



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



โดย

อาจารย์วีรวิทย์ วงศ์โรจน์

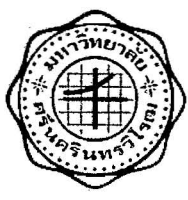
363.7394
ว836ก
2556
ร.2

ฉบับนี้เสนอต่อโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

กรกฎาคม 2556

(ทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554)

๖๖3.๗3๙๔
๒ ๘๖๖๓
๒๕๕๖
๙.๒



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



โดย
อาจารย์วีรวิษณุ วงศ์โรจน์

รายงานวิจัยฉบับนี้เสนอต่อโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

กรกฎาคม 2556

(ทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554)


วีรวิชัย วงศ์โรจน์. (2556). การพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย ให้นักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถนำไปใช้ได้ซึ่งเป็นเครื่องมือเปรียบเทียบกับเครื่องมือและวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นเวลา 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 – มีนาคม 2555 ซึ่งครอบคลุมทั้งฤดูน้ำหลากและฤดูแล้งในรอบ 1 ปี ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำจาก 2 สถานี ได้แก่ คลองแสนแสบ บริเวณท่าเรือประสานมิตร และบ่อน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยแต่ละพารามิเตอร์แสดงถึงค่าคุณภาพน้ำในระดับใกล้เคียงกันจากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งสองแบบ และเมื่อเทียบระดับความสกปรกของน้ำจากค่าสีและค่ากลิ่นของเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างง่ายกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการจากพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี พบว่าคุณภาพน้ำที่ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ค่าสีและค่ากลิ่น มีระดับคุณภาพน้ำในระดับเดียวกับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ



**THE MANUAL DEVELOPMENT OF WATER QUALITY TEST FOR
ELEMENTARY STUDENT**



**AN ABSTRACT
BY
WEERAWICH WONGROJ**

**PRESENTED FOR SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY PRASARNMIT
DEMONSTRATION SCHOOL (ELEMENTARY)**

JULY 2013

Weerawich Wongroj. (2013). *The manual development of water quality test for Elementary student*. Bangkok : Srinakharinwirot University.

This research aims to develop a guide to monitoring water quality for students by creating a tool used to monitor water quality. The students can use as a comparison with standard tools and methods used to collect water samples and analyze water quality. By the time of sample collection and analysis of water quality for 10 months from June 2011 to March 2012, covering the entire season. Floods and drought in one year, which collected water samples from two stations, including San Sab canal at Prasarnmit port and pond in front of Faculty of Science.

The analysis of water quality to be found Manual water quality monitoring for elementary school students when compared to a standard water quality monitoring in the laboratory. Each parameter represents the water quality in a similar level of the analysis of water quality in both form and compared with the dirty water from the smell and color of each water quality analysis of simple effects analysis of the water quality. laboratory parameters, including the amount of Nitrate Nitrogen, Ammonia Nitrogen. Dissolved oxygen and Biochemical oxygen demand (BOD) was found that the water quality of the researcher determine the color and the aroma and quality of water in the same analysis in the laboratory using standard water quality of Pollution Control Department.

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถอย่างยิ่งจากอาจารย์ทั้ง 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. นลินา รัชชประไพสิทธิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยา จ่ายเจริญ อาจารย์ดร. อรินทร์ งามนิยม ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ดร. มิ่ง เทพक्रमเมือง ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขงานวิจัยนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์วิริยา ศิริสุทธิกุล ที่ช่วยตรวจแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้ถูกต้อง

ขอขอบคุณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553 แก่งานวิจัยนี้

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานทางการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

วีรวิชัย วงศ์โรจน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาของการศึกษา	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา	1
สมมติฐานการวิจัย	1
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	2
นิยามศัพท์	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคู่มือ	3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	5
ความสำคัญการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	6
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	8
การวางแผนในการเก็บตัวอย่าง	8
การกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	8
การสร้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำและเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	8
วิธีดำเนินการวิจัย	13
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	24
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	26
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	26
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก	33
ภาคผนวก ข	35
ประวัติย่อผู้วิจัย	44

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ	8
2 ระดับคะแนนความสกปรก	12
3 ตารางเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำ	12
4 สัดส่วนของสารละลายอัลคาไลน์ และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ใช้เตรียมสารละลายออกซิไดซิง (Oxidizing)	17
5 ความสามารถในการละลายน้ำของแก๊สออกซิเจน ($\text{mg-O}_2/\text{L}$) ที่อุณหภูมิและความเค็มต่างๆ ณ ความดัน 1 บรรยากาศ	19
6 แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์จากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ คุณภาพน้ำทั้งสองชนิด	24



บัญชีภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ตัวอย่างฉลากติดขวดตัวอย่าง	8
2 แผ่นเปรียบเทียบสี	11



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์ ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่มนุษย์นำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน โดยทรัพยากรน้ำที่มนุษย์นำมาอุปโภค บริโภค มาจากแหล่งน้ำต่างๆ ทั้งแหล่งน้ำจากธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น จากการจัดการทรัพยากรน้ำในด้านต่างๆ ของมนุษย์ช่วยให้สามารถนำน้ำมาใช้ได้อย่างเต็มที่ แต่เมื่อนำทรัพยากรน้ำไปใช้ประโยชน์แล้วส่วนใหญ่น้ำที่เป็นส่วนของน้ำเสีย หรือน้ำที่ถูกใช้ได้โดยเปล่าประโยชน์ก็จะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอีกครั้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ โดยรายงานคุณภาพน้ำผิวดิน ปี 2553 พบว่า คุณภาพน้ำบริเวณแหล่งชุมชนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ โดยดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่เป็นปัญหาสำคัญ คือ ปริมาณความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) (กรมควบคุมมลพิษ. 2553) แม้ว่าจะมีกระบวนการเฝ้าระวังและตรวจสอบจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนแต่ปัญหาดังกล่าวก็ยังไม่สามารถแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสาเหตุของปัญหาคือการขาดจิตสำนึกและความรู้ความเข้าใจต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ รวมทั้งคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ทั้งก่อนและหลังการใช้ทรัพยากรน้ำ ดังนั้น การปลูกจิตสำนึกและการสร้างความรู้ความเข้าใจต่อทรัพยากรน้ำได้ดีที่สุดต้องเริ่มที่นักเรียน ซึ่งปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดจิตสำนึกคือการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม (ป. มหาชนธ. 2544: 144) เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสได้ศึกษาในภาคปฏิบัติด้วยตนเองแล้วจะทำให้ให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกและมีความรู้ความเข้าใจต่อทรัพยากรน้ำ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามปัจจุบันคู่มือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษายังไม่เหมาะสมต่อนักเรียน เครื่องมือและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานเหมาะสำหรับนักวิจัยมากกว่านักเรียนในระดับประถมศึกษา

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการสนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกจิตสำนึกการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำให้แก่เยาวชน และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

สมมุติฐานของการวิจัย

คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

ขอบเขตของการศึกษา

พัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำ

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ทดสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาเปรียบเทียบกับ เครื่องมือมาตรฐาน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเวลา 1 ปี

นิยามศัพท์

คู่มือ หมายถึง หนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้คู่มือได้ศึกษาทำความเข้าใจ และง่าย ต่อการปฏิบัติตามได้ในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด และทำให้นักเรียน มีความรู้ความสามารถและทักษะที่ใกล้เคียงกัน

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งคุณภาพน้ำตาม แหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาล และสภาพแวดล้อมใน แต่ละท้องถิ่น ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำต้องคำนึงถึง คุณภาพน้ำใน 3 ด้าน คือ คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รส ความกระด้าง การขาดออกซิเจนใน น้ำ และอุณหภูมิ คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ สารพิษ โลหะหนัก แอมโมเนีย เป็นต้น และคุณภาพน้ำทาง ชีวภาพ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เจือปนในน้ำ ได้แก่ แบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ พืชน้ำ และสัตว์น้ำ

คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำ หมายถึง หนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้คู่มือได้ศึกษา ทำความเข้าใจ ง่ายต่อการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ

นักเรียนระดับประถมศึกษา หมายถึง นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ตั้งแต่ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ปีที่ 6

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารแนวคิด/ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นที่สำคัญ ดังได้เสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคู่มือ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
3. ความสำคัญของพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคู่มือ

1.1 ความหมายของคู่มือ

นักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือไว้ดังนี้

ปรีชา ช่างขวัญยืน ; และคนอื่นๆ (2539: 127) ได้อธิบายความหมายของคู่มือ ว่าเป็นหนังสือที่ใช้ควบคู่ไปกับการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ทำให้แนวทางปฏิบัติกับผู้สามารถกระทำสิ่งนั้นให้บรรลุตามเป้าหมายในทำนองเดียวกัน อนุชิต เริงจำเนียร (2545: 22) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่าเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้คู่มือได้ศึกษาทำความเข้าใจ และง่ายต่อการปฏิบัติตามได้ในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด และทำให้นักเรียนนักศึกษา มีความรู้ความสามารถและทักษะที่ใกล้เคียงกัน

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของคู่มือ ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้วพอสมควรพอสรุปได้ว่า คู่มือเป็นเอกสารที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้ใช้โดยมุ่งหวังให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้เข้าใจ และสามารถเนินการในเรื่องนั้นด้วยตนเองอย่างถูกต้อง

1.2 ประเภทของคู่มือ

การจัดทำคู่มือได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายประเภทของคู่มือดังนี้

ปรีชา ช่างขวัญยืน ; และคนอื่นๆ (2539: 127-132) อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือทั่วไป ว่ามีคู่มือ 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. คู่มือครู (Teacher's manual handbook) เป็นหนังสือที่ให้แนวทาง และให้คำแนะนำแก่ครูเกี่ยวกับสาระ วิธีการ กิจกรรม สื่อ วัสดุ อุปกรณ์และแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่างๆ ปกติ มักใช้ควบคู่กับตำราเรียนหรือหนังสือเรียน

2. คู่มือผู้เรียน (Student's manual or workbook) คือหนังสือที่ผู้เรียนใช้ควบคู่ไปกับตำราที่เรียนปกติจะประกอบด้วยสาระ คำสั่ง แบบฝึกหัด ปัญหาหรือคำถาม ที่ว่างสำหรับเขียน คำตอบและการทดสอบ ปัจจุบันคู่มือผู้เรียนไม่เพียงแต่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับหนังสือตำราเท่านั้น แต่อาจจะใช้

เป็นคู่มือสำหรับการศึกษาควบคู่ไปกับสื่ออื่นๆที่ทำหน้าแทนครู เช่นบทเรียนทางไกล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

