

บทที่ 3

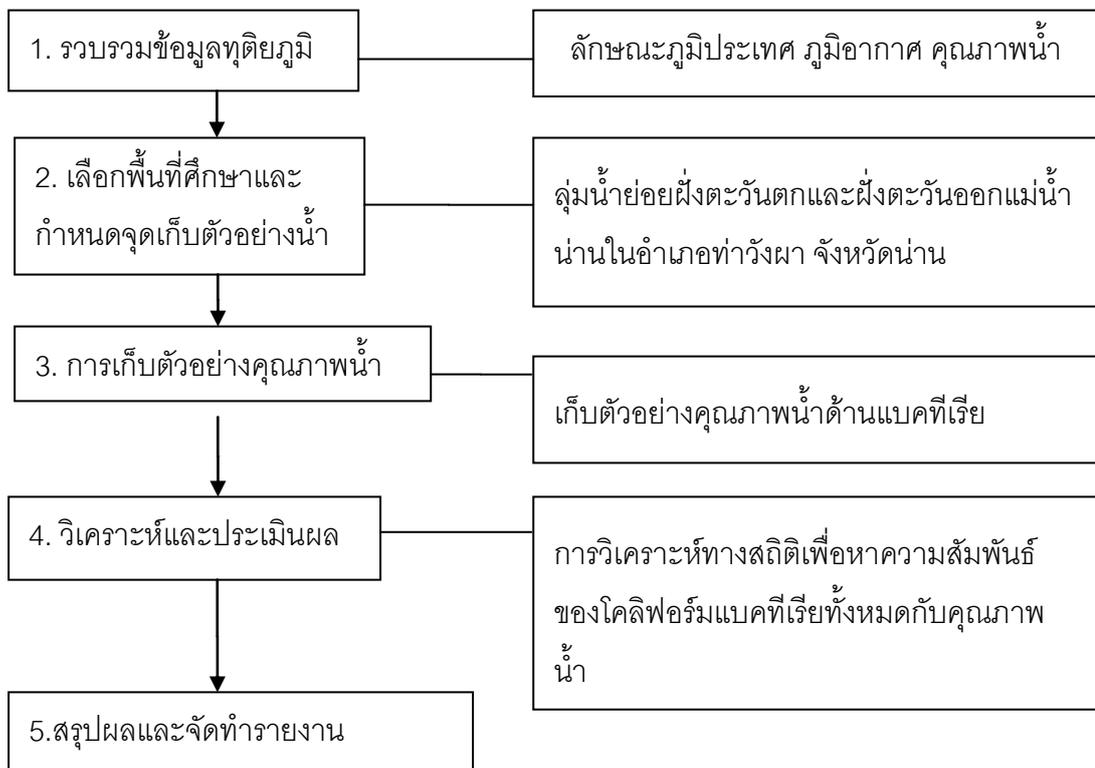
วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้มีขั้นตอนการศึกษา คือ ขั้นตอนที่ 1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และคุณภาพน้ำ ขั้นตอนที่ 2. เลือกพื้นที่ศึกษาและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ กลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตก และกลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก ขั้นตอนที่ 3. เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย ขั้นตอนที่ 4. วิเคราะห์และประเมินผล โดยการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดกับคุณภาพน้ำและ ขั้นตอนที่ 5. สรุปผลและจัดทำรายงาน (ภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1

ขั้นตอนการดำเนินงาน



ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่อำเภอกำแพงแสน โดยการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2552)

ศึกษาคุณภาพน้ำผิวดิน ได้แก่ คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสารแขวนลอย สี กลิ่น รส ความโปร่งแสง อุณหภูมิของน้ำ และการนำไฟฟ้า คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ น้ำที่มีการปนเปื้อนสารเคมี น้ำที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษ สารเคมีที่เป็นพิษ ได้แก่ โลหะหนัก สารเคมีที่ไม่เป็นพิษ ได้แก่ ไนเตรท ฟอสเฟต คลอไรด์ความเค็ม (พระคงศิลป์ เชื้ออนัน, 2553)

