Buri Province

ผู้จัดทำ

นายธีรรัช วรบำรุงกุล ม. 5/2 เลขที่ 9

นางสาวพัชฌ์อนันญา วงศ์เดชสกุล ม. 5/6 เลขที่ 18

ครูที่ปรึกษาโครงการ

นายวิเชียร ดอนแรม

นางสาวพัชรพร บุญกิตติ

นางสาวอรรณ ศรีไตรรัตน์

ที่ปรึกษาพิเศษ

ดร. ชาตรี ไสยสมบัติ

หัวหน้าส่วนพัฒนาอุปกรณ์ระบบลำเลียงแสง ฝ่ายระบบลำเลียงแสง

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ชื่อโครงการ	การศึกษาคุณภาพน้ำและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อตรวจสอบการ สะสมของธาตุในพืชน้ำและน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดชลบุรี
ผู้จัดทำ	นายธีรวัช วรบำรุงกุล นางสาวพัชฌ์อนัญญา วงศ์เดชสกุล
ครูที่ปรึกษาโครงการ	นายวิเชียร ดอนแรม, นางสาวพัชรพร บุญกิตติ, นางสาวอรรพรรณ ศรีไตรรัตน์
ที่ปรึกษาพิเศษ	ดร. ชาตรี ไสยสมบัติ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ระยะเวลาทำโครงการ	ตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2567 - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567
สถานศึกษา	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี 695 หมู่ 3 ต.หนองซาก อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20170

บทคัดย่อ

โครงการเรื่องนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอน โดยการดำเนินการแบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ขั้นตอนแรกกำหนดจุดศึกษาในบริเวณแหล่งน้ำ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย อ่างเก็บน้ำหนองค้อ และอ่างเก็บน้ำมาบประชัน ขั้นตอนที่สองดำเนินการตรวจวัดคุณภาพน้ำ โดยตรวจวัดจาก 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และค่าความขุ่นของน้ำในแหล่งน้ำด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ ดำเนินการศึกษาทั้งหมด 2 ครั้ง ภายในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม จากการตรวจสอบพบค่าออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนพฤษภาคมมีค่าไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งผิวดิน ทำให้ค่าคุณภาพน้ำทั้งสามแหล่งภายในเดือนพฤษภาคมอยู่ในระดับปานกลาง CCME WQI อยู่ระหว่าง 67.97-75.42 และภายในเดือนสิงหาคมมีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดี CCME WQI มีค่าอยู่ระหว่าง 79.23-88.18 และ ขั้นตอนที่สามดำเนินการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในน้ำและพืชน้ำ โดยใช้เทคนิคการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์แบบสะท้อนทั้งหมด (TXRF) จากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ธาตุที่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ และศึกษาความสามารถในการกักเก็บสารตกค้างที่มีอยู่ตามแหล่งน้ำของพืชในบริเวณแหล่งน้ำ โดยดำเนินการวิเคราะห์และแสดงผลเป็นกราฟเส้นสเปกตรัมผ่านโปรแกรม PyMca พบว่าธาตุที่ปรากฏในแถบสเปกตรัมจากชุดพืชน้ำมีความสอดคล้องกับชุดตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำจุดศึกษาเดียวกัน

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, การสะสมของธาตุในพืชน้ำ, การสะสมของธาตุในน้ำ, เทคนิคการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์แบบสะท้อนทั้งหมด (TXRF)

Project Title	Study of Water Quality and Applied Synchrotron Radiation to Examine Element Accumulation in Plants from Water Sources in Chon Buri Province
Researcher	Mr. Theerathach Warabamrungskul Ms.Patananya Wongdechsakul
Advisor	Mr. Vichien Donram, Ms. Patcharaporn Boonkitti, Ms. Orawan Srihirat
special adviser	Dr. Chatree Saiyasombat
Major	Environmental science
Time	April – August 2024
School	Princess Chulabhorn Science High School Chonburi Nong Chak, Ban Bueng, Chon Buri 20170 Thailand

Abstract

This project was conducted to study water quality in water bodies and apply synchrotron light technology. The first part of the study involved selecting study sites within water bodies, including Ban Bueng Reservoir, Nong Kho Reservoir, and Map Phrachan Reservoir. In the second stage, water quality was measured based on four parameters: temperature, dissolved oxygen, pH, and turbidity. This part was conducted twice, once in May and once in August. The results showed that the dissolved oxygen levels did not meet the surface water quality standards in May, leading to moderate water quality levels across the three sites, with CCME WQI values ranging from 67.97 to 75.42. By August, water quality had improved to a good level, with CCME WQI values ranging from 79.23 to 88.18. The third stage involved analyzing elements accumulated in water and aquatic plants using the Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) technique at the Synchrotron Light Research Institute. The results were analyzed and visualized as spectral line graphs using the PyMca software. The elemental spectra of the aquatic plant samples showed consistency with those of water samples collected from the same study sites.

Keywords: Water Quality, Elemental Accumulation in Aquatic Plants, Elemental Accumulation in Water, Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) Technique

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อตรวจสอบการสะสมของธาตุในพืชน้ำและน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดชลบุรี สำเร็จลุล่วงลงด้วยดีด้วยความกรุณาของนายวิเชียร ดอนแรม, นางสาวพัชรพร บุญกิตติ, นางสาวอรรวรรณ ศรีไตรรัตน์ ครูที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำงานวิจัย และขอขอบคุณ ดร. ชาตรี ไสยสมบัติ หัวหน้าส่วนพัฒนาอุปกรณ์ระบบลำเลียงแสง ฝ่ายระบบลำเลียงแสง สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ที่ปรึกษาพิเศษได้กรุณาสับสนุนการปฏิบัติการในสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนและอุปกรณ์สำหรับดำเนินการศึกษา รวมถึงการแนะนำเอกสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาค้นคว้าและจำเป็นต่อการจัดทำงานวิจัยครั้งนี้ตลอดจนช่วยตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของงานวิจัย

การพัฒนาผลงานนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าขาดท่านผู้ปกครองของผู้จัดทำทุก ๆ ท่าน ที่คอยให้การสนับสนุนและให้ความสำคัญกับการพัฒนางานวิจัย ตลอดเป็นกำลังใจให้กับผู้จัดทำตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้สนับสนุนทุกท่านอีกครั้ง รวมทั้งผู้สนับสนุนท่านอื่น ๆ ที่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ด้วย ซึ่งทุกท่านมีส่วนสำคัญที่ทำให้การพัฒนางานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายธีรรัช วรบำรุงกุล

นางสาวพัชฌ์อนัญญา วงศ์เดชสกุล

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญภาพและแผนภูมิ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
สมมติฐาน.....	2
ตัวแปรที่ศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา.....	2
สถานที่.....	3
ระยะเวลาในการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
บทที่ 3 วิธีการศึกษาค้นคว้า.....	8
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	8
3.2 สารเคมี.....	8
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	9
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	18
การคำนวณค่าคุณภาพน้ำ.....	18
แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ระหว่างเดือนพฤษภาคมกับเดือนสิงหาคม.....	25
ผลการเก็บตัวอย่างพืชน้ำจากจุดศึกษา.....	28
บทที่ 5 สรุปและอภิปราย.....	29
Badge selection.....	30
บรรณานุกรม.....	31

สารบัญภาพและแผนภูมิ

หัวข้อ	หน้า
ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของเทคนิค TXRF.....	5
ภาพที่ 3.1 บริเวณอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย	9
ภาพที่ 3.2 บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองค้อ.....	10
ภาพที่ 3.3 บริเวณอ่างเก็บน้ำมาบประชัน.....	10
ภาพที่ 3.4 การกลั้วขวด (Rinse)	11
ภาพที่ 3.5 การบรรจุน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (Water Sampling).....	11
ภาพที่ 3.6 การเปิดใช้งานเครื่อง Multi Parameters.....	12
ภาพที่ 3.7 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ และบันทึกผล	12
ภาพที่ 3.8 การโยนห่วงควอดแรนท์	13
ภาพที่ 3.9 การกำหนดตัวอย่างพืชโดยใช้ควอดแรนท์ (Quadrant).....	13
ภาพที่ 3.10 การเก็บตัวอย่างพืช (Plant Sampling).....	14
ภาพที่ 3.11 การจำแนกส่วนประกอบของพืช.....	14
ภาพที่ 3.12 การอบแห้งตัวอย่างพืช ด้วยตู้อบลมร้อน.....	15
ภาพที่ 3.13 ผงตัวอย่างพืชขนาด 0.5 มิลลิเมตร.....	15
ภาพที่ 3.14 การเตรียมชุดตัวอย่าง.....	16
ภาพที่ 3.15 การหยดสารละลายลงบน Silicon Wafers	17
ภาพที่ 3.16 การอบแห้ง.....	17
ภาพที่ 3.17 การแสดงผลการตั้งค่าระบบเครื่อง TXRF	17
ภาพที่ 3.18 การวาง Silicon wafers ในเครื่อง TXRF	17
ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยายในเดือน พ.ค.....	18
ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำหนองค้อในเดือน พ.ค.....	19
ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำมาบประชันในเดือน พ.ค.....	20
ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยายในเดือน ส.ค.....	21
ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำหนองค้อในเดือน ส.ค.	22
ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำมาบประชันในเดือน ส.ค.	23
ตารางที่ 4.7 บันทึกผลการสำรวจพืชน้ำที่พบในจุดศึกษาตามบริเวณอ่างเก็บน้ำ.....	28