3. คู่มือทั่วไป เป็นหนังสือที่ให้ข้อความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้อ่านโดยมุ่งหวังให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้เข้าใจสามารถดำเนินการในเรื่องนั้นๆด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง อำนวย เกาตระกูล (2541: 8 -10) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือว่าคู่มือมี 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่หนึ่ง คู่มือหลักสูตร เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดและข้อเสนอแนะแก่ผู้ใช้หลักสูตรให้สามารถเข้าใจแนวทางการใช้และข้อพึงปฏิบัติ ซึ่งจะช่วยให้การนำหลักสูตรไปใช้ ประเภทที่สองคือคู่มือการฝึกงานเป็นเอกสารที่เสนอแนวทางการปฏิบัติการฝึกงานของผู้เรียนได้มีแนวทางในการปฏิบัติ ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ประเภทที่สามคือ คู่มือนักเรียนเป็นเอกสารแนะนำการปฏิบัติตนของนักเรียนที่อยู่ในสถานศึกษาแห่งนั้น โดยเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษา

1.3 ลักษณะของคู่มือที่ดี

คู่มือที่ดีควรเป็นคู่มือที่ผู้ใช้นำไปใช้แล้วสามารถปฏิบัติตามได้ถูกต้องและเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการ นักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของคู่มือไว้ดังนี้

เอกวุฒิ ไกรมาก (2541: 57) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของคู่มือว่า สามารถเข้าใจลักษณะเนื้อหาขอบข่ายหรือสิ่งที่จะสอนได้อย่างกระจ่างชัด มองเห็นโครงสร้างของการสอนทั้งหมด ช่วยให้สามารถดำเนินตามแนวทางและขั้นตอนต่างๆ ได้ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2531: 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับคู่มือที่ดีว่าจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้เป็นคือ ใช้ภาษาชัดเจนเข้าใจง่าย ออกแบบคู่มือให้สวยงามน่าหยิบอ่าน มีรูปภาพ หรือการ์ตูนประกอบเพื่อให้น่าสนใจ หากเป็นเล่มควรทาบปกให้สวยงามและทนทานต่อการใช้เขียนหน้าปกให้เด่นชัด

จากแนวคิดและผลการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของคู่มือ ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่า ลักษณะที่ดีของคู่มือ จะต้องมีการเรียงลำดับขั้นตอนการใช้ให้ชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ เมื่ออ่านต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสับสน ต้องเน้นแนวปฏิบัติที่สำคัญ ควรแสดงแผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง เพื่อช่วยให้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆได้ง่ายและรูปแบบของคู่มือควรมีรูปแบบที่น่าสนใจ สวยงามน่าอ่าน และทนทานต่อการใช้งาน

1.4 แนวทางการจัดทำคู่มือ

เพื่อให้การจัดการทำคู่มือมีความถูกต้อง ชัดเจนและสามารถนำไปปฏิบัติได้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาการจัดทำคู่มือจากหน่วยงานองค์กรการและบุคคล ดังนี้

ปรีชา ช่างขวัญยืน: และคนอื่น ๆ (2539: 132-134) ได้กล่าว การเขียนคู่มือนั้นจะต้องเป็นแนวปฏิบัติเป็นสำคัญ ส่วนวิธีการจัดกิจกรรมนั้นจะต้องเขียนให้ละเอียดที่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ และควรแสดงแผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง เพื่อช่วยให้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆได้ง่าย การเขียนคู่มือผู้อ่านได้รับความรู้ทางภาษาเขียนแต่ไม่มีโอกาสซักถามผู้เขียนในประเด็นที่สงสัยได้ คู่มือจึงต้องมีความ

ชัดเจน และมีรายละเอียดครอบคลุมประเด็นที่น่าสงสัยไว้ทั้งหมดเพื่อที่ผู้อ่านจะได้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

จากแนวคิดซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าการจัดทำคู่มือนี้ต้องมีแนวทางที่แน่นอนเป็นแนวปฏิบัติที่สำคัญ มีความชัดเจนในเนื้อหาที่มีความถูกต้องเที่ยงตรง กิจกรรมนั้นต้องมีความละเอียด สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆได้ง่าย ความครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ในการศึกษาการข้อมูลหรือปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องการศึกษาได้เป็นอย่างดี ซึ่งการพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาจะมีผลต่อผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนาศักยภาพนักเรียน ในระดับต่างๆ ในการสอนเรื่องต่างๆ ได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้การพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สุธีลา และคณะ (2544) กล่าวว่า จำเป็นต้องมีตัวกำหนด (parameter) หรือดัชนีชี้วัด (Indicators) ที่จะสามารถบอกลักษณะของน้ำ ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคุณภาพน้ำได้ดังนี้ ดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ สี กลิ่น ความขุ่น สารแขวนลอย ฯลฯ ดัชนีคุณภาพน้ำ ด้านเคมี เช่น ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เป็นต้น ดัชนีทางด้านชีววิทยา เช่น จุลินทรีย์ประเภทต่างๆ เป็นต้น

มูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก (2545) กล่าวว่า คุณภาพน้ำคือคุณสมบัติของน้ำ ทั้งในด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา คุณสมบัติด้านฟิสิกส์ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ น้ำ คุณสมบัติด้านเคมีคือสภาวะอิออนในน้ำ สารที่อยู่ในสภาพแขวนลอย ทั้งยังอาจมีสารที่เป็นพิษต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิต แม้ว่าจะมีอยู่ในปริมาณน้อยมากก็ตาม คุณสมบัติทางชีววิทยาคือเชื้อไวรัสที่อาศัยอยู่ในน้ำ สาหร่าย หรือสิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นก้าวแรกที่มีความสำคัญยิ่ง เพราะน้ำที่เก็บมาได้จะเป็นตัวแทนของแม่น้ำสายนั้น ณ บริเวณนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมเครื่องมือให้พร้อม เนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำมักทำได้ยากกว่าที่คิด อาจใช้เชือกผูกติดกับถังน้ำแล้วหย่อนลงมาจากสะพานเพื่อเก็บน้ำ หรือวิธีอื่นๆที่เหมาะสมกับสถานที่นั้นๆก็ได้ ควรระวังไม่ให้มีโคลนบริเวณท้องน้ำ หรือริมตลิ่งติดมาด้วย เพราะจะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

สุจยา ยอดเพชร และเดชา นาวานุเคราะห์ (2544) ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ ของแม่น้ำยมตลอดสายและความผันแปรในรอบ 1 ปี การวิจัยได้เก็บตัวอย่างในแต่ละฤดูกาล คือ ฤดูหนาวเดือนมกราคม ฤดูร้อนเดือนเมษายน ฤดูฝนเดือนกรกฎาคม ปีพ.ศ. 2543 แบ่งสถานีเก็บตัวอย่างเป็น 13 สถานี ตลอดลำน้ำแม่ยม ผลการศึกษาพบว่าดัชนีคุณภาพน้ำเป็นไปตามสภาพธรรมชาติหรืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ส่วนคุณภาพน้ำที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานได้แก่ ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย

ซึ่งค่าดัชนีนี้พบว่ามีปริมาณสูงในช่วงฤดูฝน ส่วนดัชนีอื่นๆ ที่มีค่าสูงไม่เป็นไปตามมาตรฐานได้แก่ ความโปร่งใส ไนเตรต และฟอสเฟต จากผลการศึกษาคคุณภาพน้ำของแม่ยมพบว่ากำลังเข้าสู่ภาวะเตือนภัย

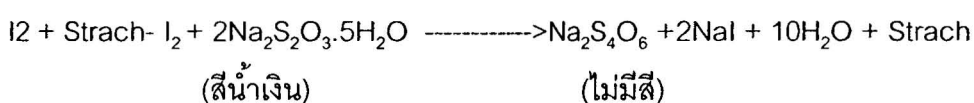
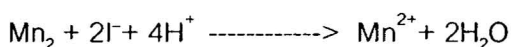
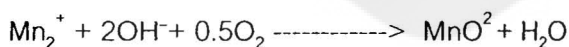
จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับเครื่องมือและวิธีเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งจะพัฒนาไปสู่ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น รวมทั้งเป็นการปลูกจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำสืบไป

3. ความสำคัญการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สามารถแบ่งประเภทของการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเภท

1. การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงชนิดของสารประกอบหรือธาตุที่มีอยู่ในน้ำ การวิเคราะห์ประเภทนี้ไม่คำนึงถึงปริมาณของสารประกอบหรือธาตุ
2. การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของสารประกอบชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ สามารถแบ่งวิธีการวิเคราะห์ได้ตามหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการไตเตรท (Titration method) โดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์มาตรวจวัดว่ามีค่าปริมาณของตัวแปรคุณภาพน้ำที่เราสนใจมากหรือน้อยเพียงใด โดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อให้รูปริมาณของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ (Titration) ตัวอย่างน้ำอาจจะต้องการทำปฏิกิริยาก่อนหรือไม่ก็ได้ แล้วถึงนำตัวอย่างน้ำนั้นมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานที่เรารู้ความเข้มข้นแน่นอน สารละลายมาตรฐาน 0.025 N ของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับสารที่เราจะตรวจสอบ คือ ออกซิเจน ดังขั้นตอนการวิเคราะห์ต่อไปนี้



ผู้วิเคราะห์จะไตเตรทน้ำตัวอย่างไปจนกระทั่งถึงจุดยุติ (end point) ซึ่งจะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของตัว indicator ที่ใส่ลงไปด้วยตั้งแต่เริ่มการไตเตรท สามารถคำนวณปริมาณของตัวแปรคุณภาพน้ำได้โดยการนำเอาปริมาตรของสารละลายมาตรฐานที่ได้เมื่อการไตเตรทถึงจุดยุติมาคำนวณตามสูตรก็จะได้ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย ตัวอย่างของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้หลักการไตเตรท เช่นการวัดปริมาณออกซิเจนละลาย การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ การวัดความเป็นด่างและการวัดความกระด้าง เป็นต้น

2) การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยนำตัวอย่างน้ำที่เราต้องการทราบปริมาณ ไปผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิดที่คู่มือวิเคราะห์ระบุไว้ ตัวอย่างที่กรองได้ ตัวอย่างที่ผ่านการกรอง หรือตัวอย่างที่ไม่ต้องกรอง เมื่อนำไปอบในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ เช่น การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยจะอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง การหาปริมาณสารที่เรากรองได้โดยการอบน้ำตัวอย่างที่ 180 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ละลายตัวได้ทั้งหมด โดยการอบที่ 550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15-20 นาที ผลจากการอบ น้ำที่ปนอยู่กับสิ่งที่เราต้องการทราบน้ำหนักก็จะระเหยออกไปจนหมด ทั้งตัวอย่างที่นำเข้าไปอบให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับ น้ำหนักภาชนะเปล่า (แผ่นกรอง) ที่ได้ชั่งไว้แล้วก่อนการกรองน้ำตัวอย่าง ตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้หลักการนี้ เช่น ปริมาณสารแขวนลอย ปริมาณสารที่ตกตะกอนได้ เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบความเข้มของสี (Colorimetric method) วิธีการนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะต้องทำให้เกิดสีในตัวอย่างน้ำด้วยการเติมสารเคมีที่จำเพาะลงไปตามวิธีการ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะทำให้สารประกอบที่เป็นตัวแปรคุณภาพน้ำเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีเกิดขึ้น ซึ่งความเข้มของสีจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณสารที่มีในตัวอย่างแล้วนำไปวัดกับเครื่องวัดการดูดกลืนแสง เปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนของสารละลายมาตรฐานที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน

4) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องวัดที่จำเพาะเจาะจง คุณภาพน้ำบางตัวแปรสามารถรายงานค่าปริมาณออกมาเป็นตัวเลขโดยการวัดด้วยหัววัด มาตรฐานวัด (scale) หรืออุปกรณ์ตรวจวัด (detector) ที่จำเพาะเจาะจงต่อคุณสมบัติทางเคมีหรือทางกายภาพบางอย่างของตัวแปรคุณภาพน้ำนั้นๆ อย่างเช่น การวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช หรือการวัดค่าออกซิเจนละลายด้วยเครื่องวัดออกซิเจน เป็นต้น (การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. 2555)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การวางแผนในการเก็บตัวอย่าง

การวางแผนในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วย การกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง เช่น ที่ตั้ง ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยเน้นศึกษาแหล่งน้ำทั้งสองแบบ ได้แก่ แหล่งน้ำปิด และแหล่งน้ำเปิด ซึ่งแหล่งน้ำปิดที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ บ่อน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ และแหล่งน้ำเปิดที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ คลองแสนแสบ บริเวณท่าเรือประสานมิตร โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างภาคสนามตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ซึ่งครอบคลุมทั้งฤดูน้ำหลากและฤดูแล้งในรอบ 1 ปี

3.2 การกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เป็นการตรวจวัดและวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำในภาคสนาม รวมทั้งสิ้น 6 ดัชนี ได้แก่

- ค่ากลิ่น (Smell)
- ค่าสี (Water Colour)
- ค่าอุณหภูมิ (Water Temperature)
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)
- ค่าความโปร่งใสของน้ำ (Transparency)
- ค่าความเค็ม (Salinity)

3.3 การสร้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำและเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.3.1 แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ

ตารางที่ 1 แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ

แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ			
ผู้บันทึก			
วันเดือนปี		เวลา	
สถานที่		สภาพอากาศ	
ลักษณะของแหล่งน้ำ	สี :	กลิ่น :	
	อุณหภูมิ :	ความเป็นกรด – ด่าง :	
	ความโปร่งใสของน้ำ :	ความเค็ม :	

3.3.2 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ

1. ครอบเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1 ครอบเก็บตัวอย่างน้ำแบบแวนดอน

เป็นครอบเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ตามแนวตั้ง สามารถเก็บตัวอย่างได้ครั้งละ 0.5-20 ลิตร ตัวครอบทำด้วยวัสดุโปร่งใส โดยมีปลอกทำด้วยโลหะปลอดสนิมเพื่อรับแรงกระแทก และป้องกันการแตกร้าวของตัวครอบ ใช้เก็บตัวอย่างน้ำเหนือพื้นท้องน้ำ โดยขณะหย่อนขวดลงในน้ำฝาทั้งสองด้านจะเปิด และทิ้งลูกตุ้มลงไปตามสายลวด ไปกระทบกลไกทำให้ฝาปิดเมื่อขวดถึงระดับความลึกที่ต้องการเก็บตัวอย่าง

1.2 ครอบเก็บตัวอย่างน้ำอย่างง่าย

เป็นท่อ PVC ขนาดความจุ 800 มิลลิลิตร ตัดส่วนปลายออก แล้วนำฝาท่อ PVC ที่เจาะรูแล้วคล้องเชือกที่ผูกกับตะกั่วเข้าไปมาครอบ แล้วนำมาผูกติดกับครอบเก็บตัวอย่างน้ำ การใช้งานใช้เทคนิคเดียวกับครอบเก็บตัวอย่างน้ำแบบแวนดอน

2. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

ขวดเก็บตัวอย่างควรเป็นขวดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) หรือขวดแก้วอย่างหนา ขนาดใหญ่ประมาณ 500 – 1000 ลบ.ซม. และมีฝาเกลียวปิดมิดชิดควรใช้ขวดที่มีปากกว้างเพื่อให้ทำความสะอาดได้ง่ายและสามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างรวดเร็ว ปากขวดไม่ควรเล็กกว่า 5 ซม. โดยปกติขวดพลาสติกที่มีคุณภาพดีจะใช้เก็บตัวอย่างได้เหมาะสมกว่าขวดแก้ว เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและไม่แตกง่าย อย่างไรก็ตามลักษณะของภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำจะต้องเลือกให้เหมาะสมสำหรับดัชนีแต่ละชนิด โดยการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ขวดโพลีเอทิลีน ซึ่งเหมาะกับนักเรียนระดับประถมศึกษาในการนำไปใช้เก็บตัวอย่าง

2.2 ฉลากติดขวดตัวอย่าง

ฉลากติดขวดตัวอย่างควรเป็นชนิดที่กันน้ำและใช้ดินสอที่ไส้ดินสออ่อนนุ่ม เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำเสร็จแล้ว ควรปิดฝาให้สนิท ปิดฉลาก (Label) ไว้ทุกใบ โดยฉลากจะต้องแจ้งข้อมูลที่จำเป็นให้ละเอียด สิ่งที่ควรบันทึกรายละเอียดไว้มีดังนี้

- จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกเป็นรหัสจุดเก็บ
- ชื่อ – สกุลของผู้เก็บตัวอย่าง
- สถานที่เก็บตัวอย่าง
- วัน เวลาของการเก็บตัวอย่าง
- วิธีการเก็บรักษา

ตัวอย่างของฉลากติดขวดตัวอย่างดังภาพที่ 1

หมายเลขรหัสตัวอย่าง
ผู้เก็บตัวอย่าง
สถานที่เก็บตัวอย่าง
วัน เดือน ปี เวลา.....
ชนิดของน้ำยาที่ใช้ตรึงและเก็บรักษาตัวอย่าง.....

ภาพที่ 1 ตัวอย่างฉลากติดขวดตัวอย่าง

3.3.3 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม

1. เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ
2. กระดาษวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. เครื่องวัดความเค็ม
4. เครื่องมือวัดค่าความโปร่งใส
5. แผ่นเปรียบเทียบสี
6. แผ่นเปรียบเทียบกลิ่น
7. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำชนิดหิ้วรวม YSI รุ่น 556 MES

1. **เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ** คือ เครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อน เมื่อได้รับความร้อนและหดตัวเมื่อคายความร้อน ของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์มอมิเตอร์ คือ แอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์ได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆ เหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง สาเหตุที่ใช้แอลกอฮอล์บรรจุลงในเทอร์มอมิเตอร์เพราะแอลกอฮอล์ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่นน้ำจะเกาะผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้วไม่ยอมกลับมาที่กระเปาะ

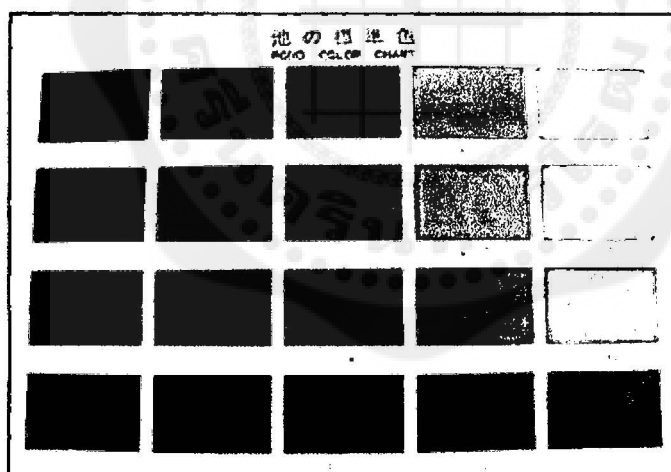
2. **กระดาษวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง** โดยใส่สารอินดิเคเตอร์วัดค่าหรือสารละลายอินดิเคเตอร์วัดค่าผสมลงบนกระดาษกรองคุณภาพสูงที่มีสีข้อมอินดิเคเตอร์วัดค่าแบบพิเศษที่สร้างพันธะโควาเลนต์กับเซลล์ลูโลสบนกระดาษรีเจเนต โดยเมื่อหยดน้ำลงบนกระดาษจะเกิดการเปลี่ยนสีโดยค่า pH จะมีค่าตั้งแต่ 1 – 14 โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ตั้งแต่ สีแดง สีชมพู สีส้ม เหลืองเข้ม เหลือง เหลืองอ่อน เขียวอ่อน เขียว น้ำเงิน น้ำเงินเข้ม ตามลำดับ

3. เครื่องวัดความเค็ม โดยการวัดค่าความเค็มด้วย เครื่องวัดความเค็ม Reflecto-salinometer ซึ่งเป็นารวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือ ซึ่งการวัดค่าความเค็มเป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำที่พบในน้ำ โดยมีหน่วยเป็นส่วนในหนึ่งพันส่วน (ppt ย่อมาจาก part per thousand)

4. เครื่องมือวัดค่าความโปร่งใส ความโปร่งใส (Transparency) วัดเป็นระยะความลึกของน้ำสามารถมองเห็นวัตถุเป็นแผ่นวงกลม (Secchi disc) ที่หย่อนลงไปใต้น้ำจนถึงความลึกที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว หากแหล่งน้ำใดมีค่าความโปร่งใสอยู่ระหว่าง 30-60 ซม. นับว่ามีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 ซม. แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไปหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้ แต่ถ้าค่ามีความโปร่งใสสูงกว่า 60 ซม. ขึ้นไป แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นไม่ค่อยสมบูรณ์

5. แผ่นเปรียบเทียบสี

เป็นสิ่งสำคัญที่ควรบันทึกทุกครั้ง จะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคลจึงควรมีหลายคนช่วยกันแยกสี ประเภทของสี : สีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลอ่อนปนเขียว สีเขียวอ่อน สีเขียว สีเขียวแกมน้ำเงิน แสดงเป็นแผ่นเปรียบเทียบสี ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผ่นเปรียบเทียบสี

จากภาพแผ่นเปรียบเทียบสีสามารถสร้างเป็นตารางให้ระดับคะแนนความสกปรกในแต่ละสีเป็นรหัสได้ ดังนี้

ตารางที่ 2 ระดับคะแนนความสกปรก

	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

จากตารางให้คะแนนความสกปรกของน้ำที่สังเกตได้จากสีของน้ำ สามารถให้คะแนนโดยเรียงลำดับความสกปรกจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้โดยในแนวนอน 1 – 5 ส่วนในแนวตั้ง D – A ดังนั้น สีที่แสดงความสกปรกมากที่สุด คือ รหัส 1D และสีที่แสดงความสกปรกน้อยที่สุด คือ รหัส 5A

6. แผ่นเปรียบเทียบกลิ่น

กำหนดมาตรฐานในการวัดได้ยาก ดังนั้นจึงบันทึกตามความรู้สึกของผู้ตรวจวัด มีวิธีการแสดงลักษณะกลิ่นตามมาตรฐาน JIS ของญี่ปุ่น ดังนี้