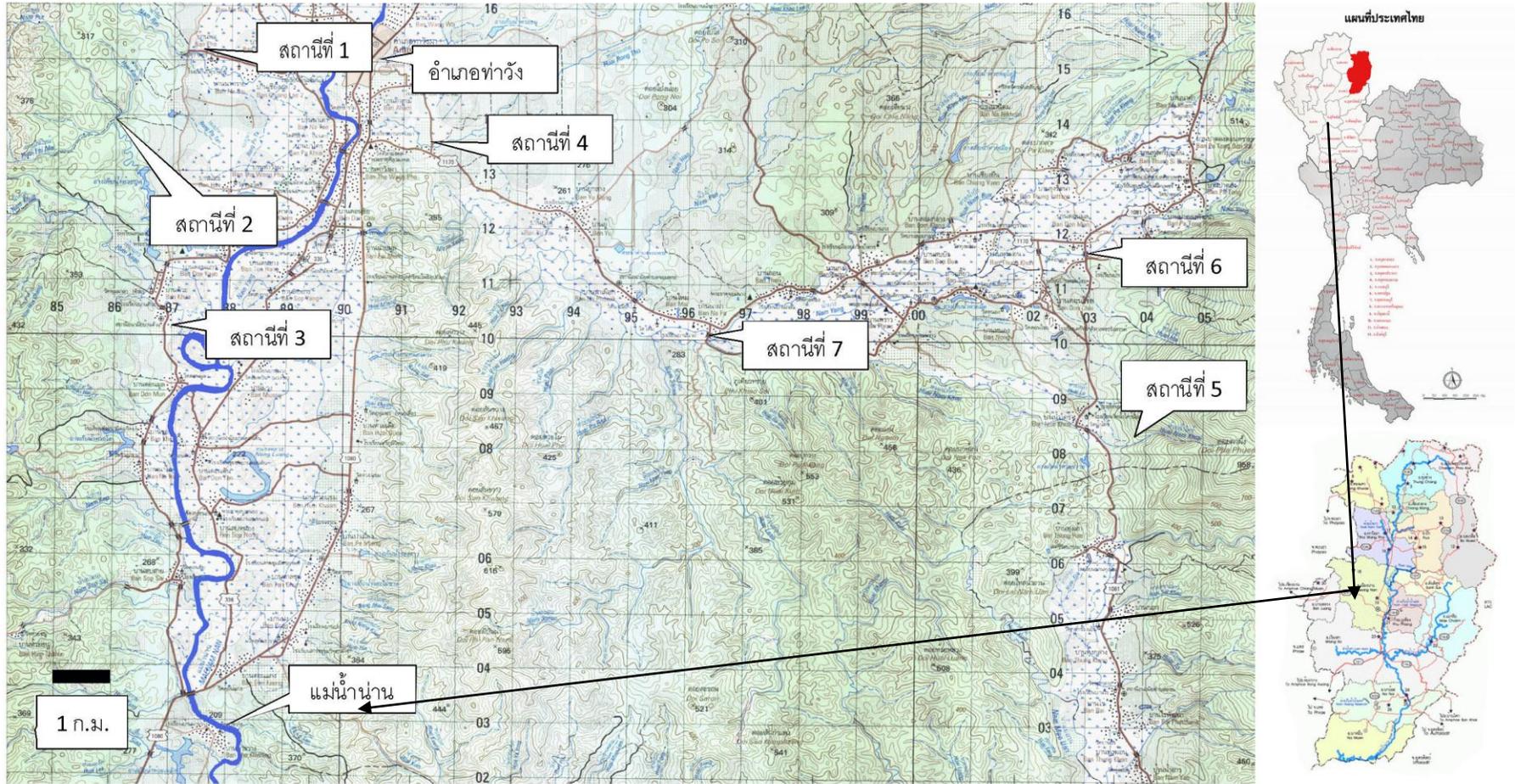
ขั้นตอนที่ 2 เลือกพื้นที่ศึกษาและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษาครั้งนี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง จำนวน 4 สถานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดน่าน โดยเก็บตัวอย่างจากทางน้ำออก (out let) ของแต่ละลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ห้วยน้ำริม ห้วยปูด ห้วยคัวะ และห้วยสบสาย ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก ของแม่น้ำน่าน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดน่าน จำนวน 3 สถานี ได้แก่ ห้วยน้ำไคร้ ลำน้ำย่างที่บ้านดอนมูล และลำน้ำย่างที่บ้านนาฝ้า (ภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2

สถานีเก็บตัวอย่างฝั่งตะวันตก (สถานีที่ 1-4) และฝั่งตะวันออก (สถานีที่ 5-7)

ในกลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำน่าน อำเภอกำแพง จังหวัดน่าน 2552



หมายเหตุ

สถานีที่ 1 คือ ห้วยน้ำริม สถานีที่ 2 คือ ห้วยปุด สถานีที่ 3 ห้วยคั่วะ สถานีที่ 4 คือ ห้วยสบสาย
สถานีที่ 5 คือ ห้วยน้ำไคร้ สถานีที่ 6 ลำน้ำย่าง บ้านดอนมูล สถานีที่ 7 ลำน้ำย่าง บ้านนาฝ้า

ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพแวดล้อมทั่วไปของสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

ลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยน้ำริม

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยน้ำริม (ภาพที่ 3.3 ก) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 0687445 เหนือ และ 2114763 ตะวันออก มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ นาข้าว ถั่วเหลือง สวนลินจี่ และสวนลำไย (พระคงศิลป์ เชื้ออนันต์, 2553)

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยปุด

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยปุด (ภาพที่ 3.3 ข) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 0686327 เหนือ และ 2113597 ตะวันออก มีการปลูกสวนสักเป็นส่วนใหญ่รองลงมาเป็นไร่ข้าวโพด สวนยางพารา นาข้าว พื้นที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ (อ่างเก็บน้ำห้วยปุด) สวนลำไย สวนลินจี่ และมีการเลี้ยงวัวในพื้นที่ (พระคงศิลป์ เชื้ออนันต์, 2553)

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยคัวะ

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยคัวะ (ภาพที่ 3.3 ค) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 0687599 เหนือ และ 2109650 ตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสวนยางพารา รองลงมาเป็นไร่ข้าวโพด สวนลำไย สวนลินจี่ สวนส้ม นาข้าว และมีพื้นที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ (อ่างเก็บน้ำห้วยคัวะ) (พระคงศิลป์ เชื้ออนันต์, 2553)

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยสบสาย

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยสบสาย (ภาพที่ 3.3 ง) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 0686606 เหนือ และ 2105040 ตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้รองลงมาเป็นพื้นที่ปลูกข้าวไร่ สวนลำไย สวนลินจี่ นาข้าว และมีการเลี้ยงวัวในพื้นที่ (พระคงศิลป์ เชื้ออนันต์, 2553)

ภาพที่ 3.3
สถานีเก็บตัวอย่างในลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (สิงหาคม ถึง
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552)



ก. สถานี ห้วยน้ำริม



ข. สถานี ห้วยปุด



ค. สถานี ห้วยคัวะ



ง. สถานี ห้วยสบสาย

ลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออกของแม่น้ำน่าน

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยน้ำไคร้

สถานีเก็บตัวอย่าง ห้วยน้ำไคร้ (ภาพที่ 3.4 ก) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 703778 เหนือ และ 2108284 ตะวันออก ลำน้ำสายหลัก คือ ลำห้วยน้ำไคร้ สภาพแวดล้อมทั่วไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำ และภูเขา บริเวณพื้นที่ของน้ำเป็นกรวดหิน และทราย สองข้างลำห้วยเป็นโขดหินขนาดใหญ่ น้ำใสสะอาด ชาวบ้านนิยมใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค (พระรักชาติ ธรรมศาสตร์, 2553)

สถานีเก็บตัวอย่าง ลำน้ำย่างที่บ้านดอนมูล

สถานีเก็บตัวอย่าง ลำน้ำย่างที่บ้านดอนมูล (ภาพที่ 3.4 ข) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 702917 เหนือ และ 2111598 ตะวันออก ลำน้ำสายหลักคือ ลำน้ำย่าง พื้นที่โดยรอบเป็นป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมสองฝั่งน้ำ ได้แก่ ข้าว พริก ถั่วลิสง แตงกวา และผักสวนครัว เป็นต้น มีชุมชนอาศัยกระจายอยู่ทั้งสองข้างแม่น้ำ พื้นที่ของน้ำเป็นดิน ทรายละเอียด ก้อนหิน (พระรักชาติ ธรรมศาสตร์, 2553)

สถานีเก็บตัวอย่าง ลำน้ำย่างที่บ้านนาฝ้า

สถานีเก็บตัวอย่าง ลำน้ำย่างที่บ้านนาฝ้า (ภาพที่ 3.4 ค) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 699043 เหนือ และ 2111052 ตะวันออก ลำน้ำสายหลักคือ ลำน้ำย่าง สภาพโดยรอบเป็นพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด พริก เป็นต้น พื้นที่ของน้ำเป็นดินปนทรายละเอียด เป็นจุดที่ห้วยน้ำไคร้ไหลลงแม่น้ำย่าง (พระรักชาติ ธรรมศาสตร์, 2553)

ภาพที่ 3.4
สถานีเก็บตัวอย่างในลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออกของแม่น้ำน่าน
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (สิงหาคม ถึง
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552)