สารบัญตาราง

หัวข้อ	หน้า
แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บน้ำบ้านบึงขยาย จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม	25
แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บน้ำบ้านบึงขยาย จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม	25
แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บน้ำบ้านบึงขยาย จุดศึกษา C ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม	26
แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บน้ำหนองค้อ จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม.....	26
แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บน้ำหนองค้อ จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม.....	27
แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บมาบประชัน จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม.....	27
แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่าง เก็บมาบประชัน จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม.....	28

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ ทั้งในด้านการดำรงชีวิตของมนุษย์ กิจกรรมทางการเกษตร และความสมดุลของสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม แม่น้ำจะครอบคลุมพื้นที่กว่า 71% ของโลก แต่น้ำจืดที่สามารถนำมาใช้ได้มีเพียง 3% เท่านั้น ทำให้การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำเป็นเรื่องสำคัญ ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (Sustainable Development Goals: SDGs) โดยเฉพาะข้อที่ 6 การจัดการน้ำสะอาด และข้อที่ 14 การอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล ส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำทั้งในครัวเรือนและในสิ่งแวดล้อม (United Nations Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development, 2558)

จังหวัดชลบุรีมีแหล่งน้ำหลายแห่งที่สำคัญต่อชุมชนและระบบนิเวศ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ต้องพึ่งพาปัจจัยด้านสารอาหาร อุดหนุน และสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตาม กิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม การคมนาคม และมลพิษจากสารเคมี โดยเฉพาะโลหะหนัก ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โลหะหนักเหล่านี้สามารถสะสมในพืชน้ำและเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Environmental Journal, 2563) วิธีหนึ่งที่สามารถบรรเทาการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำได้คือ การบำบัดโดยใช้พืช (Phytoremediation) หรือกระบวนการชีวบำบัด (Bioremediation) ซึ่งอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติในการดูดซับและสะสมโลหะหนักในพืชน้ำ (เบญจวรรณ นิลวงศ์ & กรรณิการ์ แก้วกิม, 2559)

เพื่อศึกษากระบวนการทางธรรมชาติดังที่กล่าวมานั้น ผู้จัดทำใช้เทคโนโลยี แสงซินโครตรอนมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิค Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF) สามารถใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุได้อย่างแม่นยำ (Thai Synchrotron National Lab, 2562) โดยการศึกษาวิจัยวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตัวอย่างในจังหวัดชลบุรี โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ ตรวจสอบการสะสมโลหะหนักในพืชน้ำ และศึกษาความสามารถของพืชน้ำในการกักเก็บสารปนเปื้อน เพื่อนำไปสู่แนวทางการประยุกต์ใช้กระบวนการทางธรรมชาติในการจัดการคุณภาพน้ำอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำภายในจังหวัดชลบุรีโดยใช้การตรวจสอบทางกายภาพทางเคมีและชีวภาพ
2. เพื่อศึกษาธาตุที่สะสมอยู่ในพีชน้ำและน้ำจากอ่างเก็บน้ำบริเวณจังหวัดชลบุรี โดยใช้กระบวนการตรวจสอบทางแสงซินโครตรอน

สมมติฐาน

โลหะหนักที่พบในพีชน้ำและน้ำในแต่ละจุดศึกษามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. การศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำจุดศึกษาภายในจังหวัดชลบุรี
 - ตัวแปรต้น พิกัดทางภูมิศาสตร์ของแหล่งน้ำจุดศึกษา
 - ตัวแปรตาม ค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้จากเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
 - ตัวแปรควบคุม ช่วงเวลาในการศึกษา
2. การศึกษาธาตุที่สะสมอยู่ในตัวอย่างน้ำและตัวอย่างพืชจากแหล่งน้ำจุดศึกษา โดยใช้เทคนิคการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์แบบสะท้อนทั้งหมด (TXRF)
 - ตัวแปรต้น ชนิดของตัวอย่างน้ำและตัวอย่างพืชจากแหล่งน้ำ
 - ตัวแปรตาม ธาตุและสารโลหะหนักที่พบจากชุดตัวอย่าง
 - ตัวแปรควบคุม ระยะเวลาการศึกษา สถานที่ทดลอง ปริมาณของชุดตัวอย่างแต่ละชนิด

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาคูณภาพน้ำและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อตรวจสอบการสะสมของธาตุในพีชน้ำและน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดชลบุรี โดยเริ่มจากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งผ่านเครื่องวัดคุณภาพแบบหลายพารามิเตอร์ ได้แก่ค่า อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และค่าความขุ่นของน้ำในแหล่งน้ำ แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดศึกษาด้วยขวดเก็บตัวอย่างปริมาตร 60 มิลลิลิตร จุดศึกษาละ 3 ขวด พร้อมเก็บตัวอย่างพืชแบบสุ่ม เพื่อนำกลับมาตรวจสอบธาตุที่สะสมในชุดตัวอย่าง โดยเทคนิคการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์แบบสะท้อนทั้งหมด (TXRF)

สถานที่

1. อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย (อ่างเก็บน้ำหนองน้ำเขียว)
2. อ่างเก็บน้ำหนองค้อ
3. อ่างเก็บน้ำมาบประชัน
4. ห้องปฏิบัติการทางเคมี โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี
5. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ส่วนระบบลำเลียงแสง 2

ระยะเวลาในการศึกษา

ตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2567 – เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความแตกต่างคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ จากสภาพแวดล้อมที่แตกต่าง
2. ทราบความสามารถในการดูดซับและกักเก็บหรือสารของพืชในบริเวณแหล่งน้ำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำและประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อตรวจสอบการสะสมในพืชน้ำและน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดชลบุรีคณะผู้จัดทำได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แสงซินโครตรอน

2.2 เทคนิค TXRF (Total Reflection X-Ray Fluorescence)

2.3 ค่า CCME Water Quality Index (CCME WQI)

2.1 แสงซินโครตรอน

แสงซินโครตรอน (Synchrotron Radiation) เป็นแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ที่มีความสำคัญในการเพิ่มความสามารถของเครื่อง TXRF โดยช่วยให้การวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างมีความละเอียดสูงขึ้น ความไวที่เพิ่มขึ้น และสามารถวิเคราะห์ธาตุที่มีความยากในการตรวจจับได้ดีกว่าแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ทั่วไปด้วยคุณสมบัติที่สามารถปรับความยาวคลื่นได้อย่างละเอียดและมีความเข้มสูง แสงซินโครตรอนจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในงานวิจัยและการวิเคราะห์ทางเคมีที่ซับซ้อน

2.2 เทคนิค TXRF (Total Reflection X-Ray Fluorescence)

เทคนิค TXRF (Total Reflection X-Ray Fluorescence) เป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ธาตุและสารประกอบในตัวอย่าง โดยใช้การสะท้อนทั้งหมดของรังสีเอกซ์ (X-ray)

2.2.1 ส่วนประกอบ

2.2.1.1 X-ray Tube: เป็นแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ (X-rays) รังสีที่ถูกสร้างขึ้นจากหลอด X-ray จะถูกส่งไปยังชุดตัวอย่างที่จะทำการศึกษา

2.2.1.2 Multilayer Monochromator: อุปกรณ์นี้ทำหน้าที่กรองและปรับทิศทางของรังสีเอกซ์ให้มีพลังงานเฉพาะเจาะจงที่ต้องการก่อนที่จะตกกระทบกับตัวอย่าง

2.2.1.3 Sample on Polished Carrier Disc: ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกวางบนแผ่นนำตัวอย่างที่ถูกขัดให้เรียบ ตัวอย่างนี้จะถูกฉายรังสีเอกซ์โดยการสะท้อนแบบเต็ม (Total Reflection) บนผิวหน้า ซึ่งรังสีจะสะท้อนกลับและกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยรังสีเอกซ์รองจากอะตอมในตัวอย่าง