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำ

ประเภทของกลิ่น	ที่มาของกลิ่น
(1) กลิ่นหอม	กลิ่นผลไม้ กลิ่นดอกไม้ กลิ่นกระเทียม กลิ่นแตงกวา กลิ่นน้ำหอม กลิ่นยาต่างๆ
(2) กลิ่นต้นไม้	กลิ่นสาหร่าย กลิ่นหญ้า กลิ่นต้นไม้ กลิ่นเพลงค์ตอนต่างๆ
(3) กลิ่นดินและเชื้อรา	กลิ่นดิน กลิ่นโคลน กลิ่นเชื้อราต่างๆ
(4) กลิ่นคาว	กลิ่นคาวปลา กลิ่นน้ำมันดับปลา กลิ่นหอยต่างๆ
(5) กลิ่นยา	กลิ่นฟีนอล กลิ่นน้ำมันทาร์ กลิ่นน้ำมัน กลิ่นไขมัน กลิ่นพาราฟิน กลิ่นคลอรีน
(6) กลิ่นเน่า	กลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์ กลิ่นคลอโรฟีนอล กลิ่นร้านขายยา หรือกลิ่นผลิตภัณฑ์ยาต่างๆ
(7) กลิ่นเน่าอย่างแรง	กลิ่นของสดเน่า กลิ่นขยะ กลิ่นน้ำทิ้ง กลิ่นคอกหมู กลิ่นมูลสัตว์ต่างๆ กลิ่นเน่าที่มีความรุนแรงมากขึ้นจนเป็นที่น่ารังเกียจ

7. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำชนิดหั่วรวม YSI รุ่น 556 MES เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำได้หลายค่าโดยค่าที่ได้จะมีค่าเป็นตัวเลขทศนิยมสองตำแหน่งซึ่งมีความละเอียดสูง โดยวัดที่ระดับความลึกของน้ำ 50 เซนติเมตร จากผิวน้ำ โดยใช้เครื่องมือดังกล่าวในการตรวจวัด และมีการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานให้ได้ตามมาตรฐานของเครื่องมือที่กำหนดก่อนนำไปใช้งาน ในภาคสนามทุกครั้ง ใช้ Probe วัดหย่อนลงไปใต้น้ำที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เครื่องมือจะแสดงค่าที่ได้จากการวัดให้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งการบันทึกค่าต่างๆ ไว้ ซึ่งก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้งต้องทำความสะอาดหัววัดด้วยน้ำกลั่นและเช็ดทำความสะอาดให้แห้งเสมอ

3.4 วิธีการศึกษา

3.4.1 การเก็บตัวอย่าง

- เทคนิคการเก็บตัวอย่างน้ำ (Sampling technique)

การเก็บตัวอย่างของแต่ละดัชนีมีวิธีการและเทคนิคแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแหล่งน้ำ และขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีการเก็บบางพารามิเตอร์อาจใช้ขวดจิ้งจกได้เลย หากเก็บตัวอย่างที่มีความลึกไม่มากนัก แต่ในบริเวณที่น้ำลึกต้องใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ เทคนิคการเก็บตัวอย่างโดยทั่ว ๆ ไป มีวิธีการดังนี้คือ 1. ก่อนเก็บตัวอย่าง ต้องใช้ตัวอย่างน้ำที่จะเก็บกลับขวดเก็บตัวอย่างก่อน 2 - 3 ครั้ง 2. ปริมาตรของตัวอย่างที่เก็บบางพารามิเตอร์ เช่น ไนเตรทและฟอสฟอรัสรวม ไม่ควรเก็บตัวอย่างน้ำเต็มขวด เพราะต้องเหลือที่ว่างไว้สำหรับเติมสารเคมีรักษาสภาพ และสำหรับเขย่าให้ผสมกันก่อนทำการวิเคราะห์ ยกเว้นตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณ บีโอดี, ออกซิเจนละลาย ความเป็นด่าง และความเป็นกรด ที่ต้องเก็บตัวอย่างเต็มขวด และปิดฝาให้สนิท เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อากาศเหลืออยู่บนผิวน้ำละลายเข้าไปในตัวอย่าง เป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับตัวอย่าง และจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

- การเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง (Sample preservation)

ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพนั้นบางดัชนีต้องการวิเคราะห์ภาคสนามเลย ได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง, อุณหภูมิ, ความนำไฟฟ้าและความเค็มต่าง เพราะพารามิเตอร์เหล่านี้มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ง่ายต้องทำการวิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างทันที เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าของแหล่งน้ำนั้นจริง ๆ ส่วนดัชนีอื่น ๆ สามารถที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการได้ โดยการรักษาคุณภาพน้ำไว้ก่อน เพื่อไม่ให้ส่วนประกอบของน้ำเปลี่ยนแปลงไปทั้งทางเคมีและทางกายภาพ

วิธีการรักษาสภาพมีดังนี้

1. การแช่เย็นด้วยน้ำแข็ง จุดประสงค์คือ ลดการทำงานของพวกจุลินทรีย์ และลดอัตราเร็วของการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี
2. การเติมสารเคมี เช่น กรดไนตริก (HNO_3) หรือกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น เป็นการรักษาสภาพน้ำตัวอย่าง โดยการควบคุม pH ($\text{pH} < 2$) วัตถุประสงค์คือ ป้องกันการดูดซับอิออนที่ผิวภาชนะ และการตกตะกอนและช่วยยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ด้วย

- การเก็บรักษาตัวอย่างขณะขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ (Sample transportation)

เมื่อเก็บตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ขณะทำการขนส่งตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการ ต้องระวังอย่าให้ตัวอย่างนั้นโดนแสงควรมีอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) ปิดครอบปากขวดตัวอย่างไว้ และตัวอย่างทั้งหมดต้องแช่เย็นในภาชนะแช่เย็นที่เป็นกระติกน้ำแข็งหรือโฟม และควรมีวาวไอน้ำที่ละลายออกทิ้งได้ การใส่น้ำแข็งต้องระวังอย่าใส่จนล้นหรือมากเกินไป ควรใส่ให้เสมอกับระดับปากขวด การเก็บตัวอย่างลงในกระติกน้ำแข็งต้องเรียงอย่างเป็นระเบียบ ระวังอย่าให้ขวดตัวอย่างล้มได้

3.4.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เพื่อวัดพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงสารละลายในน้ำตัวอย่าง ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกับเครื่องมือและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนกับแบบมาตรฐานว่ามีคุณภาพเทียบเท่ากัน โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้แก่

1. วิเคราะห์ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ไนเตรตไนโตรเจน เกิดจากการเปลี่ยนรูปทางเคมีของสารประกอบไนโตรเจน โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม คีโมออโตโทรฟ (Chemoautotroph) ที่สามารถดึงออกซิเจนออกจากสารประกอบไนโตรเจน (ไนเตรต) มาใช้เพื่อการดำรงชีพ ในกรณีที่ขาดออกซิเจน หรือออกซิเจนไม่เพียงพอจนทำให้เกิดการสะสมของไนไตรท์ การสะสมของของเสีย เช่น มูลหรือซากสัตว์น้ำซากแพลงก์ตอน เหล่านี้ เป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจน ที่ทำให้เกิดไนไตรท์ขึ้นภายในแหล่งน้ำได้ การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตไนโตรเจนต้องมีการเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

น้ำยาเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายซัลฟานิลาไมด์ ละลายซัลฟานิลาไมด์ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$) 5 กรัม ในของผสมของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 50 มิลลิลิตร กับน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลายที่ได้ให้มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2. สารละลายแนฟทิล เอธิลีนไดอะมีน ไดไฮโดรคลอไรด์ (NED) ละลายแนฟทิลเอธิลีนไดอะมีนไดไฮโดรคลอไรด์ ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl} \cdot \text{CH}_3\text{OH}$) 0.50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร

3. สารละลายมาตรฐานของไนไตรท์ ละลายโซเดียมไนไตรท์ (NaNO_2) ที่อบแห้ง 105-110 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (อบนาน 24 ชั่วโมงก็ได้) 0.345 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้

ได้ 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 70 mg-N/L สารละลายนี้เรียกว่า stock standard solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชาแล้วแช่เย็นไว้ สารละลายมีอายุการใช้งานประมาณ 1-2 เดือน
ขั้นตอนวิเคราะห์

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1) ดูดสารละลายมาตรฐานไนโตรเจนจาก stock standard solution มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำทะเลเทียมให้ได้ 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.70 mg-N/L สารละลายนี้เรียกว่า intermediate standard solution

2) ดูดสารละลายจากข้อ 1) มา 0.1, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร สารละลาย working standard นี้มีความเข้มข้น 0.0014, 0.007, 0.014, และ 0.028 mg-N/L ตามลำดับ สำหรับแปลงค่าใช้น้ำกลั่นให้สอดคล้องกับสารละลาย working standard

3) เติมสารละลายซัลไฟด์นิลาไมด์ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2-8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ แล้วเติมสารละลาย NED 1 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างทันที ทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร หากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นด้วยวิธี linear regression (ผู้วิเคราะห์อาจหาความสัมพันธ์จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสงโดยตรงก็ได้)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวงใส่ฟลาสก์รูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร หากกรองแล้วน้ำตัวอย่างยังขุ่นให้ตวงน้ำตัวอย่างใส่ฟลาสก์เพิ่มอีกหนึ่งฟลาสก์ ฟลาสก์นี้ไม่ต้องเติมน้ำยาเคมี น้ำตัวอย่างในฟลาสก์นี้เรียกว่า turbidity blank

2) เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2-8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์

3) เติมสารละลาย NED 1 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างทันที แล้วทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำตัวอย่างทั้งที่เติมน้ำยาเคมีและไม่ได้เติมน้ำยาเคมีไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

4) สำหรับแปลงค่าใช้น้ำกลั่น แล้วทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง

5) จดบันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ หรือนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของไนโตรเจนในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้

2. วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน โดยปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน

เป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเพราะเป็นทั้งสารพิษต่อสัตว์น้ำและปุ๋ยสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (Hargreaves, 1998: 181-212)
แอมโมเนียเป็นสารพิษที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำในความเข้มข้นที่ต่ำ ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของ

แอมโมเนียโดยเฉลี่ยจากสัตว์ทะเล 17 ชนิด อยู่ที่ 1.86 mg NH₃/l (USEPA. 1984, 1989 อ้างตาม Randall and Tsui. 2002) การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต้องมีผ่านการเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

น้ำยาเคมี และวิธีเตรียม

1. น้ำกลั่น de-ionized น้ำกลั่น de-ionized ใช้สำหรับเตรียมสารละลาย, แบลงค์ และสารมาตรฐาน น้ำกลั่นที่ใช้ควรได้จากการกลั่นใหม่
2. สารละลายฟีนอล ละลายฟีนอล (C₆H₅OH) 5 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % (V/V) 50 มิลลิลิตร
3. สารละลายไซเตียมไนโตรปรัสไซด์ ละลายไซเตียมไนโตรปรัสไซด์ (Na₂Fe(CN)₅NO.2H₂O) 0.5 กรัม ในน้ำ de-ionized 100 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารละลายนี้ในขวดแก้วสีน้ำตาลสารละลายนี้มีอายุ 1 เดือน
4. สารละลายอัลคาไลน์ ละลายไตรไซเตียมทริไฮเดรต (Na₃C₆H₅O₇.2H₂O) (analytical reagent grade) 20 กรัม และไซเตียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (analytical reagent grade) 1 กรัม ในน้ำ de-ionized 100 มิลลิลิตร
5. สารละลายไซเตียมไฮโปคลอไรท์
6. สารละลาย oxidizing ผสมสารละลายอัลคาไลน์และสารละลายไซเตียมไฮโปคลอไรท์เข้าด้วยกันในอัตรา ส่วน 4 : 1 (ตาราง) สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกวัน
7. สารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ((NH₄)₂ SO₄) (analytical reagent grade) ที่อบแห้ง 105-110 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง 0.165 กรัม ด้วยน้ำกลั่น de-ionized แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 35 mg-N/L และเรียกสารละลายนี้ว่า stock standard solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 6 เดือนถึง 1 ปี

ตารางที่ 4 สัดส่วนของสารละลายอัลคาไลน์ และสารละลายไซเตียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้เตรียมสารละลายออกซิไดซิง (Oxidizing)

สารละลายอัลคาไลน์ (mL)	สารละลายไซเตียมไฮโปคลอไรท์ (mL)	รวม (mL)
4	1	5
8	2	10
12	3	15
16	4	20
20	5	25
24	6	30

ขั้นตอนวิเคราะห์

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1) ดูดสารละลายจาก stock standard solution มา 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.35 mg-N/L

2) ดูดสารละลายจากข้อ 1) มา 5, 10, 20 และ 40 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำทะเลเทียม สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.035, 0.070, 0.140 และ 0.280 mg-N/L ตามลำดับ สำหรับแบลงค์ใช้น้ำกลั่นหรือน้ำทะเลเทียมให้สอดคล้องกับสารละลายมาตรฐาน

3) จากนั้นเติมสารละลายฟีนอล 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลายไซเตียมไนโตรปริสไซด์และสารละลายออกซิไดซิง 2.5 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเขย่าให้เข้ากัน (เพื่อประหยัดน้ำยาเคมีอาจดูดสารละลายจากข้อ 2) 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง (test tube) แล้วเติมน้ำยาเคมีในปริมาณที่เป็นสัดส่วนกันก็ได้

4) ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นด้วยวิธี Linear regression (ผู้วิเคราะห์อาจหาความสัมพันธ์จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสงโดยตรงก็ได้)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) ใช้ไปเปิดดูตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิดเป็นเกลียว เพื่อป้องกันการระเหยของแอมโมเนีย

2) เติมสารละลายฟีนอล 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไนโตรปริสต์ไรด์ และสารละลายออกซิโดซิง 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

3) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร

4) จดบันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ หรือนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของแอมโมเนียในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้

3. วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) โดยใช้วิธี Iodometric method โดยแบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 ppm หรือปริมาณ O_2 ละลายอยู่ประมาณ 5-8 มิลลิกรัม / ลิตร หรือ 5-8 ppm. น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 ppm ค่า DO มีความสำคัญในการบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ต้องมีผ่านการเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

น้ำยาเคมีและวิธีเตรียม (APHA, AWWA and WEF, 1995)

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรตละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 2H_2O$) 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot H_2O$) 364 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร สารละลายไม่ควรมีสีเมื่อเติมน้ำแป้งและสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI)

2. น้ำยาอัลคาไลไอโอไดด์อะไซด์ (alkali-iodide-azide reagent)

1) สำหรับตัวอย่างซึ่งมีออกซิเจนละลายเกินจุดอิ่มตัว (supersaturated sample) ละลายโซเดียมเฮไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 480 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 750 กรัม กวนให้ละลายผสมเป็นสารละลายเดียวกัน สารละลายนี้จะมีสีขาวขุ่น

2) สำหรับตัวอย่างที่มีออกซิเจนต่ำกว่าจุดอิ่มตัวหรือมีออกซิเจนอิ่มตัวพอดี (saturated or less-than-saturated sample) ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม (หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 700 กรัม) และ โซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม (หรือโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 150 กรัม) ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร หลังจากนั้นจึงเติมโซเดียมอะไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลายข้างต้น สารละลายไม่ควรมีสีเมื่อเติมน้ำแป้งและสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์

3. กรดซัลฟูริกเข้มข้นกรดซัลฟูริกเข้มข้น (concentrated H_2SO_4 acid) 1 มิลลิลิตร จะทำปฏิกิริยาสมดุลย์กับสารละลายอัลคาไลไอโอไดด์อะไซด์ (alkali-iodide-azide reagent) 3.0 มิลลิลิตร

4. น้ำแป้ง ละลายแป้ง (laboratory-grade soluble starch) 2-4 กรัม และสารละลายกรดซาลิไซลิก (salicylic acid) 0.2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต ละลายโซเดียมไรโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 6 นอร์มอล จำนวน 1.5 มิลลิลิตร หรือ 0.4 กรัม จากนั้นเจือจางให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้จะต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายโปแทสเซียมไปไอโอเดต ($\text{KH}(\text{IO}_3)_2$) ทุกครั้งที่เตรียมใหม่

6. สารละลายโปแทสเซียมไปไอโอเดต 0.025 นอร์มอล ละลายโปแทสเซียมไปไอโอเดต ($\text{KH}(\text{IO}_3)_2$) 812.4 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

7. การเทียบมาตรฐานความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต การเทียบมาตรฐานความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟตทำได้ดังนี้

ตารางที่ 5 ความสามารถในการละลายน้ำของแก๊สออกซิเจน ($\text{mg-O}_2/\text{L}$) ที่อุณหภูมิและความเค็มต่างๆ ณ ความดัน 1 บรรยากาศ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความเค็ม (ppt)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
25	8.24	8.01	7.79	7.57	7.36	7.15	6.95	6.75
26	8.09	7.87	7.65	7.44	7.23	7.03	6.83	6.64
27	7.95	7.73	7.51	7.31	7.10	6.91	6.72	6.53
28	7.81	7.59	7.38	7.18	6.98	6.79	6.61	6.42
29	7.67	7.46	7.26	7.06	6.87	6.68	6.50	6.32
30	7.54	7.34	7.14	6.94	6.76	6.57	6.39	6.22
31	7.41	7.21	7.02	6.83	6.64	6.47	6.29	6.12
32	7.29	7.09	6.90	6.72	6.54	6.36	6.19	6.03
33	7.17	6.98	6.79	6.61	6.43	6.26	6.10	5.94
34	7.05	6.86	6.68	6.51	6.34	6.17	6.01	5.85
35	6.93	6.75	6.58	6.40	6.24	6.07	5.91	5.76

ที่มา : Colt (1984) อ้างโดย Lawson (1995)

ขั้นตอนวิเคราะห์

1. เก็บน้ำด้วยขวดบีโอดี (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) และสารละลายอัลคาไลไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ อย่างละ 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายไปเปิดจุ่มใต้ผิวน้ำ ตัวอย่าง ปิดจุกขวดโดยไม่ให้มีฟองอากาศเหลืออยู่ที่คอขวดบีโอดี เขย่าขวดโดยคว่ำขวดขึ้นลงประมาณ 15 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนตกตะกอนประมาณครึ่งขวด (หากไม่ต้องการนำไปไตเตรททันที ควร sealed ที่คอขวดด้วยน้ำตัวอย่าง แล้วเก็บขวดตัวอย่างไว้ไม่ให้ถูกแสง ซึ่งสามารถเก็บรักษาตัวอย่างไว้ได้นาน 12 ชั่วโมง ดังกล่าวแล้วข้างต้น)

2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 1 มิลลิลิตร (ค่อยๆ ปล่อย) ปิดจุกขวดบีโอดี แล้วเขย่าขวดบีโอดีโดยคว่ำขวดขึ้นลงจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

3. ตวงสารละลายที่ได้ตามข้อ 2 มา 200 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไรโอซัลเฟต 0.025 นอร์มอล จนสีสารละลายจางลง หลังจากนั้นเติมน้ำแบ่ง 2-3 หยด (สีสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน) แล้วไตเตรทต่อจนสารละลายกลายเป็นสีขาวใส (ควรทิ้งให้สารละลายมีสีขาวใสน้อย 20 วินาที (Strickland and Parsons, 1972) บันทึกปริมาตร (มิลลิลิตร) ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.025 นอร์มอล ที่ใช้ไป ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.025 นอร์มอล เท่ากับปริมาณ mg/L ของแก๊สออกซิเจน

4. การไตเตรทตามข้อ 3 ถ้าเติมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต มากเกินจุดสมมูลย์ (end point) ต้องทำการไตเตรทย้อนกลับ (back titrate) ด้วยสารละลาย Bi-iodate 0.025 นอร์มอล แล้วคำนวณกลับตามวิธีเทียบมาตรฐาน

4. วิเคราะห์ความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี (Biochemical oxygen demand : BOD) เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดี สูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย พระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัม ต่อลิตร การหาค่า บีโอดี หาได้โดยใช้แบบที่เรียวย่อยสลายอินทรีย์สารซึ่งจะเป็นไปช้า ๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาหลาย สิบวัน ตามหลักสากลใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสโดยนำตัวอย่างน้ำ ที่ต้องการหาบีโอดี มา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนทันที ปริมาณความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี ต้องมีผ่านการเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

น้ำยาเคมีและวิธีเตรียม

1. น้ำบริสุทธิ์ น้ำบริสุทธิ์ใช้เตรียมน้ำสำหรับการเจือจาง ซึ่งพบว่าน้ำปราศจากอิออน (deionised water) เหมาะที่จะใช้เป็นน้ำเจือจาง หากใช้น้ำกลั่น ควรใช้น้ำกลั่นที่มีทองแดงน้อยกว่า 0.01 mg/L และปราศจากคลอรีน คลอรามีน สารอินทรีย์และกรด

2. สารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ ละลายโปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 กรัม ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 21.75 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 33.4 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 1 ลิตร พีเอชของสารละลายนี้ควรจะประมาณ 7.2

3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

4. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

5. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

6. สารละลายกรดและด่าง 1 นอร์มอล สารละลายกรดและด่าง 1 นอร์มอล ใช้ในการปรับค่าพีเอชของตัวอย่างให้เป็นกลาง

7. สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.025 นอร์มอล ละลายโซเดียมซัลไฟด์ (NaSO_3) 1.575 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร สารละลายนี้ไม่เสถียร ต้องเตรียมทันทีก่อนใช้
ขั้นตอนวิเคราะห์

1. การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง

1) ตวงน้ำปราศจากอ็อกซิเจน หรือน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ทั้งหมดเล็กน้อยใส่ในภาชนะที่สะอาด

2) เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเจือจาง อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3) เติมสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์ อย่างละ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร

2. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์

1) ตัวอย่างน้ำควรมีพีเอชอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 หากพีเอชต่ำหรือสูงกว่านี้ ปรับพีเอชให้อยู่ในช่วงดังกล่าวด้วยกรดซัลฟูริกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล แล้วแต่กรณี (การปรับพีเอชของน้ำตัวอย่างให้เป็นกลางทำได้โดยตวงตัวอย่างน้ำมาประมาณ 50 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมกรดซัลฟูริกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล แล้วแต่กรณีเพื่อให้ตัวอย่างน้ำมีพีเอชประมาณ 7 นำปริมาตรของกรดซัลฟูริกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไปมาคำนวณหาปริมาณของกรดหรือด่างเพื่อปรับพีเอชของตัวอย่างน้ำที่จะใช้หาบีโอดีให้เป็นกลาง)

2) ตัวอย่างที่มีออกซิเจนละลายอิมตัวอย่างยิ่ง ตัวอย่างจากแหล่งน้ำที่มีแพลงก์ตอนพืชชุกชุมอาจมีออกซิเจนละลายสูงกว่าจุดอิ่มตัว ถ้าหากนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าบีโอดีโดยไม่ต้องเจือจาง ควรลดออกซิเจนละลายจนอยู่ในชั้นอิ่มตัว เอาตัวอย่างน้ำใส่ขวดแล้วเขย่าแรงๆ หรือโดยการเป่าอากาศลงไป

3. วิธีการเจือจาง

- 1) เลือกสัดส่วนในการทำเจือจางที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้ว
 - 2) เตรียมขวดบีโอดีตัวอย่างละ 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับการวิเคราะห์หาบีโอดีเริ่มต้น (DO_0) และชุดที่ 2 สำหรับตัวอย่างที่ปั๊มในตู้บีโอดีที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน
 - 3) รินน้ำสำหรับเจือจางประมาณ 300-500 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร โดยพยายามอย่าให้มีฟองอากาศ
 - 4) เติมตัวอย่างน้ำตามจำนวนที่ต้องการ ตัวอย่างน้ำควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง และผสมกันดีก่อนนำมาเจือจาง แล้วเติมน้ำเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร หากใช้น้ำตัวอย่างน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร จะต้องเจือจางตัวอย่างน้ำนั้นเสียก่อน แล้วนำตัวอย่างที่เจือจางแล้วนี้ไปใช้ในการเจือจางขั้นสุดท้าย
 - 5) ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน อย่าให้มีฟองอากาศ
 - 6) ถ่ายน้ำจากกระบอกตวงลงสู่ขวดบีโอดีด้วยวิธีกาลักน้ำ (ปล่อยน้ำช่วงแรกทิ้งอย่างน้อย 50 มิลลิลิตร) ปิดจุก นำไปปั๊มในตู้บีโอดีที่ 20 องศาเซลเซียส (ก่อนนำไปปั๊มเติมน้ำเจือจางที่ปากขวดบีโอดี แล้วปิดด้วยฝาครอบ (cap) หรือฟอยล์ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหล่อเลี้ยงแห้ง) ส่วนขวดอีกชุดหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายทันที เป็นค่าออกซิเจนละลายที่จุดเริ่มต้น (DO_0)
 - 7) การเตรียมแบลงค์ ทำได้โดยตวงน้ำสำหรับเจือจางใส่ขวดบีโอดี 2 ชุด ชุดแรกนำไปวิเคราะห์หาออกซิเจนละลาย (B_0) ส่วนชุดที่ 2 นำไปปั๊มในตู้บีโอดีที่ 20 องศาเซลเซียส โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่าง ควรทำแบลงค์อย่างน้อย 3 ซ้ำ
 - 8) เมื่อปั๊มครบ 5 วัน นำไปวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายด้วยวิธี azide modification
4. การพิจารณาผลเพื่อใช้คำนวณค่าบีโอดี ผลที่นำเชื่อถือและจะใช้คำนวณต่อไปได้นั้นจะต้องมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายเหลืออยู่อย่างน้อย 1 mg/L และปริมาณออกซิเจนละลายต้องลดลงไปอย่างน้อย 2 mg/L ของตัวอย่างที่ทำการเจือจางจึงจะทำให้ค่าบีโอดีที่คำนวณออกมาได้นั้นถูกต้องที่สุด สำหรับแบลงค์ของน้ำเจือจางในกรณีที่น้ำเจือจางไม่ได้เติมน้ำเขื่อนั้นปริมาณออกซิเจนที่ได้ในตอนแรกและตอนหลัง (5 วัน) ไม่ควรลดเกินกว่า 0.2 mg/L หรือที่ดีแล้วไม่ควรลดเกิน 0.1 mg/L

5. การคำนวณ ในกรณีที่น้ำเจือจางไม่ได้เติมน้ำเชื้อ

$$BOD_5 \text{ (mg/L)} = \frac{[(DO_0 - DO_5) - (B_0 - B_5)]}{P}$$

P

DO_0 = ปริมาณออกซิเจนละลายของตัวอย่างเริ่มต้น (ชุดที่ 1)

DO_5 = ปริมาณออกซิเจนละลายของตัวอย่างหลังจากปั๊มเป็นเวลา 5 วัน (ชุดที่ 2)

P = ค่าสัดส่วนการเจือจาง (เช่น 1:2)

B_0 = ปริมาณออกซิเจนละลายของแบลงค์เริ่มต้น

B_5 = ปริมาณออกซิเจนละลายของแบลงค์หลังจากปั๊มไว้เป็นเวลา 5 วัน

6. Glucose-glutamic acid check เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีสารพิษ หรือใช้น้ำเชื้อที่ไม่ดีอันเป็นเหตุให้ผลที่ได้มีค่าต่ำ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบคุณภาพของน้ำเชื้อจาก ผลของน้ำเชื้อที่เติม และเทคนิคต่างๆ โดยใช้สารอินทรีย์บริสุทธิ์ซึ่งทราบค่าบีไอดี ปกติใช้ glucose และ glutamic acid (ที่อบให้แห้งที่ 103 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง) อย่างละ 150 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อวิเคราะห์ เตรียมสารละลายนี้ด้วยสัดส่วนการเจือจาง 1 ต่อ 50 ด้วยน้ำเชื้อจาก แล้วทำเช่นเดียวกับตัวอย่างปกติ ค่าบีไอดีที่ได้ควรประมาณ 220 mg/L ถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่า 200 mg/L หรือสูงกว่า 240 mg/L แสดงว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น อาจเนื่องจากน้ำเชื้อจาก น้ำเชื้อ หรือเทคนิคการวิเคราะห์



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างง่ายสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา กับเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบมาตรฐาน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ซึ่งดำเนินการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 8 ครั้ง เฉลี่ยเดือนละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างจาก 2 สถานที่ ได้แก่ สถานที่ 1 คลองแสนแสบ บริเวณท่าเรือประสานมิตร สถานที่ 2 บ่อน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ เมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาหาค่าเฉลี่ย สามารถเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์ที่ใช้เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งสองแบบได้ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์จากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งสองชนิด

พารามิเตอร์	เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างง่าย		เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบมาตรฐาน	
	สถานที่ที่ 1	สถานที่ที่ 2	สถานที่ที่ 1	สถานที่ที่ 2
ค่าอุณหภูมิ	29.00 - 34.00 °C	29.00 - 34.00 °C	29.22 - 33.08 °C	30.58 - 33.67 °C
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	7.00 - 8.00	6.00 - 8.00	7.36 - 8.05	7.57 - 8.38
ค่าความโปร่งใสของน้ำ	17 - 21 cm	15 - 18 cm	17 - 21 cm	15 - 18 cm
ค่าความเค็ม	0.00 ppt.	0.00 ppt.	0.00 ppt.	0.00 ppt.
ค่ากลิ่น	3	7	-	-
ค่าสี	B3	A5	-	-
ค่าไนเตรตไนโตรเจน	-	-	0.04 - 0.90 mg/l	0.07 - 0.15 mg/l
ค่าแอมโมเนีย	-	-	0.26 - 0.76 mg/l	0.93 - 4.77 mg/l
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ	-	-	0.74 - 1.86 mg/l	0.52 - 1.15 mg/l
ค่าความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี	-	-	3.00 - 9.00 mg/l	24.00 - 31.00 mg/l

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะพบว่า คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยแต่ละพารามิเตอร์แสดงถึงค่าคุณภาพน้ำในระดับใกล้เคียงกันจากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งสองแบบ และเมื่อเทียบระดับความสกปรกของน้ำจากค่าสีและกลิ่นของเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

อย่างง่ายกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการจากพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไนเตรต ไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความสกปรกในรูปอินทรีย์ สาร หรือ บีโอดี พบว่าคุณภาพน้ำที่ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ค่าสีและค่ากลิ่น มีระดับคุณภาพน้ำในระดับเดียวกับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ. 2543)



บทที่ 5

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

ขอบเขตของการศึกษา

พัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำ

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ทดสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเวลา 1 ปี

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนในการเก็บตัวอย่าง

การวางแผนในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วย การกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง เช่น ที่ตั้ง ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยเน้นศึกษาแหล่งน้ำทั้งสองแบบ ได้แก่ แหล่งน้ำปิด และแหล่งน้ำเปิด ซึ่งแหล่งน้ำปิดที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ บ่อน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ และแหล่งน้ำเปิดที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ คลองแสนแสบ บริเวณท่าเรือประสานมิตร โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างภาคสนามตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ซึ่งครอบคลุมทั้งฤดูน้ำหลากและฤดูแล้งในรอบ 1 ปี

การกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เป็นการตรวจวัดและวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำในภาคสนาม รวมทั้งสิ้น 6 ดัชนี ได้แก่

- ค่ากลิ่น (Smell)
- ค่าสี (Water Colour)
- ค่าอุณหภูมิ (Water Temperature)
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)
- ค่าความโปร่งใสของน้ำ (Transparency)
- ค่าความเค็ม (Salinity)

การสร้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำและเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. สร้างแบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ

2. เลือกเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ
3. เลือกเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม

วิธีการศึกษา

1. การเก็บตัวอย่างภาคสนาม
 - ใช้เทคนิคการเก็บตัวอย่างน้ำ (Sampling technique)
 - ใช้การเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง (Sample preservation)
2. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อวัดพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงสารละลายในน้ำ

ตัวอย่าง โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้แก่ ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะพบว่า คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยแต่ละพารามิเตอร์แสดงถึงค่าคุณภาพน้ำในระดับใกล้เคียงกันจากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งสองแบบ และเมื่อเทียบระดับความสกปรกของน้ำจากค่าสีและกลิ่นของเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างง่ายกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการจากพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร หรือ บีโอดี พบว่าคุณภาพน้ำที่ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ค่าสีและค่ากลิ่น มีระดับคุณภาพน้ำในระดับเดียวกับผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ. 2543)

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาคู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่าสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานการเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำซึ่งต้องศึกษาจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยผลการศึกษาเปรียบเทียบกันส่วนใหญ่จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกันมีความแตกต่างกันในส่วนที่วิธีมาตรฐานจะใช้เครื่องมือที่บ่งชี้ค่าแต่ละพารามิเตอร์เป็นระบบทศนิยมสองตำแหน่ง แต่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะสามารถบ่งชี้ค่าในแต่ละพารามิเตอร์ได้เป็นจำนวนเต็ม เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 ที่ยังไม่ได้เรียนเลขทศนิยม นอกจากนี้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าบางพารามิเตอร์ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ค่าปริมาณแอมโมเนีย และค่าความสกปรกในรูปอินทรีย์สาร เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนไม่เหมาะสมต่อช่วงวัยของนักเรียนในระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยจึงใช้การกำหนดมาตรฐานของกลิ่นและสีของน้ำแทน เนื่องจากผลการเปลี่ยนแปลง

ของพารามิเตอร์ต่างๆ ในเชิงประจักษ์ที่สามารถใช้กระบวนการสำรวจค้นหาให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกตจากประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้จากการสังเกตสีและการดมกลิ่นของตัวอย่างน้ำ และเมื่อนำข้อมูลการสังเกตไปกำหนดค่าระดับความสกปรกของตัวอย่างน้ำแล้วเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากห้องปฏิบัติการที่ทำการตรวจสอบจากพารามิเตอร์ต่างๆ แล้ว พบว่าสามารถเทียบเคียงได้ว่าตัวอย่างน้ำมีความสกปรกในระดับที่เหมาะสมต่อการนำมาอุปโภค หรือเหมาะสมต่อคุณภาพน้ำที่ชุมชนได้ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) แต่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นยังไม่สามารถนำไปใช้กับแหล่งน้ำที่มีความโปร่งใสมากได้ยากเนื่องจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถวัดระดับความลึกของน้ำได้ไม่เกิน 30 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ผู้ตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผ่านการลงมือปฏิบัติในภาคสนามซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ผ่านประสบการณ์ตรง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ของนักปรัชญา กลุ่มประสบการณ์นิยม (Experimentalism) โดยจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1897) กล่าวว่าการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงเป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติตามแนวประชาธิปไตย กระบวนการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการนำคู่มือที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ศึกษาผลการใช้คู่มือกับนักเรียนเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อคู่มือนี้

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน*. กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน 2554 จาก <http://www.pcd.co.th>
- _____. (2537). *มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน*. กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2555 จาก <http://www.pcd.co.th>
- _____. (2543). *มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย*. พิมพ์ ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. 210 หน้า
- กรณีการ์ สิริสิงห์. (2522). *เคมีของน้ำ; น้ำโสโครก และการวิเคราะห์*. บริษัทสารมวลชน จำกัด. กรุงเทพฯ. 336 หน้า.
- การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. (2555). กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2555 จาก <http://www.aquatoyou.com>
- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ และเปรมใจ จรัสดำรงนิทย์. (2525). *อุปกรณ์และเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 270 หน้า.
- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. (2539). *เครื่องมือวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ศิริภักข์ออฟเซ็ท. ขอนแก่น. 259 หน้า.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2531). *นวัตกรรมการศึกษา*. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โรงพิมพ์เจริญผล. หน้า 77
- ป. มหาจันทร์. (2544). *สอนเด็กให้รักสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ประเสริฐ ศรีโพโรจน์. (2539). *เทคนิคทางเคมี*. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ประกายพริก. กรุงเทพฯ. 154 หน้า.
- ปรีชา ช่างขวัญยืน และคณะ. (2539). *เทคนิคการเขียนและผลิตตำรา*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ หน้า 132-134
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. (2541). *คู่มือการเก็บตัวอย่างน้ำเสียอุตสาหกรรม*. กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ : กองจัดการคุณภาพน้ำ, 43 หน้า
- _____. (2541). *คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. พิมพ์ครั้งที่ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 351 หน้า
- มูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก. (2545). *คู่มือสำหรับการทำกิจกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแม่น้ำ*. โครงการต้นแบบกิจกรรมเชิงปฏิบัติการเน้นที่การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเทศบาลเมืองลำพูน ประเทศไทย. 26 หน้า
- สุจยา ยอดเพชร และเดชา นาวานุเคราะห์. (2544). *การศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำยม*. *วารสารวิจัยและฝึกอบรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล*. 4(3) หน้า 21-32

สุธีลา ตูลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์, และสถิต วงศ์สวรรค์. (2544). *มลพิษสิ่งแวดล้อม*.

พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: รวมสาส์น. 465 หน้า

อนุชิต เริงจำเนียร. (2545). *คู่มือการจัดกิจกรรมเสริมสร้างคุณลักษณะคนดีของนักเรียนนักศึกษา สังกัด*

กรมอาชีวศึกษา. สารนิพนธ์ กศ.ม (การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. หน้า 22

เอกภูมิ ไกรมาก. (2541). *การสร้างคู่มือครูในการจัดหาและใช้ประโยชน์วิทยากรท้องถิ่นสอนวิชาช่าง*

อุตสาหกรรม ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร

วิโรฒ. กรุงเทพฯ. หน้า 57

อำนาจ เถาตระกูล. (2541). *การเขียนแผนการสอนเพื่อเข้าสู่การประกันคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: บริษัท

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด. หน้า 8 -10

APPHA, AWWA and WEF. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, 18th ed., American Public Health Association, Washington.

APHA, AWWA and WEF. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th edition. United Book Press, Maryland.

APHA, AWWA and WEF. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th edition. United Book Press, Maryland.

Black, J. A. (1977). *Water pollution technology*. Reston Publishing Company, Inc, Virginia. 260 pp.

Block T.F. and G.M. McElvy. (2006). *Laboratory experiments for general chemistry*. 4th edition.

Dewey, J. (1897). My Pedagogic Creed. *The School Journal*, 4(3). pages 77-80.

Fifield, F. D. and D. Kealey. (2000). *Principles and practice of analytical chemistry*. 5th edition. Blackwell Science, Berlin. 562 pp.

Garfield, F. (1991). *Quality assurance principles for analytical laboratory*. 2nd edition. AOAC. 195 pp.

Hargreaves, J.A. (1998). Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture*. 166: 181-212.

Randall, D.J. and T.K.N. Tsui. (2002). Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*. 45: 17-23.

Rump, H. H. and H. Krist. (1992). *Laboratory manual for the examination of water, waste water and soil*. 2 nd edition Wiley-Vch, Weinheim. 190 pp.

Rump, H. H. (1999). *Laboratory manual for the examination of water, waste water and soil*. 3 rd edition. Wiley-Vch, Weinheim. 225 pp.

USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1984). *Ambient water quality*

criteria for ammonia – 1984. Springfield VA: National Technical Information Service.

USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1989). *Ambient water quality*

criteria for ammonia (saltwater) – 1989. Springfield VA: National Technical Information Service.





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือทำวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นลินา ประไพรัชสิทธิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัฉรา จำยเจริญ
อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
3. อาจารย์ดร.อรินทน์ งามนิยม
อาจารย์ประจำคณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ





คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา



ผู้แต่ง

อาจารย์วีรวิชัย วงศ์โรจน์



โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร ฝ่ายประถม

2555

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	1
เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ	1
กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ	1
ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ	3
ฉลากติดขวดตัวอย่าง	4
เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม	5
การวัดอุณหภูมิ	6
การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	7
การวัดความเค็ม	8
การวัดค่าความโปร่งใส	9
แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ	10
การตรวจสอบสีของน้ำ	11
การตรวจสอบกลิ่นของน้ำ	12
การบันทึกค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ	13

ดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เป็นการตรวจวัดและวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำในภาคสนาม รวมทั้งสิ้น 6 ดัชนี ได้แก่

- ค่ากลิ่น
- ค่าสี
- ค่าอุณหภูมิ
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง
- ค่าความโปร่งใสของน้ำ
- ค่าความเค็ม

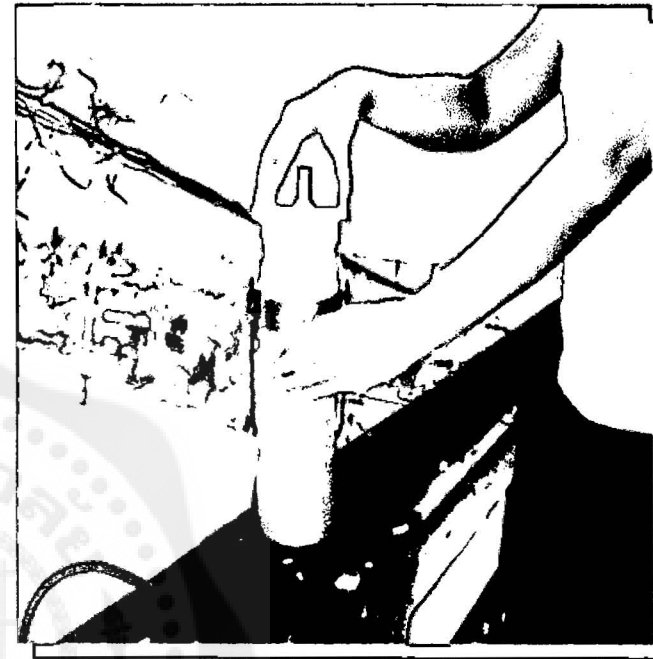
1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1 กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ

เป็นท่อ PVC ขนาดความจุ 800 มิลลิลิตร ตัดส่วนปลายท่อออก

ด้านหนึ่ง แล้วนำฝาท่อ PVC เจาะรูแล้วคล้องเชือกที่ผูกกับตะกั่วเข้าไปมาครอบ

ดังภาพที่ 1

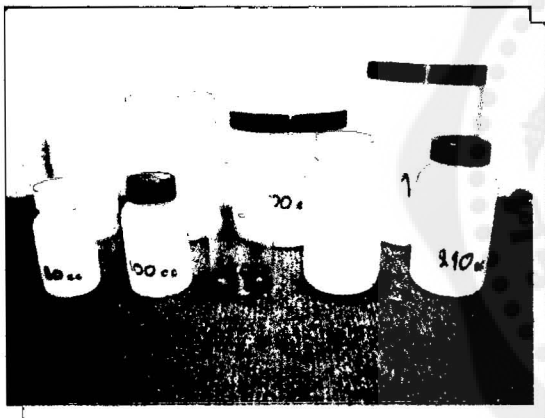


วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

1. หย่อนขวดลงในน้ำปลายฝาด้านบนจะเปิด
2. เมื่อขวดถึงระดับความลึกที่ต้องการเก็บตัวอย่าง
ทิ้งลูกตุ้มลงไปตามสายลวด ไปกระทบกัลไกทำให้ฝาปิด

1.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

ขวดเก็บตัวอย่างควรเป็นขวดน้ำดื่มพลาสติก ขนาดใหญ่ ประมาณ 500 – 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีฝาเกลียวปิดมิดชิดควรใช้ขวดที่มีปากกว้างเพื่อให้ทำความสะอาดได้ง่ายและสามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างรวดเร็ว ปากขวดไม่ควรเล็กกว่า 5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2



1.3 ฉลากติดขวดตัวอย่าง

ฉลากติดขวดตัวอย่างควรเป็นชนิดที่กันน้ำและใช้ดินสอที่ได้ดินสออ่อนนุ่ม เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำเสร็จแล้ว ควรปิดฝาให้สนิท ปิดฉลากไว้ทุกใบ โดยฉลากจะต้องแจ้งข้อมูลที่จำเป็นให้ละเอียด สิ่งที่ควรบันทึกรายละเอียดไว้มีดังนี้

- จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกเป็นรหัสจุดเก็บ
- ชื่อ – สกุลของผู้เก็บตัวอย่าง
- สถานที่เก็บตัวอย่าง
- วัน เวลาของการเก็บตัวอย่าง
- วิธีการเก็บรักษา

ตัวอย่างของฉลากติดขวดตัวอย่างดังภาพที่ 3

หมายเลขรหัสตัวอย่าง

ผู้เก็บตัวอย่าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง

วัน เดือน ปีเวลา.....

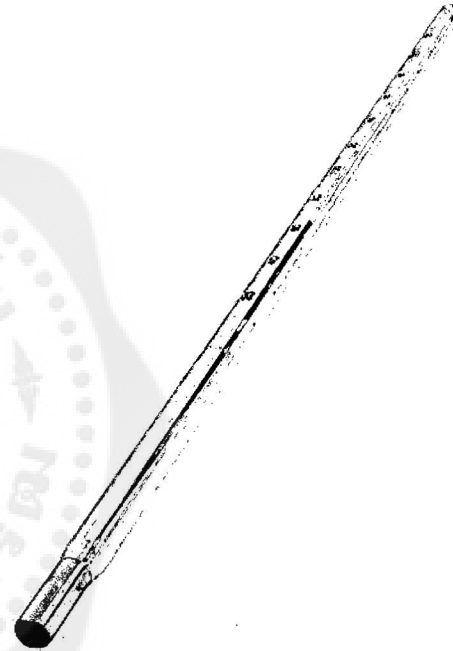
ชนิดของน้ำยาที่ใช้ตริงและเก็บรักษาตัวอย่าง.....

ภาพที่ 3 ตัวอย่างฉลากติดขวดตัวอย่าง

2. เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม

1. เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ
2. กระจกวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. เครื่องวัดความเค็ม
4. เครื่องมือวัดค่าความโปร่งใส
5. แผ่นเปรียบเทียบสี
6. แผ่นเปรียบเทียบกลิ่น

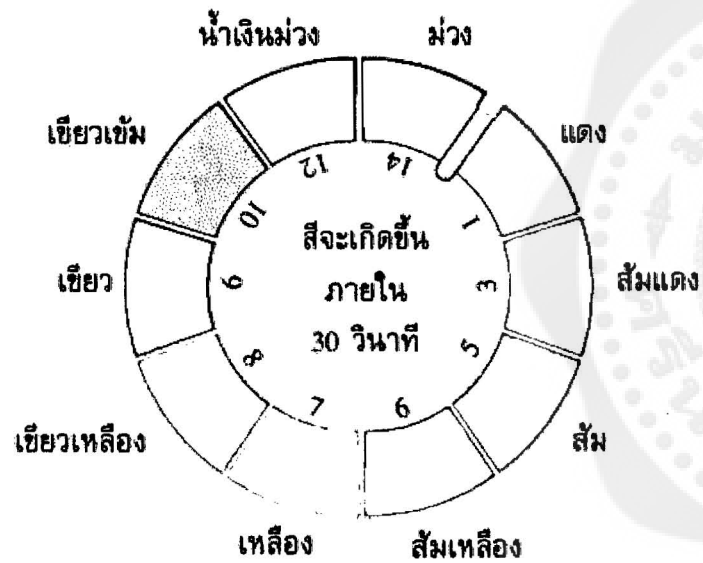
2.1 เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ คือ เครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อน เมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อคายความร้อน ของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์มอมิเตอร์ คือ แอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์ได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆ เหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง สาเหตุที่ใช้แอลกอฮอล์บรรจุลงในเทอร์มอมิเตอร์เพราะแอลกอฮอล์ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่น น้ำจะเกาะผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้วไม่ยอมกลับมาที่กระเปาะ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ

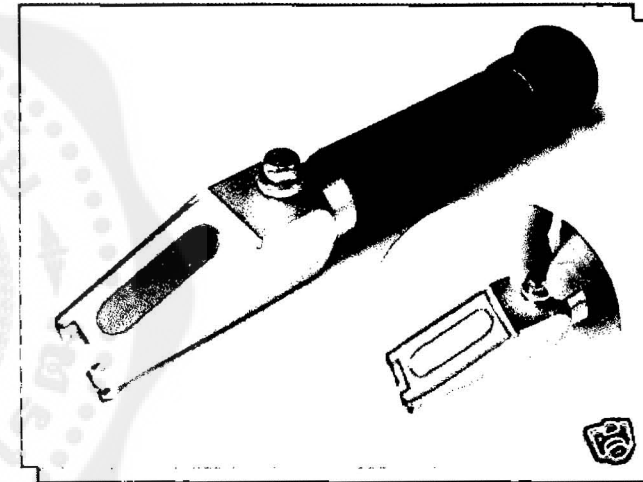
2.2 กระดาษวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

เมื่อหยดน้ำลงบนกระดาษจะเกิดการเปลี่ยนสีโดยค่า pH จะมีค่าตั้งแต่ 1 – 14 โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ตั้งแต่ สีแดง สีชมพู สีส้ม เหลืองเข้ม เหลือง เหลืองอ่อน เขียวอ่อน เขียว น้ำเงิน น้ำเงินเข้ม ตามลำดับ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.3 เครื่องวัดความเค็ม เครื่องวัดความเค็ม Reflecto-salinometer ซึ่งเป็นการวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือ ซึ่งการวัดค่าความเค็มเป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำที่พบในน้ำ โดยมีหน่วยเป็นส่วนในหนึ่งพันส่วน (ppt ย่อมาจาก part per thousand) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 เครื่องวัดความเค็ม

2.4 เครื่องมือวัดค่าความโปร่งใส วัดเป็นระยะความลึกของน้ำ สามารถมองเห็นวัตถุเป็นแผ่นวงกลม (Secchidise) ที่หย่อนลงไปใต้น้ำจนถึงความลึกที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว หากแหล่งน้ำใดมีค่าความโปร่งใสอยู่ตั้งแต่ 30 ซม. นับว่ามีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 ซม. แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไปหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้ แต่ถ้าค่า มีความโปร่งใสสูงกว่า 60 ซม.ขึ้นไป แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นไม่ค่อยสมบูรณ์



ภาพที่ 7 เครื่องมือวัดค่าความโปร่งใส

แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำทุกครั้งนักเรียนต้องทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของสภาพแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำ ซึ่งจะช่วยเป็นฐานข้อมูลให้นักเรียนในเก็บเปรียบเทียบกับข้อมูลในการเก็บตัวอย่างครั้งต่อไปได้ ดังภาพที่ 8

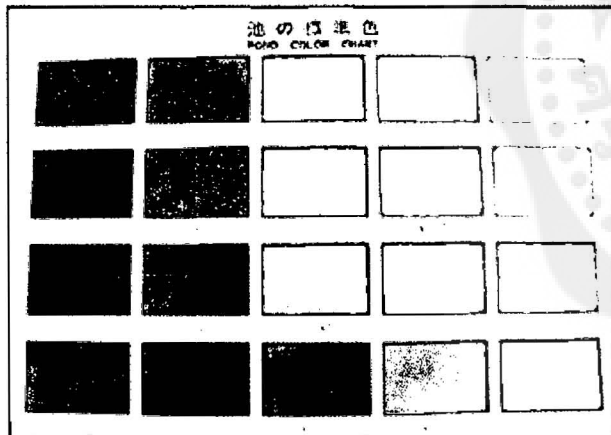
ภาพที่ 8 แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ

แบบบันทึกการสังเกตคุณภาพแหล่งน้ำ			
ผู้บันทึก			
วันเดือนปี		เวลา	
สถานที่		สภาพอากาศ	
ลักษณะของแหล่งน้ำ	ความเค็ม : ความเป็นกรด - ด่าง :		
	อุณหภูมิ : กลิ่น :		
	ความโปร่งใส : สี :		

การตรวจสอบสีของน้ำ

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย✓ลงในตารางเปรียบเทียบสีต่อไปนี้

	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					



ภาพที่ 9 ตารางแสดงลักษณะสีของน้ำ

เกณฑ์การให้คะแนนความสกปรก

- A 5-3 = น้ำเน่าเสียมีความสกปรกมาก
 A 1-2 B 1-5 C 1-5 D 4-5 = น้ำมีสารปนเปื้อนมีความสกปรก
 D 1-3 = น้ำมีพีชีขนาดเล็กดำรงชีวิตอยู่

การตรวจสอบกลิ่นของน้ำ

กำหนดมาตรฐานในการวัดได้ยากจึงบันทึกตามความรู้สึกของผู้ตรวจวัด
 มีวิธีการแสดงลักษณะกลิ่นตามมาตรฐาน JIS ดังนี้

ประเภทของกลิ่น	ที่มาของกลิ่น
(0) ไม่มีกลิ่น	-
(1) กลิ่นต้นไม้	กลิ่นสาหร่าย กลิ่นหญ้า กลิ่นต้นไม้ กลิ่นเพลิงค์ตอนต่างๆ
(2) กลิ่นหอม	กลิ่นผลไม้ กลิ่นดอกไม้ กลิ่นกระเทียม กลิ่นแตงกวา กลิ่นน้ำหอม
(3) กลิ่นดินและเชื้อรา	กลิ่นดิน กลิ่นโคลน กลิ่นเชื้อราต่างๆ
(4) กลิ่นคาว	กลิ่นคาวปลา กลิ่นน้ำมันดับปลา กลิ่นหอยต่างๆ
(5) กลิ่นยา	กลิ่นน้ำมัน กลิ่นไขมัน กลิ่นคลอรีน กลิ่นผลิตภัณฑ์ยาต่างๆ
(6) กลิ่นเน่า	กลิ่นของสดเน่า กลิ่นขยะ กลิ่นน้ำทิ้ง กลิ่นคอกหมู กลิ่นมูลสัตว์
(7) กลิ่นเน่าอย่างแรง	กลิ่นเน่าที่มีความรุนแรงมากขึ้นจนเป็นที่น่ารังเกียจ

ตารางบันทึกค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ครั้งที่	วันเดือนปี	อุณหภูมิ (°C)			ความเป็นกรด - ด่าง			ความโปร่งใส (cm)			ความเค็ม (ppt)			กลิ่น			สี			รวม	
		0-4, > 30	5-20	21-30	1-5 9-14	6, 8	7	> 30	11-30	0-10	> 20	1-20	0	3-7	1-2	0	A 5-3	A 1-2 B 1-5 C 1-5 D 4-5	D 1-3		
		ระดับคะแนน																			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
I																					
II																					
III																					
รวมคะแนนแต่ละครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ได้ดังนี้ (I+II+III)/3																					

1 - 18 =



หมายถึง คุณภาพน้ำเหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

19 - 36 =



หมายถึง คุณภาพน้ำไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำบางชนิด เช่น ปลาตะเพียน

37 - 48 =



หมายถึง คุณภาพน้ำไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำทุกชนิด



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายวีรวิทย์ วงศ์โรจน์
วันเดือนปีเกิด	23 สิงหาคม 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	12/1 ซอยเมตตาเหนือ ถนนประชาสงเคราะห์ ดินแดง กรุงเทพฯ 10320
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2543	วท.บ. (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2547	วท.ม. (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ.2547	นักวิจัย สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2549 - ปัจจุบัน	อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)