ก. สถานี ห้วยน้ำไคร้



ข. สถานี ลำน้ำย่างที่บ้านดอนมูล



ค. สถานี ลำน้ำย่างที่บ้านนาฝา

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

กำหนดวันเก็บตัวอย่างและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างในพื้นที่อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ระหว่างเดือน สิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เดือนละ 1 ครั้ง

การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย

สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียดังกล่าว จะต้องการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียก่อนการเก็บน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านอื่นๆ โดยใช้ขวดแก้วขนาด 150 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจติดตามขวดและฝา เก็บน้ำที่จุดเก็บน้ำทั้งหมด 3 ครั้งต่อ 1 สถานี (3 ซ้ำ) โดยเก็บที่ระดับ 30 เซนติเมตรจากระดับผิวน้ำ เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของน้ำทั้งหมด การเก็บน้ำต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศและที่ผิวน้ำ โดยมีปริมาณน้ำประมาณ 3 ใน 4 ของขวด เพื่อสะดวกในการเขย่าตัวอย่างน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และเพื่อให้แบคทีเรียในน้ำกระจายอย่างสม่ำเสมอแล้วจึงปิดฝาให้แน่น บรรจุขวดลงในถุงพลาสติก ใช้ยางพลาสติกรัดปากถุงให้แน่น เก็บขวดไว้ในถังเก็บความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เมื่อถึงห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทันที (American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1992)

การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

เก็บขวดบรรจุตัวอย่างน้ำไว้ในถังเก็บความเย็นซึ่งบรรจุน้ำแข็งไว้ภายใน โดยรักษาอุณหภูมิไว้ไม่ให้เกิน 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระหว่างการเดินทางมายังห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การตรวจสอบความถูกต้องของตัวอย่างน้ำ

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย จะเช็คการปนเปื้อนของตัวอย่างน้ำทุก ครั้งในระหว่างการเดินทางมายังห้องปฏิบัติการ โดยจะมีขวดบรรจุน้ำกลั่นเพิ่ม 1 ขวด ทุกครั้งที่การ ส่งตัวอย่างน้ำกลับมายังห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีวิธีการเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างเพื่อ วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย แต่เปลี่ยนตัวอย่างน้ำเป็นน้ำกลั่นแทน เพื่อเป็นการควบคุม การปนเปื้อนของแบคทีเรียจากแหล่งอื่นๆ ซึ่งกำหนดให้ขวดที่บรรจุน้ำกลั่นเป็นขวดควบคุม (control)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียและปริมาณฟีคัลสเตรปโตคอคคัสแบคทีเรียจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของตัวอย่าง น้ำเพื่อยืนยันว่าไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียจากแหล่งอื่นในระหว่างการเดินทางมายัง ห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้จะตรวจเช็คการปนเปื้อนของตัวอย่างน้ำโดยการกำหนดขวดควบคุม (control) แล้ว ยังมีการกำหนดซ้ำ โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและปริมาณฟีคัลสเตรปโตคอคคัสแบคทีเรีย 3 ซ้ำต่อ 1 สถานีเก็บ ตัวอย่าง เพื่อเป็นการตรวจเช็คความแม่นยำ ความถูกต้องในการวิเคราะห์และเพื่อเป็นตัวแทน ที่ดีของตัวอย่างน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

ส่วนในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนั้น ได้มีการระมัดระวังเกี่ยวกับการปนเปื้อนของ แบคทีเรียจากแหล่งอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์เครื่องแก้ว อาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางด้าน แบคทีเรียจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนทุกครั้งที่จะนำมาใช้ โดยเครื่องแก้วและวัตถุต่าง ๆ ที่ทน ความร้อนจะนำไปอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ตู้อบ (hot air oven) โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 160-180 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อต่าง ๆ จะผ่านการฆ่าเชื้อโรคโดยหม้อนึ่ง อัดความดัน (autoclave) อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15-20 นาที นอกจากนี้ในทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจะมีการระมัดระวังการปนเปื้อนของ แบคทีเรียจากอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ (aseptic technique)

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย

การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)

การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ตรวจหาตามวิธี Most probable number โดยวิธี Multiple-tube fermentation technique แบบ Complete test (วิธีชายโซคิวิญญู, 2530 และ American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1992)