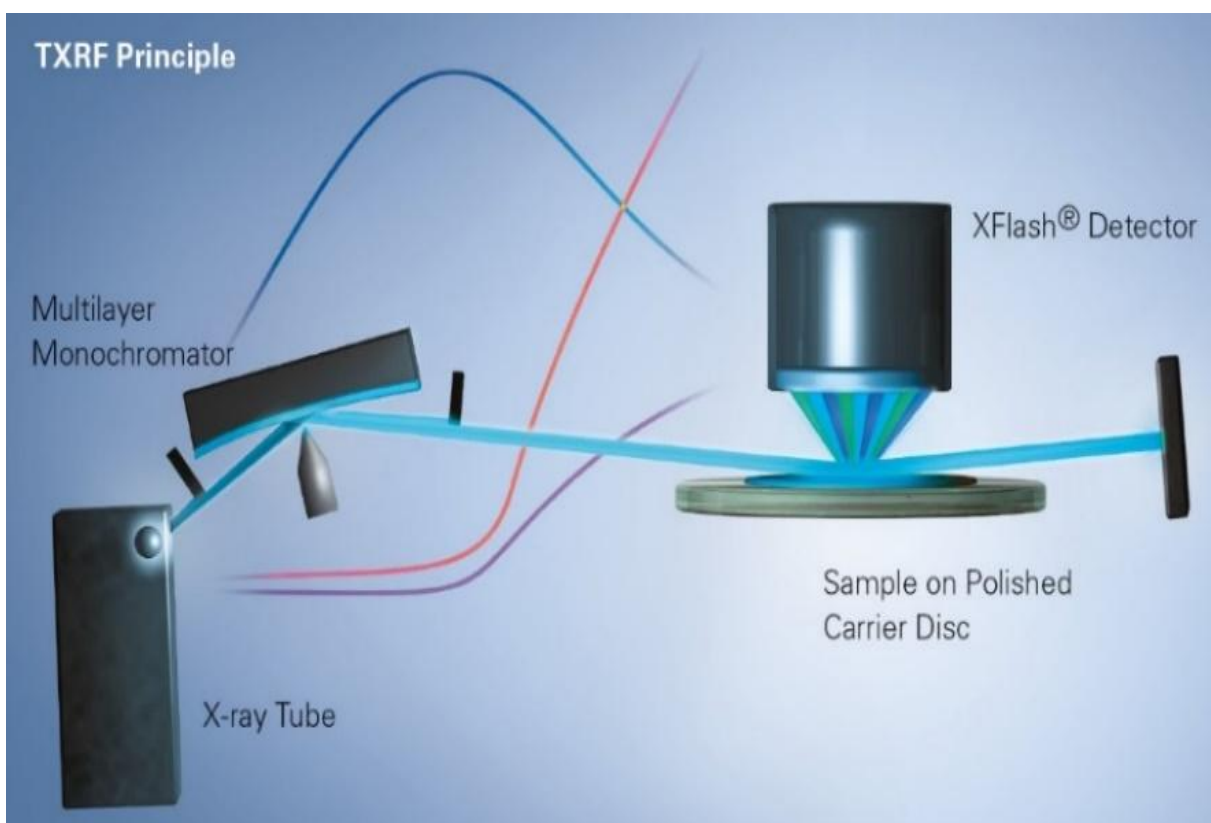
2.2.1.4 XFlash Detector: ตรวจสอบรังสีเอกซ์รอง (Secondary X-rays) ที่ถูกปล่อยออกมาจากตัวอย่างหลังจากการกระตุ้นด้วยรังสีเอกซ์ ข้อมูลที่ได้จะถูกใช้ในการวิเคราะห์และระบุองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง

2.2.2 หลักการทำงาน

2.2.2.1 รังสีเอกซ์จาก X-ray Tube ถูกส่งผ่าน Multilayer Monochromator มีหน้าที่ในการปรับความยาวคลื่นหรือพลังงานของรังสีให้เหมาะสมก่อนตกกระทบตัวอย่างที่อยู่บนแผ่นนำตัวอย่าง (Sample Carrier Disc)

2.2.2.2 เมื่อรังสีเอกซ์ตกกระทบตัวอย่างที่มุมตื้น (Grazing Incidence Angle) จะเกิดการสะท้อนทั้งหมด ส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยรังสีเอกซ์รอง (Secondary X-rays) จากอะตอมในตัวอย่าง

2.2.2.3 รังสีเอกซ์รองนี้ถูกตรวจจับโดย XFlash Detector ซึ่งจะรวบรวมข้อมูลพลังงานของรังสีเอกซ์ เพื่อสร้างข้อมูลสเปกตรัมที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่าง



ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของเทคนิค TXRF

ที่มา <https://images.app.goo.gl/2q6xFx9F5CyqPRcv7>

2.2.3 ข้อดีของเทคนิค TXRF

- 2.3.1 มีความไวสูงเนื่องจากการสะท้อนแบบเต็มที่ช่วยลดการสูญเสียพลังงานของรังสี
- 2.3.2 ใช้ตัวอย่างในปริมาณน้อยซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณจำกัด
- 2.3.3 มีความแม่นยำสูงและสามารถใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม

2.3 ค่า CCME Water Quality Index (CCME WQI)

ค่า CCME WQI (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) เป็นดัชนีที่ใช้วัดคุณภาพน้ำ โดยพัฒนาขึ้นโดย Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ และแหล่งน้ำใต้ดิน โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ข้อมูลที่เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ

2.3.1 วิธีคำนวณ CCME WQI

การคำนวณ CCME WQI พิจารณาปัจจัย 3 ประการ ได้แก่

1. Scope (F1): จำนวนตัวแปรคุณภาพน้ำที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. Frequency (F2): ความถี่ที่ตัวแปรเหล่านั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
3. Amplitude (F3): ขนาดของการเบี่ยงเบนจากเกณฑ์มาตรฐาน

สูตรในการคำนวณ:

$$CCME\ WQI_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

2.3.2 เกณฑ์การประเมิน

ค่าที่ได้จาก CCME WQI จะอยู่ในช่วง 0–100 แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่

1. Excellent (95–100) : คุณภาพน้ำดีเยี่ยม ไม่มีปัญหาสำคัญ
2. Good (80–94) : คุณภาพน้ำดี มีปัญหาน้อยมาก
3. Fair (65–79) : คุณภาพน้ำปานกลาง มีปัญหาในบางพื้นที่
4. Marginal (45–64) : คุณภาพน้ำต่ำ มีข้อจำกัดที่สำคัญ
5. Poor (0–44) : คุณภาพน้ำแย่ มีข้อจำกัดรุนแรง ดัชนีนี้เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการติดตามคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติและการจัดการสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

บทที่ 3

วิธีการศึกษาค้นคว้า

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหลายพารามิเตอร์	1	เครื่อง
2. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 60 มิลลิลิตร	21	ขวด
3. ถังซีปขนาด 4x6 เซนติเมตร	30	ใบ
4. ห่วงควอดแรนท์ (Quadrant) รัศมี 30 เซนติเมตร	3	ห่วง
5. ชุดโกร่งบดสาร	3	ชุด
6. ตู้แช่เย็นสาร	1	เครื่อง
7. ถาดสแตนเลส	9	ใบ
8. ตู้อบลมร้อน	1	เครื่อง
9. ตาชั่งบดิจิตอล	1	เครื่อง
10. ตะแกรงร่อนขนาดรู 0.5 มิลลิเมตร	3	ใบ
11. ไมโครปิเปต ขนาด 10-100 ไมโครลิตร	1	เครื่อง
12. หลอดไมโครทิวป์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร	17	หลอด
13. แผ่น Silicon Wafers ขนาด 1 ตารางเซนติเมตร	17	แผ่น
14. เครื่อง TXRF	1	เครื่อง

3.2 สารเคมี

1. สาร Triton X-100	17	มิลลิลิตร
2. สารละลายโครเมียม 100 mg/L	0.2	มิลลิลิตร

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาได้แก่ ครั้งที่ 1 เดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนเดียวกัน ดังต่อไปนี้

3.3.1 การกำหนดพื้นที่ทำการศึกษา โดยผู้จัดทำได้เลือกแหล่งน้ำทั้งหมด 3 แหล่ง ได้แก่

3.3.1.1 อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย ต.คลองกิว อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี

3.3.1.2 อ่างเก็บน้ำหนองค้อ ตำบลหนองขาม อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี

3.3.1.3 อ่างเก็บน้ำมาบประชัน ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

3.3.2 การกำหนดจุดศึกษาในพื้นที่แหล่งน้ำที่ทำการศึกษา

3.3.2.1 อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย

1) จุดศึกษา A = จุดชมวิว จุดท่องเที่ยวอ่างเก็บน้ำ ใกล้แหล่งเกษตรกรรม

2) จุดศึกษา B = จุดใกล้แหล่งก่อสร้าง

3) จุดศึกษา C = จุดบริเวณชุมชน



ภาพที่ 3.1 บริเวณอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย

ที่มา <https://bit.ly/3TEIkMo>

3.3.2.2 อ่างเก็บน้ำหนองค้อ

- 1) จุดศึกษา A = จุดบริเวณชุมชน ทำการประมงจุดศึกษา
- 2) จุดศึกษา B = จุดปล่อยน้ำ



ภาพที่ 3.2 บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองค้อ

ที่มา <https://bit.ly/43naf6N>

3.2.2.3 อ่างเก็บน้ำมาบประชัน

- 1) จุดศึกษา A = จุดใกล้สวนสาธารณะ
- 2) จุดศึกษา B = จุดรับน้ำ ใกล้น้ำตก



ภาพที่ 3.3 บริเวณอ่างเก็บน้ำมาบประชัน

ที่มา <https://bit.ly/4cu9Ham>

3.3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampling)

3.3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 3 พื้นที่ที่ศึกษา โดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 3 จุดศึกษา 2 ครั้ง ภายในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม และให้ใส่ถุงมือเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกปนเปื้อน โดยก่อนเก็บตัวอย่างน้ำให้ใช้ตัวอย่างที่จะเก็บกลั้ว (Rinse) ขวดเก็บตัวอย่างก่อน 2-3 ครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีสารแปลกปลอมอื่นเจือปนในขวดเก็บน้ำ



ภาพที่ 3.4 การกลั้วขวด (Rinse)

3.3.3.2 จุ่มขวดเก็บตัวอย่างในน้ำตื้นกว่าผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร บรรจุน้ำปริมาณใกล้เคียงเต็มขวด แล้วจึงปิดฝาขวดใต้น้ำ



ภาพที่ 3.5 การบรรจุน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (Water Sampling)

3.3.4 ตรวจสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม

3.3.4.1 เปิดเครื่องโดยการกดปุ่ม Power พร้อมใส่ฝักันกระแทกหัววัด ตรวจสอบจากจากค่าดัชนีคุณภาพ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) ค่าของของแข็งละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) และ ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ผ่านเครื่องวัดแบบหลายพารามิเตอร์ (Multi Parameters)



ภาพที่ 3.6 การเปิดใช้งานเครื่อง Multi Parameters

3.3.4.2 เมื่อหน้าจอแสดงผลปรากฏค่าดัชนีต่าง ๆ ให้ทำการจุ่มหัววัดต่ำจากระดับผิวน้ำประมาณ 50 เซนติเมตร

3.3.4.3 บันทึกค่าคุณภาพที่ได้ตามหน้าจอแสดงผล เมื่อค่าตัวเลขของดัชนีเริ่มคงที่



ภาพที่ 3.7 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ และบันทึกผล

3.3.5 การเก็บตัวอย่างพืชน้ำ

3.3.5.1 สำรวจหาพืชน้ำบริเวณจุดศึกษาที่กำหนดภายในบริเวณแหล่งน้ำ

3.3.5.2 กำหนดการเก็บตัวอย่างพืชแบบสุ่ม โดยการโยนห่วงควอดแรนท์ (Quadrant)

โดยเว้นระยะห่างระหว่างห่วง 1-2 เมตร



ภาพที่ 3.8 การโยนห่วงควอดแรนท์



ภาพที่ 3.9 การกำหนดตัวอย่างพืชโดยใช้ควอดแรนท์ (Quadrant)

3.3.5.3 เก็บตัวอย่างของพืชที่อยู่ภายในห้วงควอดแรนท์ (Quadrant)
ใส่ในถุงเก็บตัวอย่างพร้อมบันทึกจำนวนพืชแต่ละชนิดที่พบอยู่ในห้วง



ภาพที่ 3.10 การเก็บตัวอย่างพืช (Plant Sampling)

3.3.6 การเตรียมชุดตัวอย่าง เพื่อใช้ในการกระบวนการเทคนิค TXRF

3.3.6.1 การเตรียมชุดตัวอย่างน้ำ (Water Sample Preparation)

- 1) แยกกลุ่มขวดเก็บตัวอย่างน้ำตามแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง
- 2) ปิดฝาขวดให้สนิทพร้อมกับ แช่ในตู้แช่สาร
- 3) กำหนดอุณหภูมิตู้แช่อยู่ที่ -5.00 ถึง 0.00 องศาเซลเซียส โดยระหว่างการ
จัดเก็บจะไม่มีการเปิดฝาขวดเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อป้องกันการเจือปนของสารในสภาพแวดล้อม

3.3.6.2 การเตรียมชุดตัวอย่างพืช (Plant Sample Preparations)

- 1) ล้างทำความสะอาดตัวอย่างพืช พร้อมจำแนกส่วนประกอบพืชออกเป็น
ราก ลำต้น และใบ แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง



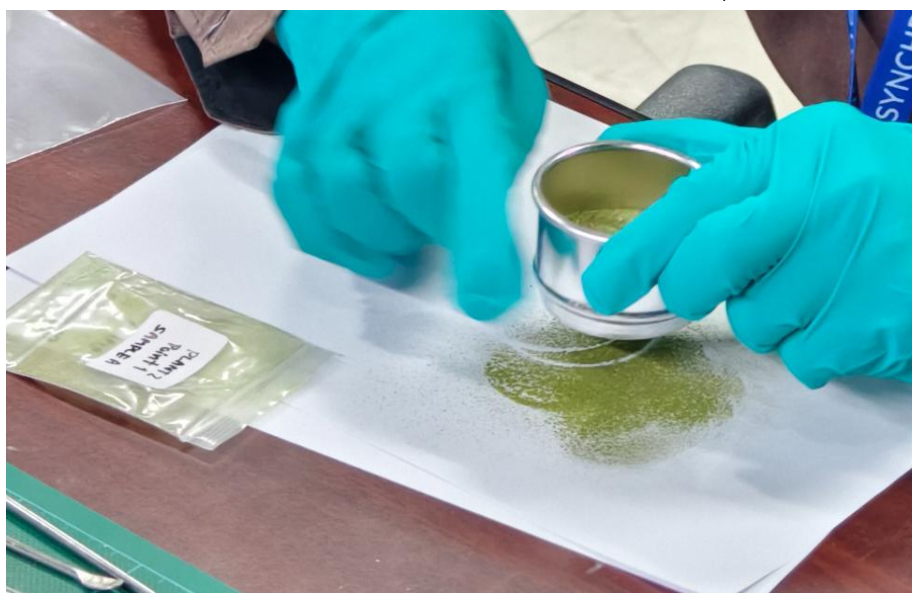
ภาพที่ 3.11 การจำแนกส่วนประกอบของพืช



ภาพที่ 3.12 การอบแห้งตัวอย่างพืช ด้วยตู้อบลมร้อน

2) นำตัวอย่างพืชส่วนต่าง ๆ ที่ผ่านการอบแห้งมาบดเป็นผงขนาด 0.5 มิลลิเมตร โดยใช้ชุดโกร่งบดสาร และตะแกรงร่อน

3) ชั่งผงตัวอย่างพืช ตัวอย่างละ 10 มิลลิกรัม ในถุงซิปป 4x6 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.13 ผงตัวอย่างพืชขนาด 0.5 มิลลิเมตร

3.3.7 การวิเคราะห์ธาตุในชุดตัวอย่างน้ำ ด้วยเทคนิค TXRF

3.3.7.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จะดำเนินการที่ละชุดตัวอย่างตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) นำตัวอย่างน้ำ 990 ไมโครลิตร โดยใช้ไมโครปิเปตใส่หลอดไมโครทิวป์
- 2) หยด Cr 100 mg/L ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ในตัวอย่างน้ำ

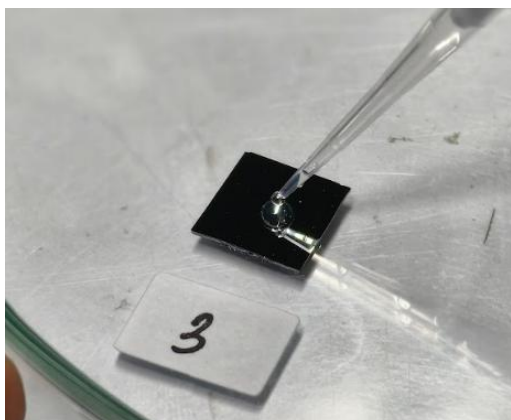
- 3) นำสารละลายชุดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง สังเกตเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน
- 4) หยดสารละลายจากชุดตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ลงบนแผ่น Silicon Wafers
- 5) ดำเนินการตามข้อ 7.1.1 ถึงข้อ 7.1.4 จนครบทุกชุดตัวอย่าง
- 6) นำแผ่น Silicon wafers ที่หยดสารละลายไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
- 7) นำแผ่น Silicon wafers ชุดตัวอย่างที่ผ่านการอบเข้าเครื่อง TXRF เพื่อเริ่มกระบวนการวิเคราะห์ธาตุ และรายงานผลเป็นแถบสเปกตรัมของธาตุ

3.3.7.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช ในรูปแบบผงมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) เทผงพืช 10 มิลลิกรัม ลงในหลอดไมโครทิวป์ พร้อมหยดสารละลาย Triton X-100 ปริมาตร 990 ไมโครลิตร
- 2) หยดสารละลาย Cr 100 mg/L ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ในตัวอย่างพืชที่อยู่ในหลอดไมโครทิวป์
- 3) นำสารละลายชุดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงจนสังเกตเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน
- 4) หยดสารละลายจากชุดตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ลงบนแผ่น Silicon Wafers
- 5) ดำเนินการตามข้อ 1) ถึงข้อ 4) จนครบทุกชุดตัวอย่าง
- 6) นำแผ่น Silicon wafers ที่หยดสารละลายไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
- 7) นำแผ่น Silicon wafers ชุดตัวอย่างที่ผ่านการอบเข้าเครื่อง TXRF เพื่อเริ่มกระบวนการวิเคราะห์ธาตุ และรายงานผลเป็นแถบสเปกตรัมของธาตุ



ภาพที่ 3.14 การเตรียมชุดตัวอย่าง



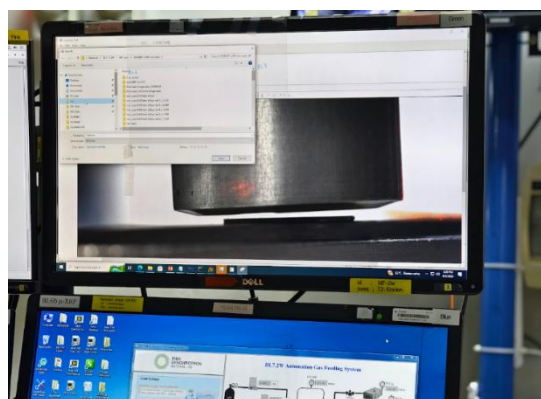
ภาพที่ 3.15 การหยดสารละลายลงบน
Silicon Wafers



ภาพที่ 3.16 การอบแห้ง



ภาพที่ 3.17 การแสดงผลการตั้งค่า
ระบบเครื่อง TXRF



ภาพที่ 3.18 การวาง Silicon wafers ใน
เครื่อง TXRF

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การบันทึกผลการดำเนินการ

การคำนวณค่าคุณภาพน้ำ

1. ครั้งที่ 1 เดือนพฤษภาคม

1.1 อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยายในเดือนพฤษภาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ						มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย			ค่าประเมินวิเคราะห์			
		A	B	C	$\bar{X}$	S.D.	S. D. ²	
Temperature	องศาเซลเซียส	30.05	29.26	31.53	30.28	1.15	1.33	๖
TDS	ก./ล.	0.110	0.112	0.113	0.112	0.002	0	-
DO	มก./ล.	3.73	2.86	1.98	2.86	0.88	0.77	≥ 6
pH	-	7.29	7.56	8.00	7.62	0.36	0.13	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4}\right) \times 100 = 25$

2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 3 การทดลองจาก 12 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{3}{12}\right) \times 100 = 25$

3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ดังนั้น

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{3.73}\right) - 1 = 0.609$$

$$\text{excursion}_2 = \left(\frac{6}{2.86}\right) - 1 = 1.098$$

$$\text{excursion}_3 = \left(\frac{6}{1.98}\right) - 1 = 2.030$$

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n excursion_i}{\# \text{ of test}} = \frac{0.609 + 1.098 + 2.03}{12} = 0.311$$

$$F_3 = \left(\frac{nse}{nse + 1} \right) \times 100 = \frac{31.1}{1.311} = 23.72$$

คำนวณคะแนน CCME WQI

$$CCME WQI_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME WQI_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 25^2 + 23.72^2}}{1.732} \right) = 75.42$$

1.2 อ่างเก็บน้ำหนองค้อ

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำหนองค้อในเดือนพฤษภาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ					มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำหนองค้อ		ค่าประเมินวิเคราะห์			
		A	B	$\bar{X}$	S.D.	S.D. ²	
Temperature	องศาเซลเซียส	30.82	29.94	30.38	0.62	0.39	๘
TDS	ก./ล.	0.115	0.143	0.129	0.02	0.0003*	-
DO	มก./ล.	1.53	1.48	1.51	0.04	0.001*	≥ 6
pH	-	8.05	7.38	7.72	0.47	0.22	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4} \right) \times 100 = 25$

2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 2 การทดลองจาก 8 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{2}{8} \right) \times 100 = 25$

3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ดังนั้น

$$excursion_1 = \left(\frac{6}{1.53} \right) - 1 = 2.922$$

$$\text{excursion}_2 = \left(\frac{6}{1.48} \right) - 1 = 3.054$$

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\# \text{ of test}} = \frac{2.922 + 3.054}{8} = 0.747$$

$$F_3 = \left(\frac{\text{nse}}{\text{nse} + 1} \right) \times 100 = \frac{74.7}{1.747} = 42.76$$

คำนวณคะแนน CCME WQI

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 25^2 + 42.76^2}}{1.732} \right) = 67.97$$

1.3 อ่างเก็บน้ำมาบประชัน

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำมาบประชันในเดือนพฤษภาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ					มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำมาบประชัน		ค่าประเมินวิเคราะห์			
				$\bar{X}$	S.D.	S. D. ²	
Temperature	องศาเซลเซียส	30.89	29.35	30.12	1.09	1.19	๘
TDS	ก./ล.	0.175	0.085	0.13	0.064	0.004	-
DO	มก./ล.	1.55	1.50	1.53	0.04	0.001	≥ 6
pH	-	7.56	7.53	7.55	0.02	0.0004*	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

- 1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4} \right) \times 100 = 25$
- 2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 2 การทดลองจาก 8 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{2}{8} \right) \times 100 = 25$
- 3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล.

ดังนั้น

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{1.55} \right) - 1 = 2.871$$

$$\text{excursion}_2 = \left(\frac{6}{1.50} \right) - 1 = 3$$

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\# \text{ of test}} = \frac{2.871 + 3}{8} = 0.734$$

$$F_3 = \left(\frac{nse}{nse + 1} \right) \times 100 = \frac{73.4}{1.734} = 42.3$$

คำนวณคะแนน CCME WQI

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 25^2 + 42.33^2}}{1.732} \right) = 68.1$$

2. ครั้งที่ 2 เดือนสิงหาคม

2.1 อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยายในเดือนสิงหาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ						มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย			ค่าประเมินวิเคราะห์			
		A	B	C	$\bar{X}$	S.D.	S.D. ²	
Temperature	องศาเซลเซียส	29.59	28.92	30.93	29.81	1.02	1.05	๖
TDS	ก./ล.	0.115	0.115	0.116	0.115	0.0005	0	-
DO	มก./ล.	5.12	5.96	5.15	5.41	0.48	0.23	≥ 6
pH	-	7.49	7.94	7.48	7.64	0.22	0.05	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จาก

ทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4} \right) \times 100 = 25$

2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 3 การทดลอง จาก 12 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{3}{12}\right) \times 100 = 25$

3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ดังนั้น

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{5.12}\right) - 1 = 0.172$$

$$\text{excursion}_2 = \left(\frac{6}{5.96}\right) - 1 = 0.007$$

$$\text{excursion}_3 = \left(\frac{6}{5.15}\right) - 1 = 0.165$$

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\# \text{ of test}} = \frac{0.172 + 0.007 + 0.165}{12} = 0.029$$

$$F_3 = \left(\frac{\text{nse}}{\text{nse} + 1}\right) \times 100 = \frac{2.9}{1.029} = 2.82$$

คำนวณคะแนน CCME WQI

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 25^2 + 2.82^2}}{1.732} \right) = 88.18$$

2.2 อ่างเก็บน้ำหนองค้อ

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำหนองค้อในเดือนสิงหาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ					มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำหนองค้อ		ค่าประเมินวิเคราะห์			
		A	B	$\bar{X}$	S.D.	S. D. ²	
Temperature	องศาเซลเซียส	30.54	30.84	30.69	0.21	0.05	๘
TDS	ก./ล.	0.116	0.147	0.132	0.022	0.0004	-
DO	มก./ล.	4.97	6.87	5.92	1.34	1.80	≥ 6
pH	-	6.88	7.02	6.95	0.1	0.01	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4}\right) \times 100 = 25$

2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 การทดลองจาก 8 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{1}{8}\right) \times 100 = 12.5$

3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ดังนั้น

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{4.97}\right) - 1 = 0.207$$

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\# \text{ of test}} = \frac{0.207}{8} = 0.026$$

$$F_3 = \left(\frac{\text{nse}}{\text{nse} + 1}\right) \times 100 = \frac{2.6}{1.026} = 2.53$$

คำนวณคะแนน CCME WQI

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}\right)$$

$$\text{CCME WQI}_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 12.5^2 + 2.53^2}}{1.732}\right) = 83.80$$

2.3 อ่างเก็บน้ำมาบประชัน

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกค่าดัชนีคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำมาบประชันในเดือนสิงหาคม

รายการที่ทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ					มาตรฐาน
		อ่างเก็บน้ำมาบประชัน		ค่าประเมินวิเคราะห์			
A	B	$\bar{X}$	S.D.	S. D. ²			
Temperature	องศาเซลเซียส	35.12	39.50	37.31	3.1	9.59	๘
TDS	ก./ล.	0.221	0.183	0.202	0.027	0.0007	-
DO	มก./ล.	5.52	4.06	4.79	1.03	1.07	≥ 6
pH	-	7.17	6.89	7.03	0.2	0.04	5-9

คำนวณปัจจัยจาก CCME WQI

คำนวณหาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังนี้

1) คำนวณหา F1 (Scope) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 1 พารามิเตอร์จากทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ คือ DO ดังนั้น $F_1 = \left(\frac{1}{4}\right) \times 100 = 25$

2) คำนวณหา F2 (Frequency) ; จากผลการทดลองมีไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 2 การทดลองจาก 8 การทดลอง ดังนั้น $F_2 = \left(\frac{2}{8}\right) \times 100 = 25$

3) คำนวณหา F3 (Amplitude) ; ค่าที่ไม่เป็นมาตรฐานคือ ค่า DO ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ดังนั้น

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{5.52}\right) - 1 = 0.087$$

$$\text{excursion}_1 = \left(\frac{6}{4.06}\right) - 1 = 0.478$$

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}_i}{\# \text{ of test}} = \frac{0.087 + 0.478}{8} = 0.071$$

$$F_3 = \left(\frac{nse}{nse + 1}\right) \times 100 = \frac{7.1}{1.071} = 6.63$$

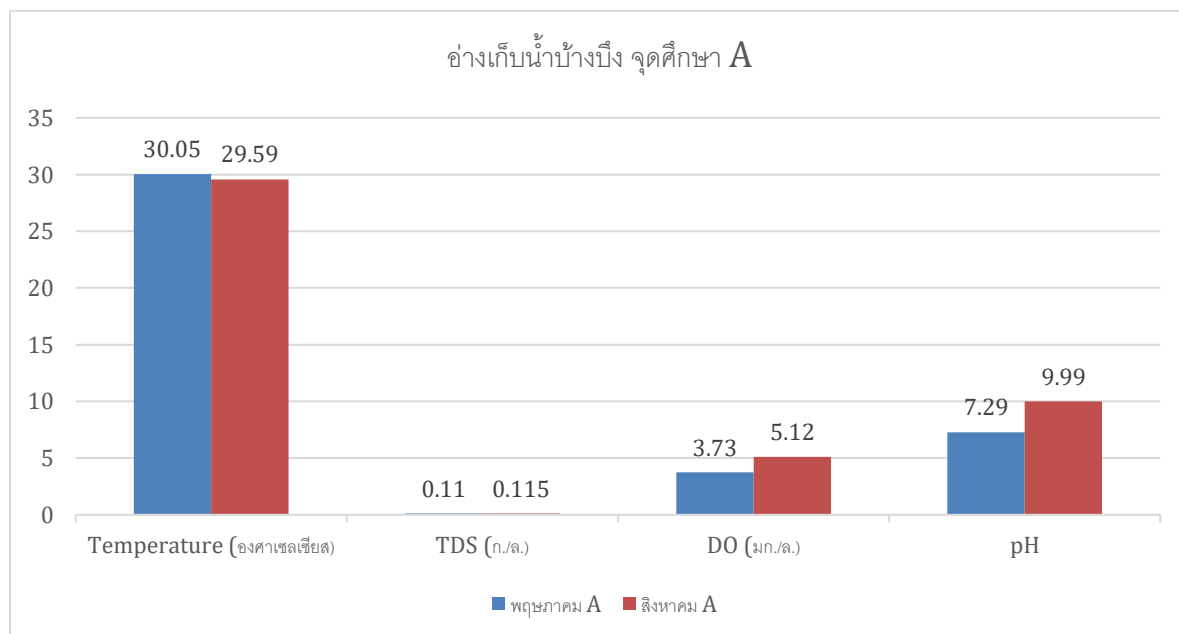
คำนวณคะแนน CCME WQI

$$CCME\ WQI_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}\right)$$

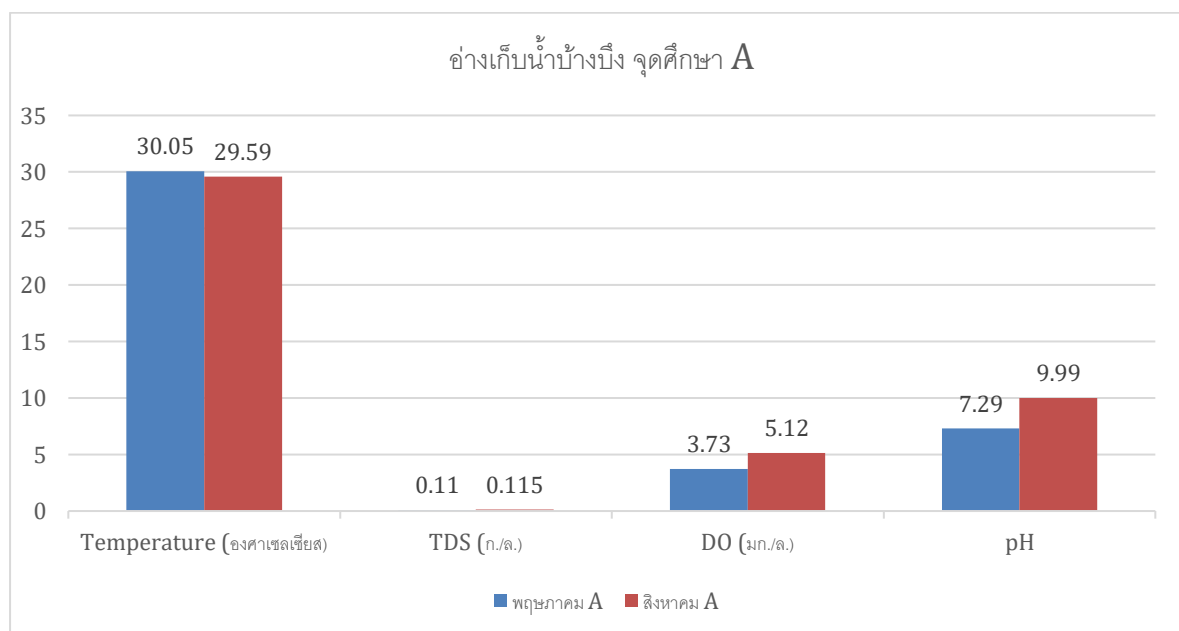
$$CCME\ WQI_w = 100 - \left(\frac{\sqrt{25^2 + 25^2 + 6.63^2}}{1.732}\right) = 79.23$$

แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ระหว่างเดือน พฤษภาคมกับเดือนสิงหาคม

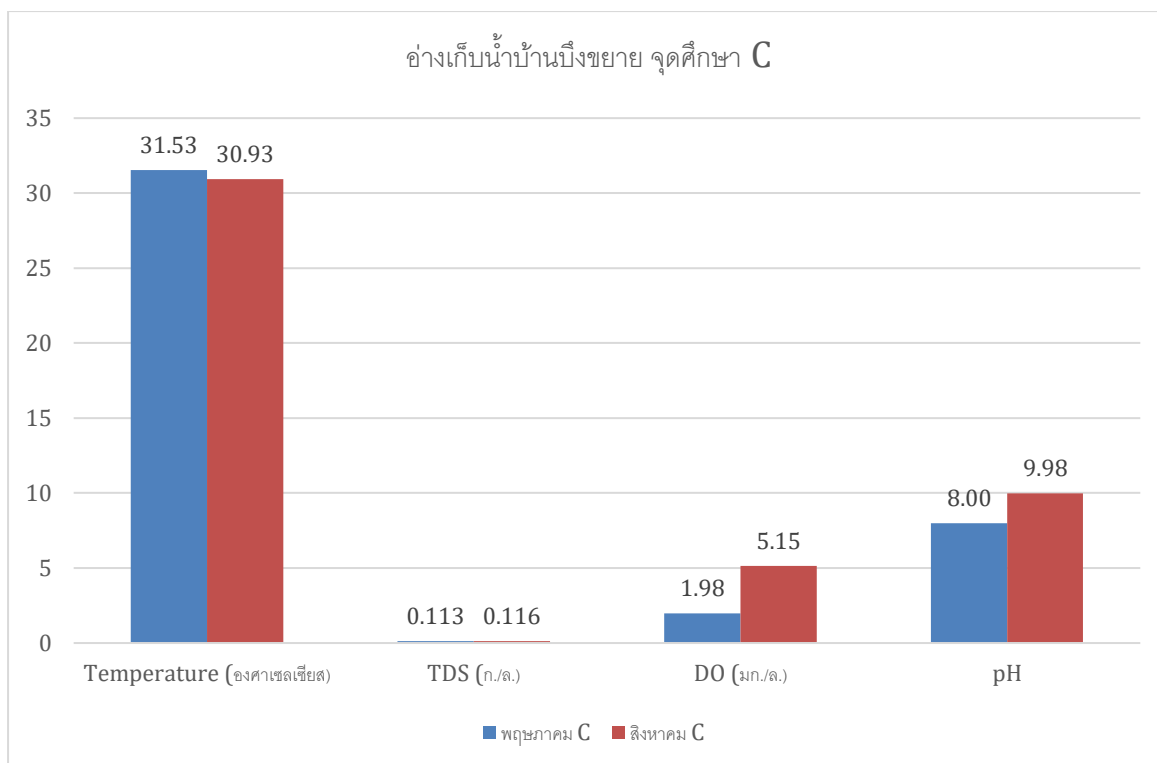
1. อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย



แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

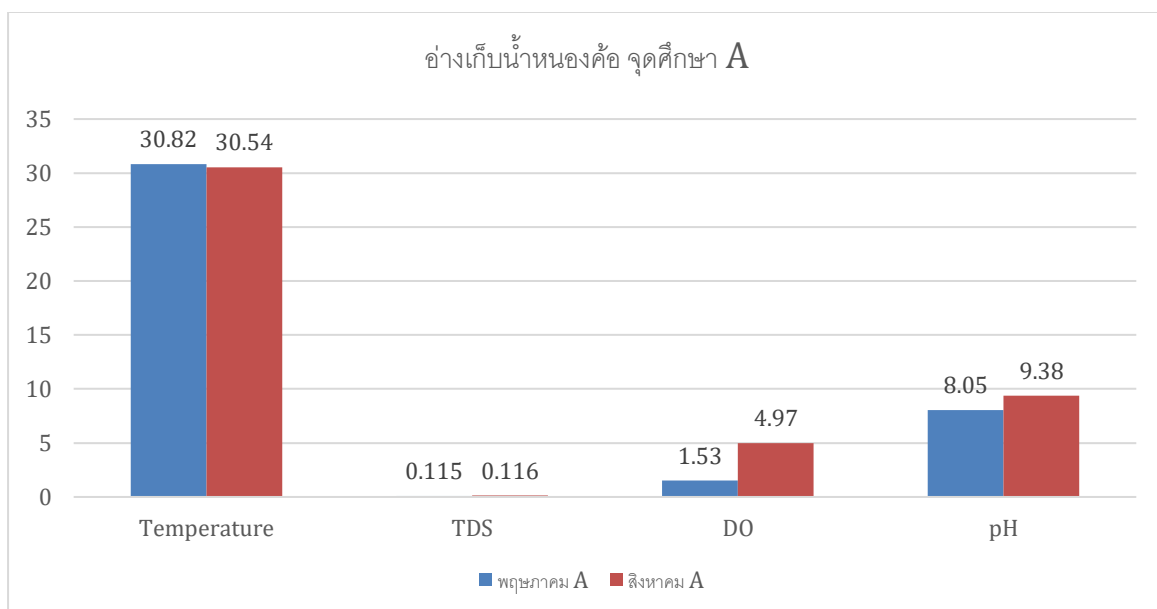


แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

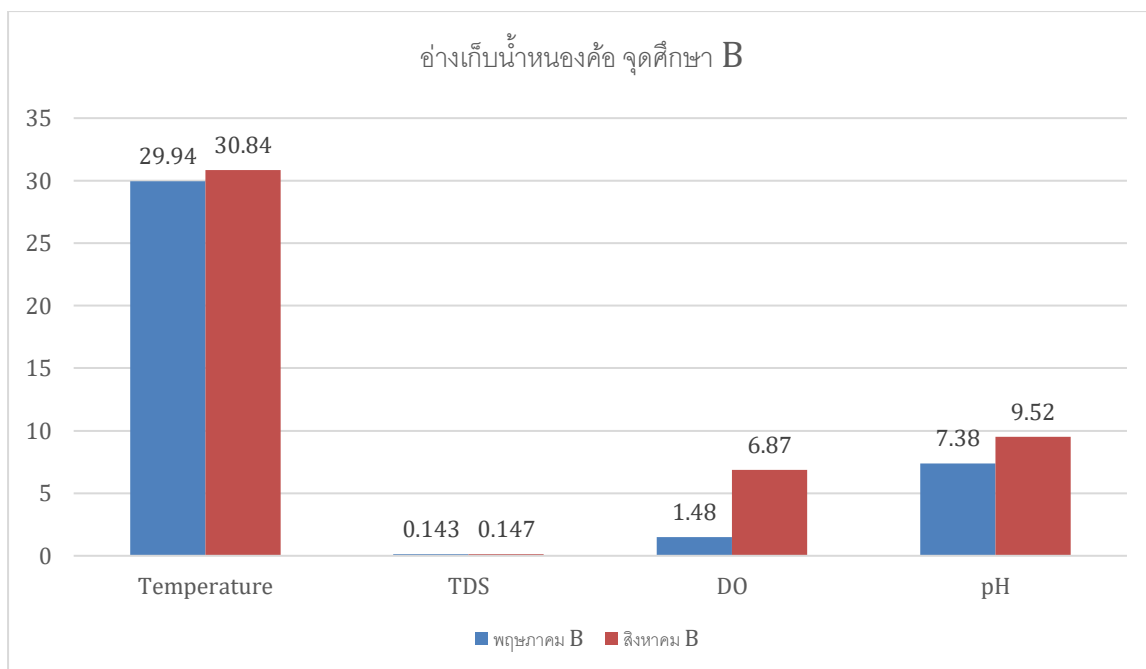


แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำบ้านปิงขยาย จุดศึกษา C ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

2. อ่างเก็บน้ำหนองค้อ

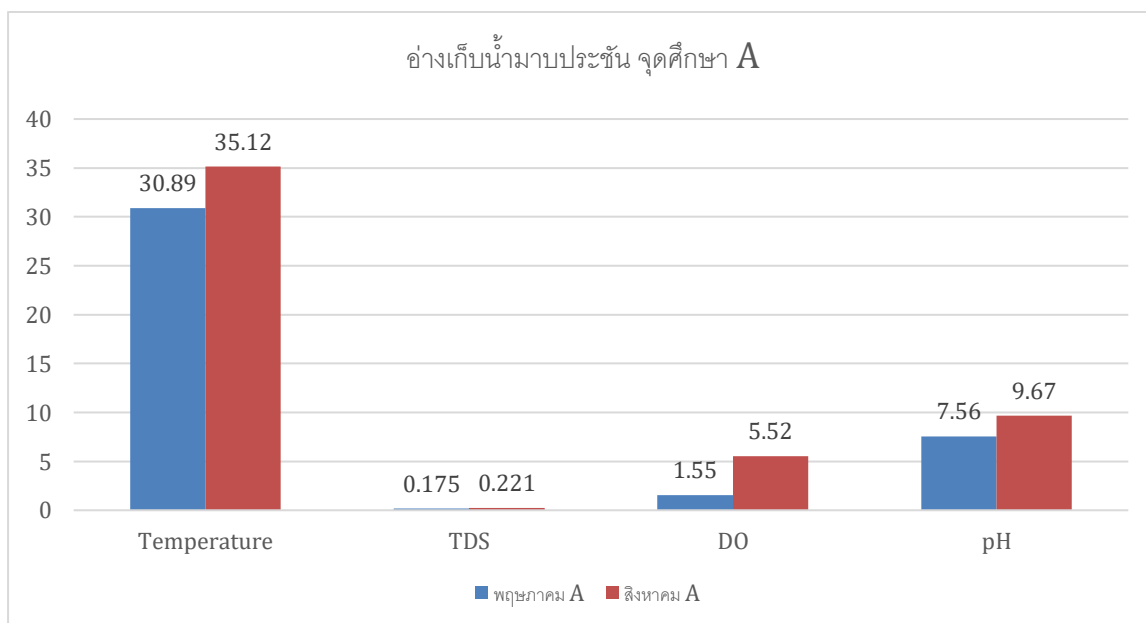


แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำหนองค้อ จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

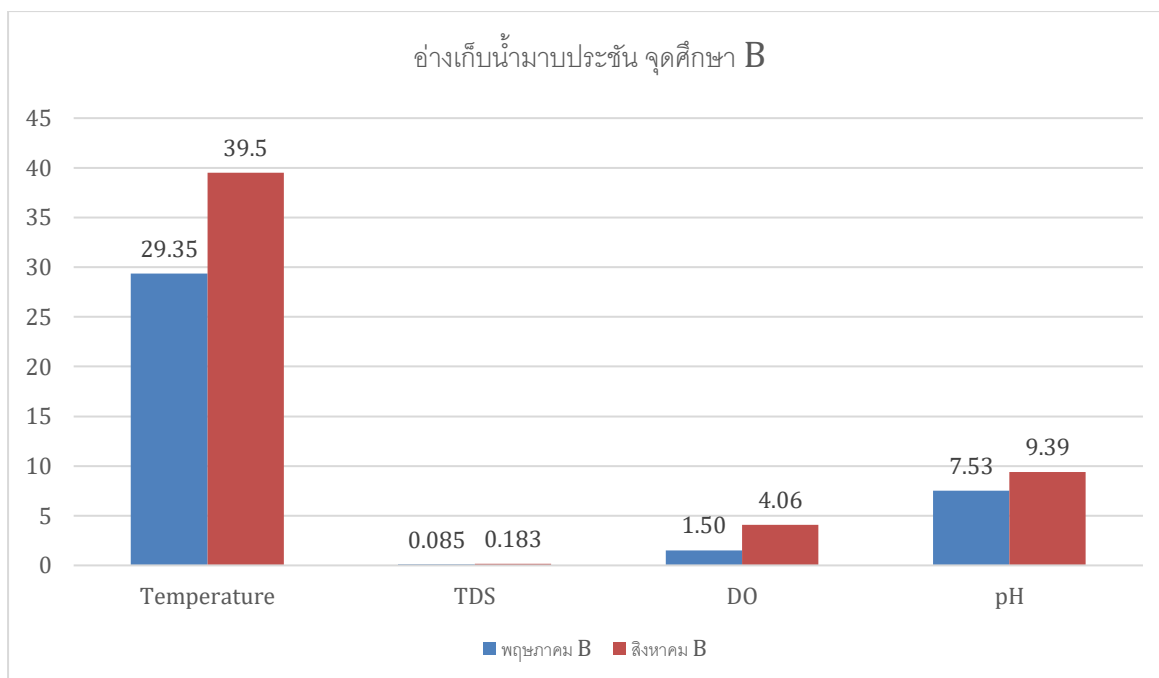


แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำหนองค้อ จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

3. อ่างเก็บน้ำมาบประชัน



แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บน้ำมาบประชัน จุดศึกษา A ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม



แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Temperature, TDS, DO และ pH ในอ่างเก็บมาบประชัน จุดศึกษา B ภายในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม

ผลการเก็บตัวอย่างพืชน้ำจากจุดศึกษา

จุดศึกษา	อ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย	อ่างเก็บน้ำหนองค้อ	อ่างเก็บน้ำมาบประชัน
จุด A 1	- ผักตบชวา 4 ต้น	- ผักตบชวา 6 ต้น	- ผักตบชวา 10 ต้น
จุด A 2	- ผักกระเฉด 1 ต้น - ผักตบชวา 5 ต้น - หญ้า 1 ต้น	- ผักตบชวา 1 ต้น	- ผักตบชวา 3 ต้น
จุด A 3	- ผักตบชวา 1 ต้น	- ผักตบชวา 3 ต้น	- ผักตบชวา 6 ต้น
จุด B 1	- ผักกระเฉด 4 ต้น	- ผักตบชวา 34 ต้น - ผักบู่ 4 ต้น	- ผักกระเฉด 1 ต้น
จุด B 2	- ผักตบชวา 29 ต้น	- ผักตบชวา 20 ต้น	- ผักกระเฉด 1 ต้น - ผักบู่ 4 ต้น - ผักตบชวา 1 ต้น
จุด B 3	- ผักตบชวา 11 ต้น	- ผักตบชวา 17 ต้น	- ผักกระเฉด 1 ต้น
จุด C 1	- ผักตบชวา 6 ต้น	-	-
จุด C 2	- ผักตบชวา 5 ต้น	-	-
จุด C 3	- ผักตบชวา 5 ต้น	-	-

ตารางที่ 4.7 บันทึกผลการสำรวจพืชน้ำที่พบในจุดศึกษาตามบริเวณอ่างเก็บน้ำ

บทที่ 5

จากการตรวจสอบพบค่าออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนพฤษภาคมมีค่าไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำแหล่งผิวดินจากแหล่งน้ำทั้งหมด ทำให้ค่าคุณภาพน้ำทั้งสามแหล่งภายในเดือนพฤษภาคม อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่า CCME WQI อยู่ระหว่าง 67.97-75.42 และภายในเดือนสิงหาคมมีค่า คุณภาพน้ำอยู่ในระดับดี โดยมีค่า CCME WQI มีค่าอยู่ระหว่าง 79.23-88.18 ซึ่งสามารถอธิบายการ ปล่อยออกซิเจนลงในแหล่งน้ำของพืช ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระดับ DO ที่จะเพิ่มมากขึ้น และพืชน้ำยัง ส่งผลทางอ้อม ทำให้เกิดพื้นที่ร่มเงา สามารถลดอุณหภูมิของน้ำได้ ตรงกับแนวโน้มที่คุณภาพน้ำใน เดือนสิงหาคมดีกว่าพฤษภาคม เนื่องจากพืชลอยน้ำจะเจริญเติบโตได้ดีในหน้าฝน เช่น ผักตบชวา ทำให้เดือนสิงหาคม (หน้าฝน) มีค่า DO เพิ่มขึ้น และอุณหภูมิลดลง

โดยการวิเคราะห์และแสดงผลเป็นกราฟเส้นสเปกตรัมผ่านโปรแกรม PyMca พบว่าธาตุที่ ปรากฏในแถบสเปกตรัมจากชุดพืชน้ำมีความสอดคล้องกับแถบสเปกตรัมชุดตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำจุด ศึกษาเดียวกัน นอกจากนี้ปริมาณธาตุที่พบยังสอดคล้องกับกิจกรรมของมนุษย์ตามแหล่งศึกษานั้นๆ เช่นจากระหว่างจุดศึกษา A และ B ของอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยาย พบว่าบริเวณจุดศึกษา B พบธาตุ โลหะหนักบางชนิดเช่น Fe Mn สูงกว่า เนื่องจาก เกิดสนิมของโครงสร้างเหล็กหรือการปล่อยของเสีย จากอุตสาหกรรม จุดศึกษาบริเวณแหล่งอุตสาหกรรมจึงมีการสะสมของโลหะหนักมากกว่าระหว่าง ตัวอย่างพืชน้ำ และน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำบ้านบึงขยายจุด A จะพบว่า Ca พบในน้ำมากกว่าพืชน้ำ เนื่องจาก Ca มักพบในรูปของ Ca^{2+} ที่ละลายน้ำได้ดี โดยเฉพาะในน้ำกระด้าง (Hard Water) ซึ่งอาจ มาจากการละลายของแร่ธาตุ เช่น หินปูน ($CaCO_3$) หรือแร่ ยิปซัม ($CaSO_4$) ดังนั้น Ca ในน้ำอาจสูง จากแหล่งหินปูนหรือมลพิษจากของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ส่วน K เป็นธาตุอาหารหลัก ดังนั้น พืชมักดูดซึมและสะสม K ในปริมาณมาก

Badge selection

1. Be a Collaborator

This project involves three students working collaboratively under the guidance of three advisors, with clearly defined roles in assessing and analyzing water quality in Chonburi. Each team member is responsible for collecting water and aquatic plant samples, recording data, and identifying issues affecting local communities. Collaboration ensures accurate data collection and comprehensive coverage of study areas. Additionally, the team works with researchers from Burapha University and the Synchrotron Light Research Institute, enhancing the precision of the research and providing in-depth findings.



2. Be a Data Scientist

In this project, students analyze data on water and aquatic plant quality using Total Reflection X-ray Fluorescence (TXRF), a tool capable of detecting trace amounts of heavy metals. The collected data helps determine elemental accumulation in aquatic plants and water sources within the community. Furthermore, students compare findings with previous research to evaluate contamination trends and elemental concentrations. The results are discussed alongside data limitations, such as seasonal variations and human activities that may influence water quality.



3. Be a STEM Professional

Under the guidance of faculty members and researchers from Burapha University, students receive expert advice on sample collection and data analysis. The project also benefits from support provided by the Synchrotron Light Research Institute, particularly in utilizing TXRF technology. Collaborating with professionals allows the team to select appropriate analytical methods, improve the accuracy of experimental results, and interpret data more effectively. This enhances the reliability of the research, contributing valuable insights for future community development.



บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **วิธีการปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ**. สืบค้นจาก <https://www.pcd.go.th/publication/4209>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2565). **คุณภาพน้ำ และมลพิษทางน้ำ**. สืบค้นจาก ([https://www.pcd.go.th/faqs/water and water pollution](https://www.pcd.go.th/faqs/water%20and%20water%20pollution))
- บริษัท นิโอนิคส์ จำกัด. (2567). **เครื่องสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำและขั้นตอนการใช้** งาน. สืบค้นจาก <https://www.neonics.co.th/measure-waste-water>
- เบญจวรรณ นิลวงศ์ และ กรรณิการ์ แก้วกิม. (2559). **การศึกษาคุณภาพน้ำและพีชน้ำ**. สืบค้นจาก http://sci-database.hcu.ac.th/science/file/aalD19_F1_20170818153630.pdf
- มหาวิทยาลัยทักษิณ. (2554). **รายงานการศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำ**. สืบค้นจาก <http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/2411/1/>
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2558). **ที่มาและความสำคัญของปัญหาคุณภาพของแหล่งน้ำ**. สืบค้นจาก http://www.cmruir.cmru.ac.th/bitstream/123456789/41/4/C1_391484.pdf
- Thai Synchrotron National Lab. (2562). **เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยแสงซินโครตรอน**. สืบค้นจาก <https://www.slri.or.th/th/99/2010-11-02-00-11-36.html>
- Wang, W., Gorsuch, J. W., & Hughes, J. S. (2562). *Plants for environmental studies*. สืบค้นจาก <https://books.google.co.th/books?q>
- Globe Thailand. (2566). **หลักวิธีดำเนินการตรวจวัดน้ำ (Hydrosphere)**. สืบค้นจาก <https://globefamily.ipst.ac.th/globe-protocols/hydrosphere>