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบครั้งแรก (presumptive phase) โดยการดูน้ำตัวอย่างจากขวดเก็บน้ำตัวอย่างที่เจือจางแล้ว มีความเข้มข้นเป็น 1:1, 1:10, 1:100, 1:1,000 และ 1:10,000 ตามลำดับ หลอดละ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุในหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด จากนั้นนำหลอดทดลองไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ± 2 ชั่วโมง ตรวจดูก๊าซในหลอดเก็บก๊าซแต่ละหลอด (durham tube) ที่คว่ำอยู่ในหลอดหมัก นำหลอดที่มีก๊าซไปตรวจสอบขั้นยืนยันต่อไป ส่วนหลอดที่ไม่มีก๊าซหรือสงสัยว่าจะมีก๊าซให้บ่มต่อไปจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วให้ตรวจดูก๊าซอีกครั้ง ถ้าพบหลอดที่มีก๊าซให้นำไปตรวจสอบขั้นยืนยันต่อไป

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (confirmed phase) โดยการนำหลอดหมัก Lauryl tryptose broth ที่เกิดก๊าซมาทดสอบต่อ โดยการเขย่าหลอดแล้วใช้ห่วงโลหะ (loop) ถ่ายของเหลวจากหลอดนี้ลงไปหลอดหมักใหม่ที่บรรจุอาหาร Brilliant green lactose broth (BGLB) ซึ่งเป็นอาหารเฉพาะให้พวกโคลิฟอร์มแบคทีเรียเจริญได้เท่านั้น แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง ตรวจดูก๊าซในหลอดเก็บก๊าซแต่ละหลอด (durham tube) เพื่อนำผลไปอ่านค่า เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร ใน (ตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria)

การวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตรวจหาตามวิธี Most probable number โดยวิธี Multiple-tube fermentation technique โดยใช้ EC medium เป็นอาหารที่ใช้แยกโคลิฟอร์มในกลุ่ม Fecal Coliform กับ Non-Fecal Coliform ออกจากกัน โดยถ่ายเชื้อ 1 ห่วงโลหะ (loop) จากหลอดที่มีก๊าซในขั้นที่ 1 ของการหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดลงในหลอดที่มีอาหาร EC medium ที่มีหลอดเก็บก๊าซบรรจุอยู่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เมื่อครบ

24 ± 2 ชั่วโมง ตรวจดูก๊าซในหลอดเก็บก๊าซแต่ละหลอด นำไปเทียบหาปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในรูปแบบ เอ็ม.พี.เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร ในตารางที่ 3.1 ดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น เช่นเดียวกับการอ่านค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (วิธีชาย ไซควิญญ, 2530 และ American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1992)

การวิเคราะห์ปริมาณฟีคัลสเตร็ปโตคอคคัสแบคทีเรีย (Fecal Streptococci Bacteria)

การวิเคราะห์ปริมาณฟีคัลสเตร็ปโตคอคคัสแบคทีเรีย Multiple-tube technique แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ใช้อาหาร Azide dextrose broth ในการทดสอบ (ชุดละ 5 หลอด) วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด แต่ใช้อาหาร Azide dextrose broth แทน และไม่ต้องใส่หลอดเก็บก๊าซ (durham tube) ในหลอดหมัก จากนั้นนำหลอดทดลองไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมงตรวจดูความขุ่นในหลอด หลอดที่มีความขุ่นอ่านผลเป็นบวก (positive test) ถ้าไม่ขุ่นให้บ่มต่อจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง อ่านผลอีกครั้ง

ขั้นที่ 2 ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ขุ่นในขั้นที่ 1 ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง Pfizer Selective Enterococcus agar (PSE agar) โดยขยัปลายห้วงลากกลับมาบนผิวอาหารแข็ง (streak) จนทั่วจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นโคโลนีสีน้ำตาลดำล้อมรอบด้วยวงแหวนสีน้ำตาลแสดงว่าเป็นโคโลนีของฟีคัลสเตร็ปโตคอคคัสแบคทีเรีย นำผลไปอ่านค่าเอ็ม.พี.เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร ในตารางดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น. (ตารางที่ 3.1) ค่าดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น.และความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของหลอดที่ให้ผลบวก (ระบบ 5 หลอด) ความเจือจาง 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3. 1
 ดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น.และความชื้นร้อยละ 95 ของหลอดที่ให้
 ผลบวก (ระบบ 5 หลอด) ความเค็จาง 10, 1 และ
 0.1 มิลลิลิตร ตามลำดับ

| จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก | ดัชนี เอ็ม.พี. เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร | ความชื้นร้อยละ 95 | | จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก | ดัชนี เอ็ม.พี. เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร | ความชื้น ร้อยละ 95 | |
|--------------------------|---|-------------------|---------|--------------------------|---|-----------------------|---------|
| | | ต่ำกว่า | สูงกว่า | | | ต่ำกว่า | สูงกว่า |
| 0-0-0 | <2 | - | - | 4-3-0 | 27 | 12 | 67 |
| 0-0-1 | 2 | 1.0 | 10 | 4-3-1 | 33 | 15 | 77 |
| 0-1-0 | 2 | 1.0 | 10 | 4-4-0 | 34 | 16 | 80 |
| 0-2-0 | 4 | 1.0 | 13 | 5-0-0 | 23 | 9.0 | 86 |
| 1-0-0 | 2 | 1.0 | 11 | 5-0-1 | 30 | 10 | 110 |
| 1-0-1 | 4 | 1.0 | 15 | 5-0-2 | 40 | 20 | 140 |
| 1-1-0 | 4 | 1.0 | 15 | 5-1-0 | 30 | 10 | 120 |
| 1-1-1 | 6 | 2.0 | 18 | 5-1-1 | 50 | 20 | 150 |
| 1-2-0 | 6 | 2.0 | 18 | 5-1-2 | 60 | 30 | 180 |
| 2-0-0 | 4 | 1.0 | 17 | 5-2-0 | 50 | 20 | 170 |
| 2-0-1 | 7 | 2.0 | 20 | 5-2-1 | 70 | 30 | 210 |
| 2-1-0 | 7 | 2.0 | 21 | 5-2-2 | 90 | 40 | 250 |
| 2-1-1 | 9 | 3.0 | 24 | 5-3-0 | 80 | 30 | 250 |
| 2-2-0 | 9 | 3.0 | 25 | 5-3-1 | 110 | 40 | 300 |
| 2-3-0 | 12 | 5.0 | 29 | 5-3-2 | 140 | 60 | 360 |
| 3-0-0 | 8 | 3.0 | 24 | 5-3-3 | 170 | 80 | 410 |
| 3-0-1 | 11 | 4.0 | 29 | 5-4-0 | 130 | 50 | 390 |
| 3-1-0 | 11 | 4.0 | 29 | 5-4-1 | 170 | 70 | 480 |
| 3-1-1 | 14 | 6.0 | 35 | 5-4-2 | 220 | 100 | 580 |
| 3-2-0 | 14 | 6.0 | 35 | 5-4-3 | 280 | 120 | 690 |
| 3-2-1 | 17 | 7.0 | 40 | 5-4-4 | 350 | 160 | 820 |
| 4-0-0 | 13 | 5.0 | 38 | 5-5-0 | 240 | 100 | 940 |

ตารางที่ 3. 1 (ต่อ)

| จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก | ดัชนี เอ็ม.พี. เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร | ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 | | จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก | ดัชนี เอ็ม.พี. เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร | ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 | |
|--------------------------|---|------------------------|---------|--------------------------|---|---------------------------|---------|
| | | ต่ำกว่า | สูงกว่า | | | ต่ำกว่า | สูงกว่า |
| 4-0-1 | 17 | 7.0 | 45 | 5-5-1 | 300 | 100 | 1300 |
| 4-1-0 | 17 | 7.0 | 46 | 5-5-2 | 500 | 200 | 2000 |
| 4-1-1 | 21 | 9. | 55 | 5-5-3 | 900 | 300 | 2900 |
| 4-1-2 | 26 | 12 | 63 | 5-5-4 | 1600 | 600 | 5300 |
| 4-2-0 | 22 | 9.0 | 56 | 5-5-5 | 1600 | - | - |
| 4-2-1 | 26 | 12 | 65 | | | | |

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผล

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในกลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน พระคงศิลป์ เชื้อนอัน (2553) โดยศึกษาคุณภาพน้ำ ด้านกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ของแข็งแขวนลอย และของแข็งละลายน้ำ คุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) และฟีคัลสเตรปโตคอคคัสแบคทีเรีย (Fecal Streptococci Bacteria)

อัตราส่วนระหว่างฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อฟีคัลสเตรปโตคอคคัสแบคทีเรีย (FC:FS)

การวิเคราะห์สถิติ

รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติค่าสหสัมพันธ์ (correlation) และการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis)

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลและจัดทำรายงาน

วิเคราะห์ผลเพื่อหาปริมาณและความสัมพันธ์ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำ
ในกลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของแม่น้ำน่าน อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ระหว่าง
เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงาน